

Caracas, Mayo de 2001

Los Abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de La Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller José Eduardo Guzmán Borjas, titulado:

**“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE
DE MANEJO, SEGUIMIENTO Y CONTROL
DE PIEZAS CRÍTICAS DE TURBINAS A GAS”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran **APROBADO**.

Prof. (Jesuardo Areyan)
Jurado

Prof. (Julio Rodríguez)
Jurado

Prof. (Alfonso Quiroga)
Tutor

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE DE MANEJO, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PIEZAS CRÍTICAS DE TURBINAS A GAS.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br.
Guzmán Borjas, José Eduardo
Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2002

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE DE MANEJO, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PIEZAS CRÍTICAS DE TURBINAS A GAS.

Tutor Académico: Prof: Ing. Alfonso Quiroga.
Tutor Industrial: Ing. Carlos Blanca.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br.
Guzmán Borjas, José Eduardo
Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2002

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de hacer cosas durante mi vida que sé, me harán un Ciudadano útil al Mundo.

A mi Madre Marielena por darme la vida y enseñarme a andar con dignidad y valor por ella, y con paciencia me ha dirigido al éxito, que con sabiduría me ha apoyado sin condición.

A Manuel Alvarado por dar la felicidad que mi madre merece y por ser ejemplo del padre, hombre y ciudadano.

A mis hermanos, Rubén, Numa, Graciela, Luis Eduardo, Sandra y Virginia por darme una razón y ejemplo para ser mejor cada día.

A la familia Zicarelli-Gutiérrez, Gustavo, Andreina, Adriana, Elizabeth, Franco por ser eso, mi familia.

A Miguel Rodríguez por ser más que un amigo un hermano.

A mi Padre y a la Señora Rosa por hacer realidad mi anhelo de trabajo.

A Desireé por ser algo tan hermoso en mi vida y fuente de reflexión y amor, para todo mi futuro.

A mis amigos, lista que sería infinita si tratara de nombrar a cada uno, pero que se que al leer esto recordarán que los llevo sin diferencia y con orgullo en mi corazón.

A mi Patria y a la Universidad Central de Venezuela, fuentes de inspiración, de conocimientos y de sabiduría. Por permitirme nacer y vivir en el mismo suelo de los Libertadores de la América y el Mundo, y por darme la oportunidad de poseer el más digno de los Títulos, el de “Venezolano”.

“El Primer bien es la existencia el segundo el modo de existir”

Simón Bolívar

DIOS LOS BENDIGA A TODOS

a quienes debo lo que soy

José Eduardo Guzmán Borjas

AGRADECIMIENTOS

A PDVSA por darme la oportunidad de participar y aprender del trabajo que realiza con orgullo para el desarrollo y crecimiento de la Nación Venezolana.

A mis compañeros de pasantía, Roberto, Alejandro, Jehut, María, Rossanys. Quienes se convirtieron en un apoyo para mí, en un lugar tan desconocido, haciendo de mi un amigo.

Al personal de la Planta de Extracción Santa Bárbara, quienes prestaron absoluta colaboración y facilitaron mi trabajo.

A los Ingenieros Manuel Quiroga, Carlos Blanca, Luis Jesurum, Jorge González, Manuel Ortiz y Miguelina Curcio.

A Alberto Zamora, quien con la amistad y el deseo de aprendizaje como únicos intereses participo en este trabajo con dedicación y constancia.

A los Profesores Crisanto Villalobos y Demian Pereira por su apoyo desinteresado y por haberme facilitado sus conocimientos.

A todos aquellos que hicieron posible este trabajo, que confiando en mi me brindaron su apoyo y su colaboración.

José Eduardo

Guzmán Borjas, José Eduardo.

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE
DE MANEJO, SEGUIMIENTO Y CONTROL
DE PIEZAS CRÍTICAS DE TURBINAS A GAS.**

RESUMEN

Tutor Académico: Prof: Ing. Alfonso Quiroga.

Tutor Industrial: Ing. Carlos Blanca.

Caracas, U.C.V. Tesis.

Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería Mecánica, Caracas, 2002. Páginas: 127

Calidad, Piezas Críticas, Gestión

La realización de este trabajo especial de grado, consistió en proponer cambios para mejorar el “Ciclo de Vida Útil” de los Repuestos Mayores o “Piezas Críticas”: Cesto Combustor, Pieza de Transición y Tobera de Primera Etapa de las Turbocompresores a Gas, Nuovo Pignone. Para crear y adecuar los cambios, además de asegurar su trascendencia y mejora continua en el tiempo, se diseño y aplicó un “Ciclo de Gestión de Activos”, tomando en cuenta los principios de “Clase Mundial”. La aplicación de este Ciclo de Gestión no sólo permitió hacer este trabajo de acuerdo a una metodología positiva, si no además, permite a futuro establecer las actividades de: seguimiento, control, actualización, y evaluación de los cambios establecidos y del uso de las herramientas aplicadas (se diseño una base de datos electrónica y una hoja de seguimiento y control) para la ejecución de estos. La primera actividad, fue establecer las debilidades de cada una de las etapas del ciclo de vida actual, definiendo sus posibles causas y consecuencias. Luego se proponen cambios parciales o totales (técnicos y administrativos) en las etapas que componen este ciclo, tales como la realización de la Inspección de Recepción: que tendrá como objeto establecer la adecuada Verificación de Concordancia de las especificaciones del material, la aplicación de Ensayos No destructivos que permitirán establecer cual será la condición de cada pieza, luego un periodo de operación (reparables, reusables o desecharables). El almacenamiento de las piezas, también fue un elemento importante, en el cual se proponen cambios, al igual que las auditorías de calidad en los talleres de reparación. La revisión y posibles modificaciones de contrato, que favorezcan el crear un ambiente de calidad, favorable a los cambios propuestos, fue otra de las proposiciones que surgió del desarrollo de las investigaciones.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	3
1.0. GENERALIDADES	3
1.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	3
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	4
1.2.1. LOCALIZACIÓN	4
1.2.2. GENERALIDADES DEL GAS	5
1.2.3. EL PROCESO	6
1.3. ORGANIGRAMA	10
1.4. MISIÓN.....	10
1.5. VISIÓN	10
CAPÍTULO II: EL MANTENIMIENTO DE LOS TURBOCOMPRESORES	11
2.0. GENERALIDADES	11
2.2. LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO	14
2.2.1. OBJETIVOS DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO	15
2.2.2. LA UNIDAD DE TURBOMÁQUINAS (Santa Bárbara)	15
2.2.3. LA UNIDAD DE INSPECCIÓN Y CORROSIÓN (Santa Bárbara).....	15
2.3. TURBOCOMPRESORES DE SERVICIOS DE GAS RESIDUAL Y DE GAS PROPANO	16
2.3.1. NUOVO PIGNONE (Fabricante)	16
2.3.2. TURBOCOMPRESORES SERVICIO DE GAS PROPANO (Modelo PGT5)	16
2.3.3. TURBOCOMPRESORES SERVICIO DE GAS RESIDUAL (Modelo PGT10)	17
2.4 . EL MANTENIMIENTO DE LOS TURBOCOMPRESORES	17
CAPÍTULO III: EL CICLO DE VIDA ÚTIL ACTUAL DE LAS PIEZAS CRÍTICAS	20
3.0. GENERALIDADES	20
3.1. DEFINICIONES	20
3.2. EL CICLO DE VIDA ÚTIL ACTUAL	23

3.2.1. FLUJOGRAMA.....	23
3.3. LA ADQUISICIÓN	24
3.4. EL CONTRATO	24
3.4.1 CERTIFICADOS DE CALIDAD E INFORMACIÓN TÉCNICA.....	25
3.5. LA FABRICACIÓN	27
3.6. SERVICIOS PRESTADOS POR BARIVEN A LA UNIDAD DE TURBOMÁQUINAS	28
3.6.1. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES DE PROCURA Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS.....	28
3.7. INSPECCIONES.....	29
3.7.1. MANUAL DE SERVICIO DEL FABRICANTE.....	30
3.7.2. ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES	31
3.7.3. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN TURBOMÁQUINAS	31
3.7.4. REGISTRO, ARCHIVO, ANÁLISIS Y USO DE LOS RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES.....	34
3.7.4.1. REGISTRO Y ARCHIVO	34
3.7.4.2. ANÁLISIS Y USO.....	35
3.8. EL MATERIAL Y LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD	36
3.9. AUSENCIA DE LA INSPECCIÓN DE RECEPCIÓN.....	36
3.9.1. LA RECEPCIÓN ACTUAL	37
3.10. LA REPARACIÓN.....	38
3.10.1. SERVICIOS PRESTADOS POR TURBIMECA A LA UNIDAD DE TURBOMÁQUINAS	39
3.11. NOTAS DE ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO	39
3.12. EL RECHAZO PIEZAS A REPARAR	42
3.13. DETERMINACIÓN DE LA CONDICIONES DE REPARABILIDAD, DESECHABILIDAD Y REUSABILIDAD.....	42
3.14. EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LA REPARACIÓN	43
3.15. EL ALMACENAMIENTO	44
3.16. EL SEGUIMIENTO	46
CAPÍTULO IV: MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS DE CLASE MUNDIAL.....	48
4.0. GENERALIDADES	48
4.1. GESTIÓN DE CLASE MUNDIAL.....	48

4.2. MODELO PROPUESTO PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD, LA PROCURA, Y ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES	50
4.2.1. DEFINICIÓN DEL ACTIVO, EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES	52
4.2.1.1. PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	52
4.2.1.2. EVALUACIÓN DE LA CRITICIDAD	53
4.2.1.3. ESCALA DE PUNTAJE.....	54
4.2.2. COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN ÚTIL, INVESTIGACIÓN	55
4.2.3. FORMACIÓN DEL EQUIPO NATURAL DE TRABAJO	55
4.2.4. GENERACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE GESTIÓN.....	55
4.2.5. IMPLANTACIÓN SEGUIMIENTO, CONTROL Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	56
4.2.6. ACTUALIZACIÓN	57
4.2.7. INSUMOS PARA OTRAS GERENCIAS	57
CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS DE CLASE MUNDIAL PROPUESTO	58
5.0. GENERALIDADES	58
5.1. DEFINICIÓN DEL ACTIVO, EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES	58
5.1.1. ÁNALISIS DE CRITICIDAD	59
5.2. COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN ÚTIL, INVESTIGACIÓN	60
5.3. FORMACIÓN DEL EQUIPO NATURAL DE TRABAJO	61
5.4. GENERACIÓN DEL ELEMENTO DE GESTIÓN	63
CAPÍTULO VI: LA CALIDAD	64
6.0. GENERALIDADES	64
6.1. DEFINICIONES	64
6.2. PDVSA, NUOVO PIGNONE, TURBIMECA E ISO 9000	66
6.2.1. MANUAL DE INSPECCIÓN, ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	68
6.3. LOS ELEMENTOS DE LA NORMA ISO 9000.....	71
6.3.1. REVISIÓN DE CONTRATOS	71
6.3.1.1. REGISTROS DE REVISIÓN Y MODIFICACIÓN.....	73
6.3.2. IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD DEL PRODUCTO	73
6.3.2.1. LA IDENTIFICACIÓN Y EL MARCAJE.....	73

6.3.2.2. LA RASTREABILIDAD	74
6.3.3. PRODUCTOS SUMINISTRADOS POR EL COMPRADOR.....	74
6.3.4. CONTROL DE PROCESOS	75
6.3.5. INSPECCIÓN Y ENSAYOS	75
6.3.5.1. INSPECCIÓN Y ENSAYOS DE RECEPCIÓN, PROCEDIMIENTOS	76
6.3.5.2. CERTIFICADO DE LA CALIDAD.....	77
6.3.6. AUDITORÍA DE CALIDAD	77
6.3.6.1. ¿POR QUE AUDITAR?	78
6.3.6.2TIPO DE AUDITORÍAS	78
6.3.6.3. PLANIFICAR Y PROGRAMAR AUDITORÍAS	79
6.3.6.4. EL INFORME DE AUDITORÍA	79
CAPÍTULO VII: EL AMBIENTE ADECUADO, LA CALIDAD	80
7.0. GENERALIDADES	80
7.1. CONTRATOS DE REPARACIÓN Y ADQUISICIÓN.....	81
7.2. EL MATERIAL	83
7.3. CONTROL DE LA CALIDAD EN LOS TALLERES DE REPARACIÓN	83
7.3.1. AUDITORIAS DE LACALIDAD.....	84
7.3.2. EL AUDITOR DE LA CALIDAD Y LOS EQUIPOS NATURALES DE TRABAJO	85
7.4. DOCUMENTOS DE LA CALIDAD (PIEZAS NUEVAS Y REPARADAS)	86
7.5. ALMACENAJE.....	86
7.5.1. ESTABLECIMIENTO DE LA NECESIDAD	88
CAPÍTULO VIII: EL CÍCLO DE VIDA ÚTIL PROPUESTO.....	92
8.0. GENERALIDADES	92
8.1. FLUJOGRAMA.....	93
8.2. RECEPCIÓN.....	94
8.3. INSPECCIÓN DE DESMONTAJE.....	97
8.3.1. ENSAYO DE LÍQUIDO PENETRANTE.....	98
8.4. ALEACIONES Y LA MICROESTRUCTURAS	101
8.5. ESTUDIO DE REPARABILIDAD	106
8.5.1. CRITERIOS DE REPARABILIDAD.....	108
8.6. ESTUDIO DEL TIEMPO DE VIDA REMANENTE	112
8.7. EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PIEZAS	113

8.7.1. ¿QUÉ ES LA HOJA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL?	114
8.7.2. ¿QUÉ ES LA BASE DE DATOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PIEZAS?	114
8.8. IMPLANTACIÓN, SEGUIMIENTO, CONTROL, EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y ACTUALIZACIÓN DE LA GESTIÓN Y EL MANUAL	117
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFÍA.....	125

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mapa de localización geográfica de la Planta de Extracción Santa Bárbara.....	4
Figura 2. Organigrama de la Empresa.....	10
Tabla 1. Horas programadas para la ejecución de los mantenimientos.	19
Figura 3. Flujograma del Ciclo de Vida Útil Real	24
Figura 4. Flujograma del Modelo Propuesto del Ciclo de Gestión de la Calidad, Procura y Administración de Activos, o Ciclo de Gestión.	51
Figura 5. Compilación de Información.	60
Figura 6. Entes que Conforman el Equipo Natural de Trabajo	61
Figura 7. El Ambiente adecuado para	80
la aplicación del Manual	80
Figura 8. El mejor ambiente: La Calidad	81
Figura 9. Flujograma del Ciclo de Vida Útil Propuesto.....	93
Figura 10. Continuación del Flujograma del Ciclo de Vida Útil Propuesto	93
Figura 11. Curva Típica de Fluencia Lenta (Creep).....	105
Figura 12. Factores que afectan la Reparabilidad de la pieza	106
Figura 13. La Degradación de Material y sus posibles Consecuencias	108
Figura 14. Tabla de registro de la data, Base de Datos (BSC).....	115
Figura15. Consulta para Datos de la Pieza, , Base de Datos (BSC).....	115
Figura 16. Formulario para Incluir Datos de la Pieza, Base de Datos (BSC)	116
Figura 17. Formulario Principal para Acceso a los otros Formularios	116
Tabla 1. Horas programadas para la ejecución de los mantenimientos	19
Tabla 2. Costos de las reparaciones de Piezas Críticas.....	40
Tabla 3. Resultados del Análisis de Criticidad.	59

INTRODUCCIÓN

Entre los Mantenimientos que se ejecutan en la Planta de Extracción Santa Bárbara, podemos contar con aquellos que están involucrados con los Turbocompresores, que forman parte de los sistemas para Servicios de reinyección de Gas Residual y de Refrigeración con Gas Propano. Estos Mantenimientos exigen el cambio frecuente de las Piezas Críticas o Repuestos Mayores:

- Cesto Combustor.
- Pieza de Transición.
- Tobera de la Primera Etapa.

Dichas Piezas, presentan ciertas características que las hacen de sumo interés para la empresa, su alto costo, por ser de materiales especiales (Superaleaciones), de complicado diseño y manufactura, su difícil adquisición (son fabricadas en Italia), la condición de que pueden ser reparadas y reutilizadas en otras operaciones, con igual confiabilidad y seguridad que poseen al ser nuevas, etc.

Las piezas pasan por diferentes etapas en el transcurso de su Vida Útil, cumpliendo ciclos que se caracterizan por involucrar actividades técnicas y administrativas propias del manejo de estos repuestos. Tales actividades, han evidenciado problemas que dificultan la administración de estas piezas, y que han influido de manera negativa, en la calidad y seguridad de la ejecución de los propios mantenimientos, viéndose reflejado en grandes pérdidas económicas.

El propósito de este trabajo, consistió en la evaluación y mejora de lo que se denominó “El Ciclo de Vida Útil de las Piezas Críticas”, que se compone de una serie de etapas, por las que pasan las piezas desde que se adquieren hasta que se desechan. Un severo diagnóstico, permitió reconocer cada una de las debilidades de las etapas del ciclo, estableciendo sus causas y sus consecuencias, para posteriormente presentar las soluciones que se consideraran más adecuadas, bajo la figura de “propuestas de cambios técnicas y administrativas”.

En conocimiento que todo cambio está sujeto a enfrentar resistencia y a generar traumas o incomodidades, se estableció la necesidad de crear primero el “ambiente” más adecuado para la aplicación de estas propuestas, y segundo diseñar la forma de “gestionarlos”.

El establecer el Ambiente adecuado, se basó en definir cuales eran las condiciones mínimas de “Calidad” para facilitar estos cambios, y el como implementarlas, por lo cual se utilizó la norma ISO 9000 y las propias normas de la empresa, las relacionadas a almacenamiento, verificación de concordancia, auditorías, etc.

Con la idea de que todos los cambios, sean del ciclo o del ambiente, deben no sólo ser implantados si no mejorados, se diseño, propuso y aplicó parcialmente, un mecanismo de “Gestión de Activos”, tomando en cuenta los principios establecidos por la filosofía de “Clase Mundial”. La aplicación de este mecanismo permitirá entre otras cosas, dar continuidad a todos estos cambios, además de facilitar la mejora de las actividades en base a la evaluación y discusión crítica de los aciertos y errores de su aplicación, fomentando futuras investigaciones, bajo un esquema organizado y sustentado en la mejora continua y en la participación de todos los entes involucrados, el “Ciclo de Gestión de Activos”.

Como consecuencia de una primera aproximación a la aplicación del “Ciclo de Gestión de Activos” propuesto, se realizaron ciertas actividades que caracterizan al mismo, como la conformación de un Equipo Natural de Trabajo, conformado por miembros de los entes que están involucrados con las Piezas Críticas, que en diferentes reuniones aportaron ideas y compartieron inquietudes.

Como resultado de todo este trabajo, se estableció un compendio de propuestas, acompañadas de sus necesarias justificaciones, que establecen cambios positivos en el Ciclo de Vida Útil y en el Ambiente de aplicación de este, además se diseñaron dos herramientas útiles: la Base de Datos y la Hoja de Seguimiento y Control de Piezas, que permitirán realizar el rastreo y control de las piezas.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.0. GENERALIDADES

En este Capítulo, se explica de manera muy sencilla las características de la empresa: PDVSA-GAS, el producto: Líquido de Gas Natural y su proceso de producción: la Extracción.

1.1. RESEÑA HISTÓRICA

PDVSA-GAS se registró como filial de Petróleos de Venezuela en Noviembre de 1978, inicia sus actividades como operadora el 18 de Diciembre de ese mismo año. Teniendo su origen de la fusión de la CVP (Corporación Venezolana de Petróleo) con LLANOVEN. Posteriormente, el 1ro de Junio de 1986, se integra MENEVEN.

CORPOVEN, filial de PDVSA, arranca el 22 de Noviembre de 1985, el Complejo Criogénico de Oriente, integrado para ese entonces por las plantas de Extracción San Joaquín y Fraccionamiento de Jose.

Actualmente como parte del proceso de transformación de PDVSA, PDVSA-GAS es responsable del manejo de una infraestructura constituida por:

- Siete (07) plantas de extracción de líquidos, una ubicada en San Joaquín en el estado Anzoátegui.
- Dos (02) que corresponden al estado Monagas en Santa Bárbara y Jusepín.
- Cuatro (04) que están en el estado Zulia llamadas: Lamar Líquido, Lama, Tablazo y Tía Juana.
- Tres (03) plantas de fraccionamiento, la de Jose en el estado Anzoátegui y las de Ulé y Bajo Grande en el estado Zulia.

Estas instalaciones producen diariamente cerca de 175 mil barriles de Líquidos del Gas Natural (LGN), de los cuales 117 mil barriles, aproximadamente, satisfacen la demanda interna y de 58 mil barriles se destinan a exportación.

Los Líquidos del Gas Natural integrados por etano, propano, butano y otros componentes hidrocarburos más pesados, son utilizados en el mercado interno como combustible y materia prima y un 34 por ciento de la producción nacional se dedica a mercados internacionales.

Venezuela posee una capacidad total de procesamiento de 4 mil millones de pies cúbicos estándar diarios y una capacidad de producción de líquidos del gas natural (LGN) de 254 mil barriles diarios.

La planta de Extracción Santa Bárbara, parte esencial de todo este grupo, entró en funcionamiento en Febrero de 1994, al ponerse en operación el primer tren de extracción de gas natural (tren A) con una producción asociada de 400 MMPCND (millones de pies cúbicos normales por día). En Agosto de 1995, entra en operación el segundo tren de proceso (tren B), elevando así la capacidad de procesamiento de gas de la planta a 800 MMPCND aproximadamente. En Agosto de 1996, luego de un estudio de factibilidad, se incrementó la producción de la planta por encima de su condición de operación de 800 a 840 MMPCND

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.2.1. LOCALIZACIÓN

La Planta de Extracción Santa Bárbara, se encuentra ubicada al Sudoeste del Estado Monagas, a 65 Kilómetros de la ciudad de Maturín, entre las localidades de Santa Bárbara y Aguasay. Y tiene como fin primordial, condensar los líquidos e Gas Natural provenientes de



los campos más ricos de las áreas del Norte de Monagas, procesando gas con un GPM (galones de líquidos condensables por mil pies cúbicos de gas medidos a condiciones estándar) promedio de 2.6.

Figura 1. Mapa de localización geográfica de la Planta de Extracción Santa Bárbara

1.2.2. GENERALIDADES DEL GAS

El Gas Natural es una mezcla de hidrocarburos gaseosos, producidos por la transformación lenta de la materia orgánica animal y vegetal, especialmente de especies marinas microscópicas, sepultadas durante millones de años a grandes profundidades. La mezcla compuesta, en su mayor proporción (80%) metano (CH_4) y en proporciones, menores y decrecientes, hidrocarburos como etano, propano, butano, pentano y gasolina natural.

La mezcla contiene, generalmente, impurezas tales como vapor de agua, sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, nitrógeno y helio, su composición suele clasificarse en base a tres grupos, los compuestos que se aprovechan mayormente como combustibles y materia prima, los que actúan como diluyentes y un tercer grupo al cual se le denomina contaminantes. Conforma, el Gas Natural con el carbón, petróleo y bitumen el grupo de combustibles fósiles, los cuales han hecho posible el progreso acelerado de la humanidad en los últimos trescientos años.

A su valor como energía limpia, económica y abundante para uso doméstico, comercial e industrial se añade su importancia como sustituto de la gasolina en el transporte automotor y materia prima en la industria petroquímica. Según la opinión de los científicos, la vida en la tierra se inició hace aproximadamente tres mil quinientos millones (3. 500. 000. 000) de años.

El Gas natural, es sometido a varias operaciones de acondicionamiento. En primer lugar, el tratamiento para la eliminación de impurezas. Luego, el procesamiento para generar los productos requeridos por el mercado. El tratamiento depende de la cantidad y tipo de impurezas que contiene el gas.

Las impurezas más frecuentes que se encuentran en el Gas Natural son agua, dióxido de carbono, nitrógeno compuestos de azufre y helio. De igual manera, el agua debe eliminarse para impedir la formación de hidratos: estos son combinaciones de metano y agua que cristalizan a temperaturas moderadamente bajas (común en las plantas de acondicionamiento) y pueden causar problemas por el taponamiento de tuberías y equipos. El agua se elimina poniendo el gas en contacto con compuestos secadores.

El dióxido de carbono, algunos compuestos de azufre, el nitrógeno y el helio afectan la eficiencia del transporte por tuberías y las calidad de la combustión de los hidrocarburos. Se eliminan mediante reacciones físicas y químicas en procesos de absorción y de adsorción. El helio y el dióxido de carbono tienen un valor comercial y se recuperan para la venta cuando existen en proporción importante. El sulfuro de hidrógeno (H_2S) tiene propiedades tóxicas y corrosivas y es inaceptable en los productos comerciales, en cantidades pequeñas puede ser quemado y botado a la atmósfera. Cuando se dispone de cantidades significativas, se descompone la molécula mediante procesos de conversión química y se obtiene azufre puro con valor comercial.

“El procesamiento tiene por objeto la separación y fraccionamiento de los componentes del Gas Natural. Los productos resultantes son gasolina natural, gas licuado del petróleo y gas natural para el transporte por tuberías.”

1.2.3. EL PROCESO

Mediante el procesamiento del Gas Natural, es posible separar el metano de otros componentes más pesados y licuables, proceso que se efectúa en una primera etapa, en plantas criogénicas donde se extraen variados componentes que forman los denominados Líquidos del Gas Natural (LGN) y los cuales, a su vez, son fraccionados en una segunda etapa, en plantas también criogénicas.

Al gas remanente o resultante del proceso de extracción mencionado, se le denomina “Gas Seco” o Residual y está conformado básicamente por metano, siendo el que normalmente se envía a los centros de consumo a través de los sistemas de transmisión y de distribución, o en su defecto, se almacena para su posterior licuefacción y exportación a través de buques metaneros, se reinyecta al subsuelo utilizándose para el levantamiento artificial de pozos y recuperación secundaria o simplemente también se reinyecta como una reserva para cubrir picos de demanda en la transmisión.

El caso de la planta de extracción Santa Bárbara se ubica en la primera etapa, de Extracción de LGN del Gas Natural, que previamente es filtrado, deshidratado y endulzado (remoción de H_2S), en el Complejo Operativo Muscar, que está enmarcado dentro de la Zona Norte del estado Monagas y pertenece a la Unidad de Planta del Distrito Operacional Punta de Mata, PDVSA (Exploración y Producción), este recolecta, acondiciona y maneja u

promedio de 2340 MMPCND de Gases Asociados a 506 MBD de petróleo, segregado en tres grandes corrientes:

- ✓ 1000 MMPCND para recuperación secundaria a 9000 Psig.
- ✓ 860 MMPCND para la Planta de Extracción Santa Bárbara.
- ✓ 480 MMPCND para la Planta de Extracción San Joaquín.

El LGN es enviado a la segunda etapa, de fraccionamiento, en la Planta Criogénica ubicada en el Condominio (Complejo) de Jose, que se encuentra a un lado de la autopista que une Puerto Píritu y Barcelona, Estado Anzoátegui. Allí se separan los productos condensables que tienen fines petroquímicos y combustibles.

La recuperación del LGN (Líquido de gas natural), no es más que el proceso llevado a cabo para separar este líquido (desde C₃ hasta C₆ con trazas de C₂) del gas seco (C₂ y C₁ con trazas de C₃), ambos compuestos son parte del Gas Natural. Realizándose esta separación gracias a la disminución de temperatura de la sustancia, de manera tal que se condensen las fracciones deseadas de hidrocarburos. A continuación se da una breve explicación del proceso que se lleva a cabo en la Planta de Extracción Santa Bárbara para la obtención de los productos antes mencionados.

El gas que alimenta la planta es suministrado a 1200 Psig y 120 °F a través de un gasoducto de 36 plg de diámetro desde los múltiples de segregación del Complejo Operativo Muscar. El gas de alimentación entra a la trampa de líquido de 36" (D8-13.0105) donde se remueve cualquier tipo de arrastre de impurezas sólidas y líquidos libres contenidas en el gas natural.

Cada tren de proceso está diseñado para una carga de 400 MMPCND que pasa por un proceso de Deshidratación por Absorción con Tri-etylén glicol (TEG) en el contactor de glicol (D8-11.0302), para reducir el contenido de agua del gas, desde 90 Lbs de agua/MMPCND hasta 4 Lbs de agua/MMPCND.

El gas es sometido a un primer enfriamiento desde 120 °F a 90 °F, a través de un intercambiador (chiller) de alta presión gas/propano (D2-11.0301). El gas pasa por un segundo proceso de Deshidratación selectivo de Adsorción a través de un sistema de Tamices Moleculares (D8-11.0314/15/16) cuyo objetivo es reducir el contenido de agua del Gas Natural a niveles de 0.1 ppmv.

El gas deshidratado proveniente de los tamices moleculares, se divide en dos corrientes, una de las cuales (126 MMPCND) pasa a través de un intercambiador de placas (D2-11.0304), enfriándose hasta -1°F . La otra corriente de gas (273 MMPCND) pasa a través de los intercambiadores laterales (D2-11.0305/06) de la columna de recobro, enfriándose hasta 30°F . Posteriormente las corrientes antes mencionadas se mezclan y son enfriadas en un segundo intercambiador (chiller) de alta presión gas/propano (D2-11.0303), desde 20°F hasta alcanzar una temperatura de -4°F .

La mezcla de gas y líquido obtenida es separada en un separador bifásico (D8-11.0320). La corriente de líquido es sometida a un proceso de expansión desde 1140 Psig y -4°F a través de una válvula Joule Thompson para alcanzar 440 Psig y -47°F que luego es alimentada al plato # 5 de la columna de recobro.

La fase gaseosa compuesta por 292 MMPCND es dividida nuevamente. Una de las corrientes (173 MMPCND) es alimentada al Turbo-Expansor (D4-11.0301), y la otra (119 MMPCND) es sometida a un nuevo enfriamiento en el Intercambiador de placas (Caja Fría); donde disminuye su temperatura desde -4°F hasta -87°F estas temperaturas tan bajas se alcanzan debido a la concentración de grandes áreas de intercambio de calor, luego por medio de una válvula Joule Thompson se expande desde 1140 y -87°F hasta 440 Psig y -118°F , está se constituye en la corriente de reflujo de la Columna de Recobro.

La corriente alimentada al Turbo Expansor disminuye su presión desde 1140 hasta 440 Psig, con la consiguiente disminución de temperatura de -4°F a -70°F . Esta corriente es alimentada al primer plato de la Columna de Recobro. La columna de recobro (D8-11.0321) separa aproximadamente el 92% de Propano de la corriente de alimentación. En ella se controla la relación C_1/C_2 en 0.14 por medio de calentamiento (en los rehervidores, cuyo fluido de calentamiento es aceite térmico) del fondo de la columna a 78°F , y obteniendo en el tope -101°F . La corriente de tope de la columna es la línea fría para el intercambio de calor en el Intercambiador de placas.

Se tiene especial cuidado para la estabilidad del proceso, las condiciones de operación de la columna, por lo que se mantiene en el tope un mínimo de 20°F por encima de la temperatura de congelamiento del CO_2 . El líquido de fondo de la columna de recuperación entra a la torre Desmetanizadora (D8-11.0322).

Esta columna lleva a especificación de calidad el LGN controlando la relación C₂/C₃ en 0.02 (2% máximo de etano) valor máximo permitido en la Planta de Fraccionamiento Jose. Opera a 440 psig en el tope y a 445 psig en el fondo para el modo rechazo de Etano. El reflujo de la torre 1143 Gpm es garantizado por un condensador parcial (D2-11.0308) que utiliza propano de baja presión. El producto de fondo es calentado por dos rehervidores de aceite (D2-11.0309.1 y 2) para así mantener la relación C₂/C₃ del producto en especificación (< 2 % molar en C2).

El gas que sale de la columna de recobro (319 MMPCND) a -101 °F retira calor en el intercambiador de placas saliendo a 54 °F. Esta corriente se mezcla con 39.8 MMPCND de gas que proviene del tope de la columna Desmetanizadora. Esta corriente de gas residual ó metano pasa al compresor asociado al Expansor (D4-11.0301), donde se comprime hasta 484 psig.

Se toman 8.7 MMPCND para cumplir con los requerimientos de la planta en gas combustible y 11 MMPCND para ser utilizados como gas de regeneración de los tamices moleculares. Después de la regeneración, el gas húmedo a 120 °F se mezcla con el flujo principal para su compresión final.

El flujo total de gas metano es de 350 MMPCND y es comprimido por dos compresores de una sola etapa (D4-11.0302/03) hasta 1200 psig. Luego es enfriado por unos ventiladores (D2-11.0314/19) hasta 120 °F, para dirigirse a la tubería de gas a ventas.

Para lograr recuperar el LGN, es necesario llevar el Gas Natural a temperaturas criogénicas, en un rango de temperatura de -110°F hasta -150°F. Por ello es necesario deshidratar el Gas Natural, convirtiéndolo en gas seco, ya que de no ser así, se formarían hidratos (compuestos de agua e hidrocarburos en fase sólida), que complicarían el proceso, es por ello que la primera fase de este, es la deshidratación del gas.

1.3. ORGANIGRAMA

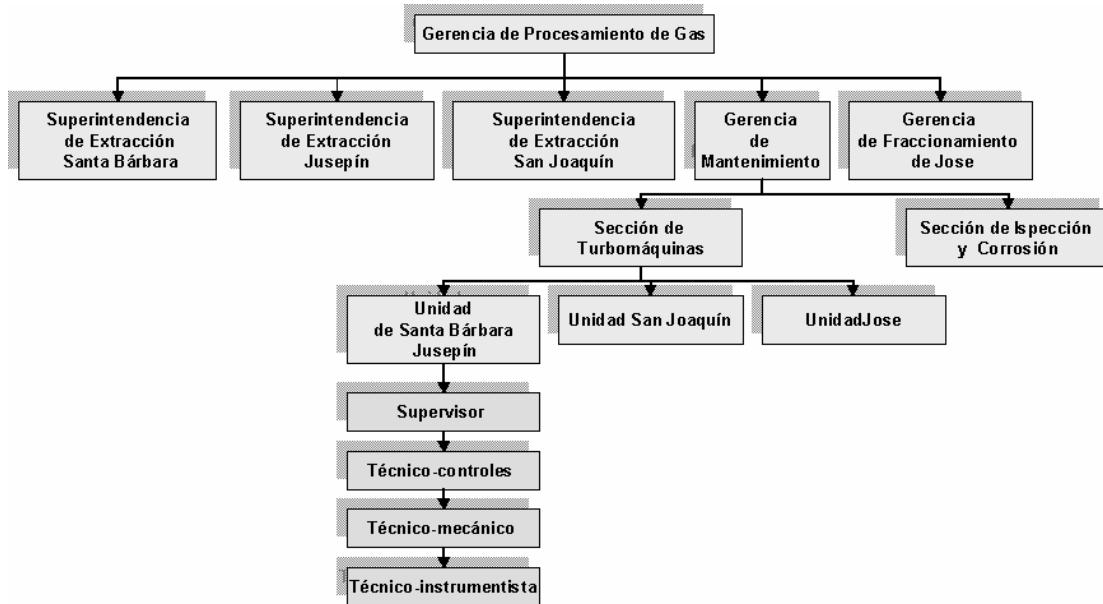


Figura 2. Organigrama de la Empresa

1.4. MISIÓN

Somos una empresa comercial, cuyo accionista es el estado venezolano, que explora, produce, transporta, procesa, distribuye y comercializa Gas Natural y sus derivados, de manera rentable, segura y eficiente, con calidad en sus productos y servicios, en armonía con el ambiente y la sociedad, que propicia un clima organizacional favorable para nuestros trabajadores y promueve la incorporación del sector privado en el desarrollo de la Industria del Gas.

1.5. VISIÓN

Ser un conglomerado de empresas flexibles, dinámicas e innovadoras, de capital mixto, con socios de alta capacidad técnica y financiera, que participan en negocios de gas y conexos, que valorizan su base de recursos, comprometidas con la protección del ambiente, líderes y suplidoras preferidas en el mercado nacional y de exportación, ofreciendo productos y servicios de alta calidad, apoyados por tecnología de punta y un recurso humano altamente calificado y de elevadas convicciones éticas.

CAPÍTULO II: EL MANTENIMIENTO DE LOS TURBOCOMPRESORES

2.0. GENERALIDADES

Este Capítulo, se refiere a la actividad que establece la necesidad de la elaboración de este trabajo: El mantenimiento de los equipos turbocompresores, a los cuales pertenecen las piezas en estudio. Para ello, se hace una descripción breve de los entes involucrados, cual y como es su participación, a los equipos, y las características básicas de los propios mantenimientos relacionados con estos últimos, lo que facilitará el entendimiento posterior de los planteamientos hechos en este trabajo.

2.1. DEFINICIONES

ISED: término genérico para referirse a Infraestructuras, Sistemas, Equipos y Dispositivos.

Mantenimiento: es el conjunto de actividades y procesos estratégicos realizados para conservar y/o restablecer infraestructuras, sistemas, equipos y dispositivos (ISED) a una condición que les permita cumplir con las funciones requeridas dentro de un marco económico óptimo y de acuerdo a las normas técnicas y procedimientos de seguridad establecidos.

Filosofía de Mantenimiento: es la identificación de los principios con respecto a las actividades de mantenimiento, a través de las cuales se pueden formular efectivas políticas de gerencia de mantenimiento.

Política: es una orientación clara hacia donde deben dirigirse todas las actividades de un mismo tipo. No dice como proceder (eso lo dice el procedimiento).

Políticas de Mantenimiento: son los lineamientos para lograr los objetivos de mantenimiento.

Falla: es la terminación de la capacidad de un equipo para realizar una función requerida.

Mantenimiento de Clase Mundial: se refiere a la aplicación de las 10 mejores prácticas identificadas por la North American Excellence Maintenance Award, las cuales son manejadas por la mayoría de las empresas líderes en mantenimiento a nivel mundial.

Seguridad de los Procesos (GSP): Abarca todas las normas y lineamientos establecidos en la Gerencia de la Seguridad los Procesos. Es la aplicación, por el custodio, de una variedad de principios y sistemas administrativos para la identificación, administración y control de los riesgos asociados a los procesos industriales en las fases de diseño, construcción, arranque, operación, inspección, mantenimiento, modificación de las instalaciones y desmantelamiento, a objeto de evitar la ocurrencia o reducir las consecuencias de escapes de sustancias tóxicas, reactivas, inflamables o explosivas que pudieran resultar en accidentes severos, mayores o catastróficos.

De acuerdo a la Gerencia de Mantenimiento los tipo de mantenimiento se refiere a la forma o enfoque con el que se establece el mantenimiento a realizar en un equipo dado. Es conveniente identificar inicialmente el tipo de equipo , es decir, si es dinámico o estático, ya que el énfasis de las metodologías y técnicas usadas pueden diferir entre ambos.

Mantenimiento Correctivo: Es el mantenimiento que se ejecuta después de la aparición de una falla para restablecer un ISED a una condición en la cual pueda cumplir la función requerida.

Mantenimiento Preventivo: Es el mantenimiento que se ejecuta a intervalos predeterminados y/o de acuerdo a criterios prescritos, utilizando los medios adecuados, para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones, sustitución de piezas, probabilidad de aparición de fallas , vida útil, etc., con el objeto de reducir, predecir y/o prevenir fallas, o detectarlas en su fase incipiente, evitando así la degradación o deterioro del ISED y sus consecuencias negativas para el proceso.

Inspección de equipos e instalaciones: es la inspección visual y con herramientas especializadas de equipos e instalaciones, con el fin de determinar su grado de deterioro y desgaste e identificar los trabajos requeridos para de reparación o reemplazo.

- Inspección en pre-parada: inspecciones realizadas antes de las paradas de reacondicionamiento programadas. Permiten planificar y programar el reemplazo y reacondicionamiento mayor de equipos e instalaciones a realizar durante la parada. Se realizan generalmente un año antes del mantenimiento mayor.
- Inspección en parada o mantenimiento mayor: inspecciones realizadas a instalaciones fuera de operación y durante las paradas de reacondicionamiento, para realizar una

inspección total de las mismas, cubriendo partes internas, externas, sistemas de tuberías y estructurales, etc. Según el comportamiento histórico y el tipo y condiciones de los equipos e instalaciones, la frecuencia oscila entre 5 y 10 años.

Ensayos usados en las inspecciones:

- ✓ Inspección visual.
- ✓ Inspección con Ultra sonido.
- ✓ Tintes penetrantes.
- ✓ Termografía.
- ✓ Radiografía.
- ✓ Inspección electromagnética.

Mantenimiento basado en intervalos de tiempo (sistemático): Se refiere a los tipos de servicios de mantenimiento preventivo propiamente dichos, que van desde un nivel I a un nivel V, según el mayor grado de alcance y complejidad:

- ✓ Ciclos en días del calendario.
- ✓ Ciclos en horas de operación.

Nivel I: Intercambio de elementos consumibles y/o renglones simples que no requieren desmontaje o apertura del equipo. Conservación de funciones de apariencia.

Nivel II: Actividades menores de mantenimiento preventivo por condición no especializada (ocular, registro y control de parámetros operacionales) y frecuencia. Mantenimiento correctivo menor mediante el intercambio de elementos de estándares, conservación de función de control, contención y protección.

Nivel III: Mantenimiento preventivo por condición (inspección especializada) y frecuencia (sustitución y/o reacondicionamiento cíclico). Mantenimiento correctivo menor mediante reparación de componentes y/o intercambio de elementos funcionales. Conservación de funciones de control, contención y protección.

Nivel IV: Mantenimiento preventivo mediante ejecución de tareas de sustitución cíclica de sistemas y/o ensambles. Calibración y/o reglaje de dispositivos o aparatos de medición

empleados en las actividades de mantenimiento. Fabricación y/o reparación de piezas, armado y reparación de conjuntos.

Nivel V: Mantenimiento mayor para restitución total de las funciones del equipo a condiciones de capacidad de diseño. Reparaciones de Nivel IV a este nivel por razones económicas y/o de oportunidad.

Mantenimiento Mayor: Es el mantenimiento preventivo y/o correctivo que se ejecuta a una o varias instalaciones y/o sistemas para reestablecer y/o conservar sus condiciones operacionales y para ejecutar dicho mantenimiento se requiere para la producción de las instalaciones o sistemas.

2.2. LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO

La labor de mantenimiento es uno de los pilares fundamentales sobre los cuales descansa la actividad operacional de PDVSA y sus filiales. De ella depende en gran parte su integridad física, la durabilidad de las instalaciones, bienes y equipos que utiliza, la protección del medio ambiente que lo rodea y la rentabilidad de las operaciones que realiza.

El esfuerzo de mantenimiento exigido por la vastedad del territorio nacional donde se desenvuelven las operaciones y la complejidad de la instalaciones petroleras y petroquímicas, convierte al “mantenimiento eficiente” en un gran reto, al que constantemente se dedican importantes recursos financieros, técnicos y humano, para garantizar la continuidad operacional y mantener en el mercado nacional e internacional la confianza en el suministro y la seguridad en la calidad de nuestros productos.

Por todo lo anterior, PDVSA introdujo en su estructura administrativa y operativa a la Gerencia de Mantenimiento (GM), la cual debe asegurar cubrir efectivamente estas necesidades de mantenimiento, bajo la planificación, la programación, la normalización, el diseño de procedimientos y en fin toda práctica que facilite y mejore la conservación de todos los equipos e instalaciones, y la continuidad de los diferentes procesos y operaciones de la empresa.

2.2.1. OBJETIVOS DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Los objetivos primordiales de la Gerencia de Mantenimiento pueden resumirse de la siguiente manera:

- Respaldar las operaciones, asegurando la máxima disponibilidad y el funcionamiento confiable y eficiente de los equipos e instalaciones, con el objeto de alcanzar los niveles de producción, potencial y suministro de esperados, al menor costo posible.
- Mantener los equipos e instalaciones de acuerdo a los patrones establecidos por PDVSA en cuanto a seguridad del personal, protección ambiental e imagen de la empresa, cumpliendo a su vez con normas reguladoras establecidas por el Estado y Organismos Internacionales.
- Ser una empresa líder en mantenimiento, a través del logro y aplicación de las mejores prácticas de Clase Mundial (MCM).
- Suplir los servicios indispensables para la continuidad operacional de las instalaciones, protegiendo las inversiones de capital.

2.2.2. LA UNIDAD DE TURBOMÁQUINAS (Santa Bárbara)

La Unidad de Turbomáquinas esta destinada a programar, y ejecutar de los mantenimientos de las turbinas. Hoy en día esta Unidad pertenece a la Sección de Turbomáquinas, dependiente a su vez, de la Superintendencia de la Gerencia de Mantenimiento.

La labor de la Unidad de Turbomáquinas se basa en planificar los distintos tipos de mantenimiento preventivos o correctivos, que anualmente esta misma ejecuta de acuerdo a referencias técnicas tales como, recomendaciones del fabricante dadas en los manuales de mantenimiento de cada uno de los equipos de acuerdo a su marca y modelo, y a la experiencia y preparación del Recurso Humano, considerando siempre las Políticas de mantenimiento establecidas por la Gerencia de Mantenimiento de PDVSA.

2.2.3. LA UNIDAD DE INSPECCIÓN Y CORROSIÓN (Santa Bárbara)

Esta Unidad dependiente de la Sección de Inspección y Corrosión de la Superintendencia de la Gerencia de Mantenimiento, tiene como objetivo, realizar cada una de las actividades de inspección de equipos, partes e instalaciones. Estas, deben realizarse de acuerdo a los programas de mantenimiento de los equipos que integran el sistema de producción de la

Planta de Extracción Santa Bárbara, con el fin de asegurar su máxima calidad . Esta, ejecuta las pautas a seguir para las actividades de inspección de los equipos, partes e instalaciones durante la ejecución de los distintos mantenimientos, dictadas por la Gerencia de Mantenimiento y la sección a la cual pertenecen. Esta unidad cuenta con el Recurso Humano especializado en materiales e inspecciones, que hacen posible la realización de las actividades.

2.3. TURBOCOMPRESORES DE SERVICIOS DE GAS RESIDUAL Y DE GAS PROPANO

Existen dentro del proceso de Planta, los denominados equipos turbocompresores Nuovo Pignone (General Electric), para los Servicios de reinyección (Gas Propano) y de refrigeración (Gas Residual).

Para el Servicio de Gas Propano se cuenta con dos (02) turbocompresores, por cada tren de producción (A y B) modelo PGT5, de igual manera se tienen dos (02) turbocompresores, por cada tren de producción (A y B) modelo PGT10 para el Servicio de Gas residual, lo que hace un total de ocho (08) máquinas turbocompresores, que forman parte del parque.

2.3.1. NUOVO PIGNONE (Fabricante)

Fundada en el año 1842 en Florencia. Actualmente es propiedad de General Electric Oil & Gas Center, cuenta con equipos tales como: turbomáquinas, compresores, bombas, válvulas, y equipos de distribución de combustibles. Con instalaciones de más de 20.000 maquinas en todas partes del mundo. Esta empresa es una de las principales suplidoras de equipos y servicios en la industria del gas y el petróleo. Nuovo Pignone, reconocida a nivel mundial a logrado establecer para sus actividades la aplicación de la Norma ISO 9000.

2.3.2. TURBOCOMPRESORES SERVICIO DE GAS PROPANO (Modelo PGT5)

Para reducir la temperatura del Gas Natural (Gas de Alimentación), se tiene a disposición un sistema de refrigeración, en el que el Propano es el refrigerante. Y la etapa de compresión está a cargo por equipos turbocompresores, modelo PGT5. Para mayor información técnica de los equipos consultar el Apéndice 1.

2.3.3. TURBOCOMPRESORES SERVICIO DE GAS RESIDUAL (Modelo PGT10)

El Gas Residual, obtenido como consecuencia de la recuperación del LGN, debe ser reintegrado al Sistema de Gaseoducto Nacional, a una presión de 1.200 Psi, sin embargo, el gas al pasar por las diferentes etapas del proceso, tiene caídas de presión considerables. Los turbocompresores PGT10 están destinados al aumento de la presión para la reintegración del gas al sistema. Para mayor información técnica de los equipos consultar el Apéndice 1.

2.4 . EL MANTENIMIENTO DE LOS TURBOCOMPRESORES

Los mantenimientos, se basan en los criterios y recomendaciones ofrecidos por el fabricante de los equipos, Nuovo Pignone, bajo la premisa de respetar las Políticas de Mantenimiento de la Gerencia de Mantenimiento.

El principio fundamental es el de programar y ejecutar mantenimientos preventivos. Estos se ejecutan a intervalos predeterminados y/o de acuerdo a criterios prescritos, utilizando todos los medios disponibles, para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones, sustitución de piezas, además de detectar las fallas en su fase incipiente, evitando así la degradación o deterioro de los equipos y sus consecuencias negativas para el proceso.

Para estos turbocompresores se han aceptado y establecido tres (03) mantenimientos preventivos: Zona de combustión, Paso de gases calientes y Mayor, estos se ejecutan con intervalos de tiempo de operación de cada 8.000 horas. Los mantenimientos se consideraron viables en base a las condiciones de operación, el mínimo stock requerido según los alcances de inspección y reemplazo, y a los costos asociados a estas actividades.

Los distintos tipos de mantenimientos, se diferencian de acuerdo los alcances establecidos, tal que estos están claramente definidos de acuerdo a las piezas o partes han de ser reemplazadas y/o inspeccionadas sin desmontar, para verificar su adecuado estado, y así asegurar la continuidad de la operación del equipo.

Para cada actividad de mantenimiento es importante tomar en cuenta ciertas partes las cuales según su función dentro del equipo y de acuerdo a los alcances de cada actividad misma, se hace fundamental inspeccionarlas y/o reemplazarlas, esto último si fuera preestablecido en los programas de mantenimiento o estrictamente necesario según los resultados de las inspecciones.

Las partes a ser inspeccionadas, de acuerdo a cada mantenimiento, son las siguientes:

- Mantenimiento de Zona de Combustión (ZC): Para esta actividad se debe tener sumo cuidado en la inspección de todas las partes que puedan ser afectadas directamente por efectos de la combustión, las cuales serán reemplazadas de acuerdo al programa y más estrictamente según los resultados de las inspecciones:

Inyectores de gas combustible.

Quemadores .

Detectores de flama.

Cesto combustión

Pieza de transición

Tobera de la primera etapa.

- Mantenimiento de Pasos de Gases Calientes (PC): Se ejecutan las mismas actividades que en el mantenimiento de Zona de combustión, con la diferencia de que se le suma la inspección de los alabes da la turbina, para realizar estas inspecciones es necesario desarmar las carcasas de las turbinas de alta y baja presión, las toberas de primera y segunda etapa deben ser removidas. En este caso se recomienda el cambio seguro de la pieza de transición y del Cesto Combustor.
- Mantenimiento Mayor (M): la inspección en este caso incluye los mantenimientos de combustión y de paso de gases calientes, adicionando caraza, rotores, y todo el resto de las partes mayores.

Las actividades más resaltantes, en lo que refiere a los alcances de los mantenimientos, es el reemplazo de las piezas llamadas Críticas o Calientes: Cestos Combustores (CC), Piezas de Transición (PT) y Toberas de la primera Etapa (T1E), (ver anexos 1.1 y 1.2). Las piezas antes mencionadas son reemplazadas de la siguiente forma, según sea el mantenimiento a ejecutar, y se hace de la siguiente forma:

Servicio de Gas Propano, modelo PGT5:

- Mantenimiento de Zona de Combustión: Cesto Combustor.
- Mantenimiento de Paso de Gases Calientes: Cesto Combustor, Pieza de Transición y Tobera de la primera Etapa, en este mantenimiento las piezas entrantes, los reemplazos, pueden ser piezas reparadas.
- Mantenimiento Mayor: Cesto Combustor, Pieza de Transición y Tobera de la primera etapa, en este mantenimiento las piezas entrantes deben ser estrictamente nuevas.

Servicio de Gas Residual, modelo PGT10:

- Mantenimiento de Zona de combustión: Cesto Combustor y Pieza de Transición.
- Mantenimiento de Paso de Gases Calientes: Cesto Combustor, Pieza de Transición y Tobera de la primera etapa (en este mantenimiento las piezas entrantes pueden ser piezas reparadas).
- Mantenimiento Mayor: Cesto Combustor, Pieza de Transición y Tobera de la primera etapa (en este mantenimiento las piezas entrantes deben ser nuevas).

Los programas de estos mantenimientos son diseñados tratando de respetar los intervalos de operación recomendados tanto por el fabricante como por la experiencia de quienes establecen estos programas, intervalos de 8.000 horas, según la siguiente distribución:

Mantenimiento de Zona de combustión	8.000 Horas cumplidas
Mantenimiento de Paso de gases calientes	16.000 Horas cumplidas
Mantenimiento de Zona de combustión	24.000 Horas cumplidas
Mantenimiento de Mayor	32.000 Horas cumplidas

Tabla 1. Horas programadas para la ejecución de los mantenimientos.

Diferentes entes (Unidad de Turbomáquinas, Unidad de Inspección y Corrosión, Bariven, TURBIMECA, Fabricante-Nuovo Pignone) están involucrados de manera directa, y sus funciones son de suma importancia en la ejecución de los mantenimientos de los turbocompresores, cada una de las partes cumple un papel fundamental en el buen desarrollo de estas actividades, teniendo así responsabilidades que repercuten en una mayor eficiencia del desarrollo de los mantenimientos.

CAPÍTULO III: EL CICLO DE VIDA ÚTIL ACTUAL DE LAS PIEZAS CRÍTICAS

3.0. GENERALIDADES

En este Capítulo, se encuentra el diagnóstico que se realizó, en este trabajo, al Ciclo de Vida Útil actual de las Piezas Críticas. La descripción de sus etapas, las actividades que la caracterizan, la identificación de sus debilidades y las consecuencias técnicas y administrativas de estas, siendo la justificación de los cambios propuestos más adelante. Es necesario resaltar que las notas llamadas “*Observación*” o las frases escritas con *letra cursiva*, reflejan y resumen el diagnóstico parcial hecho a cada etapa, permitiendo identificar rápidamente el problema y sus consecuencias.

3.1. DEFINICIONES

Materiales: productos comprados, reparados por solicitud de Bariven S.A. o transferidos entre diferentes instalaciones de PDVSA, ya sea que se trate de suministros, equipos, repuestos, químicos u otros.

Piezas Críticas de Turbocompresores: Se consideran piezas críticas de los turbocompresores PGT5 y PGT10, el Cesto Combustor, la Pieza de Transición, la Tobera de la primera etapa. Estas piezas que para cualquier turbina se consideran piezas calientes, a razón de ser en el sistema de combustión y de generación de potencia, las que están expuestas a los más altos niveles de temperatura, de 550 °C a 750 °C, PGT5 y PGT10 respectivamente, de acuerdo al modelo del equipo y otros factores como la carga y las características del combustible.

Son entonces, estas piezas, hechas de superaleaciones, consideradas críticas no tan sólo por sus condiciones de operación sino por sus altos costos (se aproximan a \$ 200.000), por lo difícil de su adquisición, por su geometría y por la condición de constante reemplazo según los alcances de los mantenimientos, ya antes descritos.

Especificación del material: se refiere a todos los requisitos exigidos en las condiciones contractuales del pedido de materiales, incluyendo las descripciones técnicas, documentos administrativos y técnicos a ser presentados junto al material, cláusulas de calidad .

Especificación técnica del material: se refiere a la descripción técnica del material que garantiza la adecuación del mismo a las condiciones de servicio específicas. Debe ser

mencionada en forma explícita y completa en el pedido ya que constituyen la obligación técnica contractual entre Bariven S.A. y el proveedor.

Verificación de concordancia: son todas aquellas actividades de validación e inspección ejecutadas para garantizar que el material recibido cumple con las condiciones contractuales del pedido, tanto técnicas como administrativas.

Inspección de recepción: Verificación de concordancia de los materiales con las especificaciones indicadas en las condiciones contractuales del pedido, que se realiza en los almacenes administrados por Bariven S.A. la misma puede ser básica o especializada.

Inspección en planta: Verificación de concordancia de los materiales con las especificaciones indicadas en las condiciones contractuales del pedido, que se realiza en las instalaciones de los proveedores de materiales, ya sean fabricantes, distribuidores o talleres de reparación.

Inspección básica: Actividad ejecutada por el almacenista recibidor a todos los materiales recibidos, sin importar su naturaleza o complejidad técnica. Consiste en la verificación del cumplimiento del material con las especificaciones suministradas, cubriendo:

- Revisión del estado general mediante la inspección visual, que incluye el acabado, las condiciones de embalaje, la identificación / marcaje, verificación el tamaño, presencia de roturas, golpes, deformaciones y demás daños evidentes.
- Verificación del cumplimiento con las cláusulas de preservación señaladas en el pedido.
- Inspección cuantitativa de los materiales para verificar las cantidades de los productos recibidos respecto a lo indicado en el documento.
- Verificación de la entrega de todos los documentos administrativos y técnicos requeridos.

Inspección especializada: Actividad ejecutada por el personal de Servicios Técnicos o por asesores del cliente u otras organizaciones facultadas para ello. Consiste en la verificación del cumplimiento del material con las especificaciones suministradas, incluyendo como mínimo lo siguiente:

- Verificación del estado general mediante inspección visual, que incluye el acabado, las condiciones de embalaje, la identificación / marcaje / estampes normalizados, evaluación de

discontinuidades y/o defectos superficiales respecto a los estándares establecidos, presencia de roturas, golpes, deformaciones y demás daños evidentes.

- Dimensionamiento especializado, con equipos de medición tales como calibradores (vernieres), galgas (gages), medidores de espesores de pared por ultrasonido, medidor de espesor de revestimientos y pinturas, etc.
- Ejecución e interpretación de ensayos destructivos y no destructivos, cuando aplique tales como corte, metalografía, ensayo de tracción, ensayo Charpy, pruebas de fuego, pruebas hidrostáticas y de funcionamiento, ultrasonido, tintes penetrantes, partículas magnéticas, radiografía, etc.
- Revisión de todos los documentos técnicos, tales como certificados de calidad (Material Test Reports) y garantía, certificados de materia prima y mecanizado. Esto es con el fin de validar el cumplimiento del material con las especificaciones y normas aplicables.

Nota de Inspección: es un documento de la Gerencia de Procesamiento de Gas que contiene los Alcances-Objetivos, Resultados, Conclusiones y Recomendaciones, de las Inspecciones de cada una de las partes evaluadas en un cierto mantenimiento.

Formato de Inspección de Campo Turbomáquinas: es el documento bajo el cual se rige el Inspector tomando en cuenta el Procedimiento de Inspección Turbomáquinas, para evaluar una pieza de cualquier equipo a la cual hacen los mantenimientos la Unidad de Turbomáquinas.

Discontinuidad: imperfección en el material que amerita su evaluación para definir su aceptación o rechazo.

Defecto: discontinuidad cuya magnitud excede los límites permisibles establecidos en las normas y demás documentos aplicables y que por tanto amerita el rechazo del material.

Rechazo: es la no aceptación de un material, sustentado en el incumplimiento de alguno(s) de los requisitos contractuales, tanto técnicos como administrativos, establecidos en los documentos de procura. El mismo ha de generar acciones tales como la reposición/reparaciones del material o la devolución cancelación de la procura.

Procedimiento: Documento donde se describe una actividad a realizar, indicando alcance, instrucciones, premisas, recursos, y responsabilidades, así como las interrelaciones otras organizaciones.

Instrucciones: Secuencia lógica de actividades breves y concisas, desarrolladas paso a paso utilizadas para completar una tarea bien definida con alcance limitado.

Especificaciones: Son los requisitos técnicos que debe cumplir un material, servicio, parte, componente o sistema de la planta.

Flujograma de instrucciones: Indica las actividades más resaltantes que se deben realizar. Se colocan los títulos de los bloques de instrucciones que conforman un procedimiento.

Preservación: Proceso mediante el cual los materiales o equipos son sometidos a acciones de protección, resguardo ó mantenimiento con el fin de asegurar la confiabilidad y disponibilidad de uso.

3.2. EL CICLO DE VIDA ÚTIL ACTUAL

Las piezas críticas pasan por una variedad de etapas, que van desde su adquisición hasta su desecho y desincorporación del inventario.

3.2.1. FLUJOGRAMA

En el Flujograma que se presenta a continuación (Fig.3) , se pueden observar cada una de las etapas que componen al Ciclo de Vida Útil da las Piezas Críticas. Estas etapas son de carácter tanto administrativo como técnico. Para efectos de este trabajo, describiremos y evaluaremos solo algunas, las más significativas con el fin de establecer sus defectos y sus posibles causas, estas etapas son, coincidiendo la numeración de la figura:

1. Adquisición.
2. Fabricación.
3. Recepción en planta.
4. Almacenaje e piezas nuevas, reparadas y usadas.
5. Inspección de montaje y montaje.
6. Reparación.

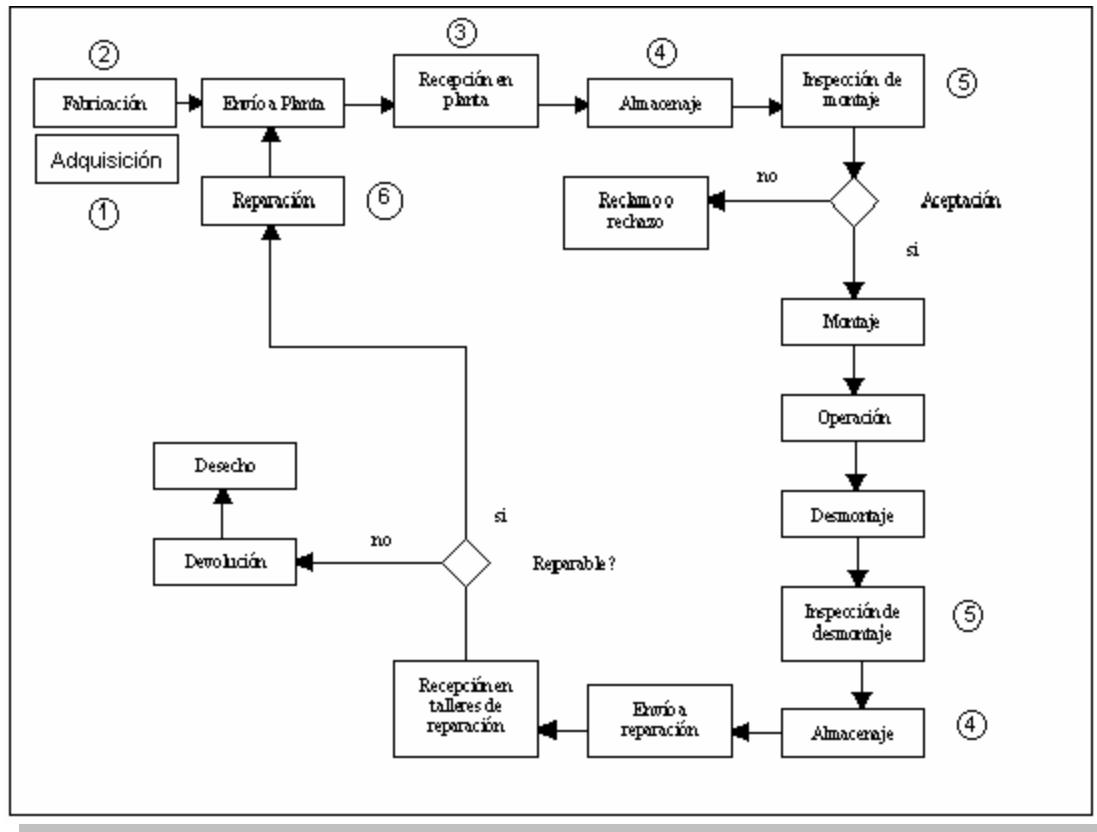


Figura 3. Flujograma del Ciclo de Vida Útil Real

3.3. LA ADQUISICIÓN

El Ciclo de Vida Útil, inicia con la adquisición de las piezas (1, de la Fig.3), las cuales le son solicitadas al fabricante de los equipos Nuovo Pignone, a través del servicio prestado por Bariven y PDVSA Services, filiales las cuales se encargan, la primera, en este caso, del manejo y análisis de materiales necesarios para la correcta ejecución de los mantenimientos y la segunda de hacer efectivas las transacciones comerciales y legales necesarias para que la pieza pueda ser adquirida y enviada a Venezuela.

El número de estas, el modelo de máquina a la cual pertenecen y el tipo, serán solicitadas por parte del personal de la Unidad de Turbomáquinas, de acuerdo a las necesidades que se presenten anualmente, según el programa de mantenimiento elaborado.

3.4. EL CONTRATO

Existe un contrato (Agreement number EA-00506) de 01/01/1995 entre Bariven/ PDVSA Services, Inc (registrada en la Cámara de Comercio de la Haya, Holanda). y General Electric Company Power systems Business (Nuovo Pignone), estando este en concordancia con las

leyes de la Republica de Venezuela. El contrato posee enmiendas, la segunda fechada Abril de 1998. En este contrato se establecen los términos y condiciones de la venta y adquisición de materiales. El contrato cubre las partes para bombas centrífugas, compresores y turbinas de gas y vapor. El contrato establece términos tales como:

- La exclusividad del servicio de reparación y suministro de los equipos PGT y compresores Nuovo Pignone.
- Acerca de los costos de las partes y sus condiciones de pago, descuentos sobre montos mínimos.

✓ Sección 5.4. Garantías, (Warranties):

C-i: El vendedor garantiza que los materiales son nuevos y de buena calidad, libres de defectos.

C-iii: las condiciones de los reclamos por defectos que puedan ser atribuibles al vendedor a pesar de los ensayos de control de calidad hechos por el mismo. Reclamos los cuales deberán hacerse en un lapso no mayor de 360 días o de caso contrario el vendedor no se hace responsable.

✓ Sección 5.12. confidencialidad, (Non-disclosure and Confidentiality):

Cualquiera información técnica suministrada por parte del vendedor al cliente-comprador no deberá ser dada a terceros o usada para cualquier otra cosa que no sea el que se lleve a cabo el suministro de materiales.

- Sección 5.5. Facilitar e inspecciones, (Expediting and Inspection): el comprador deberá facilitar de todas las evaluaciones que se hagan de los equipos y de la producción del mismo y de las inspecciones que se le hagan.

3.4.1 CERTIFICADOS DE CALIDAD E INFORMACIÓN TÉCNICA

Los detalles antes nombrados, son para evidenciar el trato que se le da a la adquisición y reparación de piezas, a los reclamos por defectos, la garantía del suministro de materiales nuevos y en buenas condiciones, y la existencia de información técnica que se puede

suministrar al cliente PDVSA, bajo condiciones de confidencialidad, además de ensayos de control de calidad.

Sin embargo no se encuentran en este, cláusulas o secciones que ofrezcan al cliente (PDVSA) la seguridad que recibirá junto con la pieza los Resultados o Reportes de los ensayos e inspecciones de calidad ni ningún tipo de certificado de la misma, lo cual es la situación actual:

Observación: *Ausencia de algún término en el contrato que establezca la obligatoriedad de la entrega de Documentos de Calidad al cliente.* (Ver Anexos 2, se puede observar los únicos dos documentos con los que la pieza llega a planta, es posible que ni siquiera llegue al menos uno).

De igual manera no se presenta en el contrato que tipo de Información Técnica se le suministrará al cliente PDVSA, así como a la que está obligado el cliente a facilitar al vendedor la información que se solicite, según la Sección 5.5 del contrato.

Observación: *Hay problemas en lo que refiere al acceso de información, tal es el caso que se desconoce la composición física y química del material con que están hechas cada una de las piezas.*

De igual forma en el transcurso de el desarrollo de este trabajo, se hizo difícil el acceso al histórico que posee el Taller de reparación de las piezas en Venezuela .

En entrevistas hechas al personal de diferentes áreas técnicas y administrativas de PDVSA Exploración y Producción entre ellas la Ingeniero Miguelina Curcio de Ingeniería de Materiales de y el Técnico Luis Silva (INTEVEP, Dpto. Ensayos no destructivos), se informó que en otras plantas de PDVSA se conoce la composición metalúrgica de estas piezas críticas para equipos similares (turbocompresores).

Esta información se utiliza para realizar diferentes ensayos que permiten evaluar la condición de cada pieza luego de pasar su periodo de operación y así establecer si es reparable o no.

Observación: *Estas situaciones, crean dependencia tanto técnica como administrativa, acerca de ciertas decisiones que se deban tomar por parte del personal de PDVSA, estando*

sujetas entonces a las limitaciones de información que presenten los talleres de reparación y el fabricante.

3.5. LA FABRICACIÓN

Las piezas son fabricadas (2, de la Fig.3) en Florencia-Italia, en los talleres del propio fabricante de los turbocompresores, estos son los únicos que pueden suplir esta tecnología tanto por su inexistencia en el mercado como por condiciones de contrato.

Se conoce que durante el proceso de fabricación se aplican diferentes ensayos e Inspecciones en Planta las cuales están dirigidas al control de la calidad y ala verificación de concordancia, *más no se hacen ningún tipo de auditorias o supervisiones de aseguramiento de la calidad tal como Inspecciones en planta, por parte del personal de PDVSA.*

Observación: *no es posible, verificar que realmente se apliquen los ensayos e inspecciones de calidad final, ni de proceso de fabricación, de igual manera no se verifica el envío a planta, junto con la pieza, de los documentos de la calidad o reportes de estos ensayos e inspecciones, ni ningún otro tipo de certificado de calidad, sumado a esto no se conoce con exactitud cuales son los procesos por los cuales pasa la pieza para el aseguramiento de la calidad.*

Este defecto se ha presentado bien sea por la ausencia de comunicación con el personal de planta de fabricación o por la falta de presencia de personal de PDVSA en esta, considerando que tal presencia ha sido nula.

Se presenta por lo tanto las siguientes situaciones:

Desconocimiento de los procesos de fabricación y de control de la calidad, y la ausencia de la verificación de despacho los Documentos de la Calidad en Planta, además las piezas nuevas son recibidas en Planta sin ningún tipo de reporte de la calidad.

Considerando las anteriores situaciones que se presentan por la ausencia en el contrato de términos que traten la entrega de Documentos de la Calidad y la composición metalúrgica de las Piezas Críticas, se establece lo siguiente: *Existen defectos en las especificaciones del material en el contrato establecido entre PDVSA y el Fabricante de las Piezas Críticas.*

3.6. SERVICIOS PRESTADOS POR BARIVEN A LA UNIDAD DE TURBOMÁQUINAS

Bariven (ver Apéndice1) trabaja en conjunto con la Unidad de Turbomáquinas, en todo lo referente a los materiales necesarios para mantener en correcto funcionamiento cada uno de los equipos involucrados, de acuerdo a los lineamientos de trabajo de ambos, ya antes mencionados.

Por los momentos, el personal de la Unidad de Turbomáquinas colabora de manera directa con el personal de Bariven, para el logro del objetivo común, que no es más que el tener a disposición el material adecuado, en las condiciones apropiadas y en el momento preciso, para cumplir eficientemente con las actividades de mantenimiento de los equipos turbocompresores.

Se realiza para esto actividades dirigidas mantener un inventario que cubra las necesidades de mantenimiento, a almacenar, junto al personal de los Almacén, las piezas en las condiciones adecuadas y cumpliendo con las exigencias de la Gerencia de Procesamiento de Gas, ejecutando de manera efectiva esto y otras actividades inherentes a los materiales tales como: recepción, preservación, inventariado, despacho, verificación y validación de documentos, caracterización, rechazo o reclamo además de facilitar todos los trámites legales (permisología, pago de impuestos y tributos fiscales, etc.) que sean necesarios a nivel Nacional para que las piezas sean introducidas al país, en el caso de las partes importadas (trabaja en conjunto con PDVSA Services, para hacer efectivo la importación de los materiales), como las piezas críticas, o los traslados a los talleres de reparación.

3.6.1. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES DE PROCURA Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

Este manual tiene como Objetivo establecer criterios y lineamientos, a través de procedimientos, a seguir para el cumplimiento de las actividades asociadas a preservación de materiales y equipos, despacho de materiales, manejo de rechazo de materiales, verificación de concordancia, manejo de reclamos, recibo de materiales, almacenamiento de materiales y preservación de los mismos. Estos procedimientos aplican a todos los materiales y equipos adquiridos por la organización de Bariven y los suministrados por el cliente provenientes de sus operaciones, programas y proyectos.

Observación: En estos procedimientos se establecen responsabilidades y actividades referentes a las todas las Inspecciones que se deben realizar para verificar la concordancia de los materiales en diferentes estatus de su manejo, durante la recepción y otras actividades que involucren a los mismos.

3.7. INSPECCIONES

Para el caso específico de las piezas críticas, se realizan dos inspecciones (5 y 6, de la Fig.3) las cuales pueden ser clasificadas, de acuerdo a el anexo 9.2 Tablas de Materiales con Requerimientos de Inspección Especializada de la Norma BRV-MO-AI-008-PR (Anexo 6) de la Norma de Procedimientos Operacionales de Procura y Administración de Inventarios, como Especializada, estas por su complejidad geométrica, y características propias del material, tales como estar compuestas por superaleaciones, son piezas que serán sometidas a altas temperaturas durante prolongados lapsos de tiempo, y que son parte de equipos de suma importancia para el proceso y que su buen funcionamiento asegura el resguardo de las instalaciones, del resto de los equipos y del personal de accidentes, consecuencia del montaje y operación de piezas en malas condiciones.

Las inspecciones son ejecutadas por personal contratado por la Unidad de Inspección y Corrosión y son dos métodos de inspección: inspección con líquidos penetrantes e inspección visual. Ambas inspecciones a las piezas críticas son realizadas durante los mantenimientos, previo a su montaje, con algunos días de anticipación a esta actividad (2 ó 3 días de anticipación), y luego de ser desmontadas en los mantenimientos, cumplidas estas con cierto número de horas de operación.

Observación: Las inspecciones realizadas a las piezas salientes se hacen como “Spot”, es decir no es obligatorio hacerlas a todas las piezas y se les aplica el líquido penetrante sólo en algunas partes de la pieza.

Las inspecciones tienen como fin de verificar el cumplimiento de las piezas con las especificaciones técnicas las cuales hasta los momentos se consideran la evaluación del estado general, la evaluación de discontinuidades y/o defectos superficiales, deformaciones, la presencia de grietas, poros, manchas por sobretemperatura o cualquier otro defecto que sea considerado de importancia, según los criterios de evaluación considerados: Recomendaciones del fabricante reflejadas en el Manual de Servicio, la experiencia de los

inspectores contratados y la del personal tanto de la Unidad de Turbomáquinas como la del personal de Nuovo Pignone. Los Alcances presentados en las Notas de Inspección en lo referente a la aplicación de los líquidos penetrantes e inspección visual, son los siguientes:

“Se aplica Inspección Visual y Líquidos penetrantes en los alabes de la Tobera de la Primera Etapa, para descartar:

- Posibles fisuras.
- Grietas.

En el Cesto Combustor posibles grietas y fisuras en:

- Agujeros de combustión.
- Clips de sujeción.
- CAP.

En la pieza de transición posibles grietas y fisuras en:

- Cruces de soldadura.
- Clips de unión.”

Las partes antes mencionadas serían las consideradas como las partes o zonas donde hay mayor incidencia de fallas en cada una de las piezas, de acuerdo a las recomendaciones dadas por el fabricante y por la experiencia del personal de la Empresa involucrado con las inspecciones.

Observación: Es importante resaltar que los Alcances establecidos en las Notas de Inspección, están escrito en sólo algunas de las notas encontradas en los Archivos de los Notas de Inspección (15% del total revisado). Estos archivos son manejados por el personal asignado en la Unidad de inspección y corrosión de Planta.

3.7.1. MANUAL DE SERVICIO DEL FABRICANTE

Las inspecciones evalúan los defectos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante reflejadas en el Manual de Servicio del Fabricante Nuovo Pignone para Turbinas a Gas: Sección de Inspecciones del Sistema de Combustión. En este manual el fabricante

recomienda cuales piezas deben inspeccionarse según sea el mantenimiento a ser ejecutado, como ya se explicó con anterioridad, de igual manera recomienda cuales tipos de inspecciones deben aplicarse, en nuestro caso recomienda para las piezas desmontadas, se le apliquen procedimientos de inspección visual y de líquidos fluorescentes, llegando en este último caso hasta recomendar el tipo de líquido fluorescente que podría ser aplicado.

Para el caso específico de las piezas críticas el fabricante ofrece en estos manuales, cuales podrían ser los defectos encontrados luego de largos periodos de operación, entre ellos: Las grietas, los poros, las manchas por sobretemperatura, deformaciones en la formas y geometría del material, y particularmente presenta cuales deben ser los límites considerados en la evaluación de grietas, en lo que refiere a el número y la disposición de las mismas en ciertos puntos críticos, como por ejemplo lo son las ranuras de refrigeración del Cesto Combustor, las longitudes mínimas, y otras consideraciones.

Esta información, recomienda el fabricante debe ser analizada para ser usada como parte de las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta para decidir acerca del destino próximo de las piezas, bien sea enviarlas a reparar en los talleres autorizados, reutilizarlas o desecharlas, haciendo entender que no son de carácter definitivo.

3.7.2. ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

La elaboración de Procedimientos Operacionales deben realizarse según la Guía para la Elaboración de Procedimientos Operacionales que presenta la Gerencia de Procesamiento de Gas de PDVSA Gas. Esta Guía tiene como Objetivo:

“Establecer el contenido mínimo requerido para formalizar las actividades de elaboración, envío, recepción, revisión, codificación y aprobación de los procedimientos operacionales de las Plantas, bajo el estándar de la Gerencia de Procesamiento de Seguridad de los Procesos y de acuerdo con la Norma ISO –9000.”

3.7.3. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN TURBOMÁQUINAS

Como se conoce toda actividad que se realiza en la empresa PDVSA esta regida y debe ser ejecutada siguiendo las instrucciones dadas en los procedimientos operacionales, los cuales están diseñados para realizar cada una de estas de manera efectiva, con calidad y segura. Así mismo la Unidad de Inspección y Corrosión en su Manual de Procedimientos

Administrativos y Manual de Instrucciones de trabajo tiene los procedimientos de Inspección de Turbomáquinas, los cuales tienen como objetivos y alcance los siguientes:

1.0 . Objetivos:

1.1. Establecer las pautas a seguir para las actividades de Inspección de Turbomáquinas.

2.0. Alcance:

2.1. Este procedimiento abarca las actividades de inspección ejecutadas en los tres (03) tipos de mantenimientos establecidos para las Turbomáquinas (turbogeneradores y turbocompresores) Zonas de Combustión a las 8 mil horas de servicios, Zonas de Pasos Calientes a las 16 mil horas de servicios y Mantenimiento Mayor a las 24 mil horas de servicio; pertenecientes a la Gerencia de Procesamiento de Gas.

Observación: *En este procedimiento de inspección se han encontrado ciertos defectos los cuales afectan la ejecución de la actividad, e incumplen con lo estipulado en la Guía para la Elaboración de Procedimientos Operacionales.*

Encontramos en la misma guía lo siguiente, referente a los responsables de la elaboración:

“La decisión de elaborarlo (el Procedimiento) debe tomarse basándose en que la ausencia del mismo puede representar una situación de riesgo y afectar, negativamente, la calidad del trabajo ejecutado”.

Así también leemos en las Consideraciones Generales de la misma Guía:

“Los operadores deben disponer de los procedimientos operacionales necesarios para mantener una operación segura y eficiente de los equipos y sistemas”.

“Los procedimientos operacionales deben redactarse para asegurar que toda la información necesaria sea comunicada correctamente al personal de operaciones de tal manera que pueda ser validada y revisada”.

Considerando lo anterior, más lo descrito la *Sección 5.3: Elementos del Procedimiento*, el cual establece que todo procedimiento debe estar compuesto por cierta información,

podemos comparar con la información de los Procedimientos de Inspección de Turbomáquinas, así observamos lo siguiente:

- *Las instrucciones no están detalladas tal que al ser seguidas paso a paso permitan ejecutar la actividad de inspección sin consultar obligatoriamente la Norma respectiva, procedimientos PDVSA para inspección de turbinas o dejar el desarrollo de la actividad en manos de la experiencia del Inspector.*
- *No se presenta el Flujograma de Instrucciones.*
- *Entre los registros que el mismo procedimiento nombra está el Formato de Inspección de Campo Turbomáquinas, el cual debería estar integrado al propio Documento del Procedimiento, siguiendo lo especificado en la Sección 5.3.14. Diagramas la cual dice lo siguiente:*

“Todo procedimiento operacional debe ser respaldado por uno o más diagramas ilustrativos, donde se reflejen los dispositivos (válvulas, ciegos y tuberías entre otros) que serán manipulados para el correcto desarrollo del mismo. También pueden ser incluidas fotos de quipos o áreas para dar más detalles de referencia...”

Observación: precisamente el Formato de Inspección, contiene el dibujo explicativo de las piezas críticas y además indica cuales deben ser las partes o áreas que deben ser inspeccionadas con mayor detalle y meticulosidad. Inclusive se puede observar en el archivo para registro de estos de estos Formatos de Inspección que no hay un formato establecido pues se pueden encontrar desde formatos de variados diseños hasta ningún formato. Se puede entonces, de todo lo anterior, decir lo siguiente:

Se cuenta con un Procedimiento de Inspección de Turbomáquinas que cumpla con las condiciones establecidas por las Normas Corporativas.

Estos Procedimientos tal y como se encuentran, presentan defectos tal que pueden afectar la calidad de las inspecciones ejecutadas, así como presentar situaciones de riesgo que ponen en juego la seguridad de la actividad.

3.7.4. REGISTRO, ARCHIVO, ANÁLISIS Y USO DE LOS RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES

El personal de la Unidad de Inspección y Corrosión, quienes realizan las inspecciones al terminar cada inspección proceden a archivar la información en carpetas individuales (historial del equipo, Archivos de las Notas de Inspección) para cada una de las ocho (08) máquinas.

Los resultados de las inspecciones de las Piezas Críticas están reflejados en los Formatos de Inspección de Turbomáquinas los cuales son parte de las Notas de Inspección que se emiten luego de la realización las actividades de inspección durante los mantenimientos.

3.7.4.1. REGISTRO Y ARCHIVO

El registro y el archivo de las Notas de Inspección en lo que refiere a las piezas críticas tienen algunos problemas que son presentados a continuación:

- El registro de la información en la mayoría de los documentos es defectuoso, presenta frases cuyo contenido no sirve para realizar algún análisis de resultados (dirigido a determinar de la condición de la pieza) por ser insuficientes.

Ej. En el documento de fecha 18 de Junio de 1996, dice lo siguiente:

“La pieza de Transición saliente Serial SMO-0653100 E-3740.L 6/92 presentó tres (03) grietas en la soldadura de la abrazadera posterior.”

- Las imágenes de las fotografías (reporte fotográfico) no son en su mayoría bien claras, se han tomado fotos de cuerpo entero a las piezas, más estas presentan defectos y no son fotografiadas al detalle habiendo ausencia de estas imágenes o imágenes que no son claras. Hasta se presenta el caso de dibujos hechos a mano (con ausencia de fotografías al detalle) de la parte de la pieza inspeccionada y con presencia de defectos, dibujos que no son claros.

Ej. Las Piezas de Transición y Tobera de la primera Etapa salientes del Documento de Fecha 27 de Abril de 2000 de la Máquina D4-110303.

- En revisión de los registros se encontró discontinuidad y falta de coherencia en la información. Tomando en cuenta que el registro de la información se hace desde el Veinte y

Tres (23) del mes de Octubre del año 1996 (Documento más antiguo encontrado en los archivos) y la revisión los programas de los mantenimientos de los años anteriores al 2002, se puede concluir que faltan Notas de Inspección de algunos Mantenimientos.

3.7.4.2. ANÁLISIS Y USO

Los Pasos 19 y 20 de las Acciones del Procedimiento de Inspección de Turbomáquinas dicen así:

19. Analizar la información recolectada en campo (comparar con los criterios de aceptación y rechazo de las normas, códigos o especificaciones que apliquen, etc.).

20. En caso de encontrarse alguna indicación relevante que pudiese comprometer la integridad del equipo / pieza, indicar las recomendaciones para ejecutar las reparaciones requeridas y ensayos no destructivos a realizar., mediante nota de campo/ correo electrónico aprobado por el Supervisor de la Unidad de Inspección y Corrosión.

Con respecto a lo que se podría llamar el análisis de la información consecuencia de las inspecciones (Paso19.) a las piezas críticas, podemos observar lo siguiente, en algunos registros de las Notas de Inspección la sección de Conclusiones existen evidencias de que se han realizado luego de las inspecciones algún tipo de análisis de resultados, donde se ha tratado de llegar a la causa de las diferentes fallas o defectos que se hayan presentado, son muy pocos los casos de Inspección donde estos análisis se han realizado, de los Archivos revisados tan sólo el 12% del total.

El uso de algún tipo de información que sea consecuencia de los pocos análisis de los resultados encontrados, realmente no se da como se expresa en el Paso20. y como se recomienda en el ya mencionado Manual del Fabricante, donde dice que esta información sirve para establecer la condición y destino próximo de la pieza, sea bien enviada a reparar, a reutilizar o simplemente enviada a ser desechara, además de que no se han realizado ningún tipo de estudio estadístico de los resultados de estas inspecciones.

Recordando lo leído en los dos últimos puntos de este trabajo 3.9.4.1. y 3.9.4.2., podemos entender que no se está dando buen uso a la información que se tiene como consecuencia de las Inspecciones Especializadas que se aplican a las piezas críticas, y esto ocurre por las siguientes razones:

Observación: *No están bien establecidos los procedimientos para tales actividades de manera que se aseguren la calidad de los mismos.*

Existen defectos en la aplicación de las inspecciones, registro de la información , y análisis de esta.

Entendiendo por buen uso el utilizar esta información para determinar la condición de cada pieza (reparable, reutilizable o desecharable), luego de que estas han estado operando durante un lapso de tiempo determinado.

3.8. EL MATERIAL Y LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD

Se conoce que el material que compone a cada pieza es una superaleación, sin embargo el personal de las Unidades de Inspección y Corrosión y la de Turbomáquinas desconocen los detalles como cuales son los componentes que forman estas aleaciones, como están estructuradas , y el resto de los detalles acerca del material.

En las cláusulas del contrato que se estableció entre Nuovo Pignone y PDVSA no está estipulada la entrega al cliente de esta información.

Cuando las piezas nuevas son recibidas en Planta estas no traen entre los documentos alguno que represente algún tipo de certificado de calidad, ni los resultados o reportes de los ensayos de inspecciones que aseguren la misma. Al igual que el material, no está especificado dentro de las estipulaciones del contrato la entrega de estos documentos al cliente.

Observación: *El desconocimiento de la composición metalúrgica del material de las Piezas Críticas. Acentúa la dependencia de los Talleres de Reparación autorizados, pues como se comentó antes no hay ningún tipo de estudio por parte del personal de planta que permita evaluar si las piezas serán Reparadas, Desechadas o Reutilizadas.*

3.9. AUSENCIA DE LA INSPECCIÓN DE RECEPCIÓN

Así como establece el Manual de Procedimientos Operacionales de Procura y Administración de Inventarios, se debe realizar un Procedimiento de Inspección el cual queda bajo la responsabilidad del Recibidor de Materiales y del Inspector en el caso de que sea necesario, como es el nuestro.

En este Manual se dan las disposiciones y actividades a realizar para asegurar la conformidad con las condiciones contractuales del pedido. Sin embargo esto no se realiza tal como se propone en este Manual, inclusive la inspección de ensayo no destructivo para verificación de conformidad, líquidos penetrantes visibles, la realiza el Inspector de la Unidad de Inspección y Corrosión días antes del montaje de la pieza, pudiendo haber pasado meses luego de la recepción de la pieza.

Se han presentado casos en que las piezas a ser montadas (generalmente las que son reparadas) tienen defectos, inclusive para subsanar esto al momento se han buscado piezas en almacén como repuesto, y de igual manera se han encontrado defectuosas. La ausencia de la inspección de recepción ha facilitado que se generen pérdidas al encontrar piezas defectuosas justo en el momento en que se necesitan ser instaladas, durante la ejecución de los mantenimientos.

Observación: *No se está cumpliendo con las Normas Corporativas destinadas a establecer la calidad de la administración de bienes de la empresa.*

No se cumple con la Inspección de recepción, la cual esta dirigida a hacer la Verificación de Concordancia de los materiales recibidos, a su justo y adecuado tiempo, para en caso de presentarse defectos o discontinuidades en los mismos se puedan ejecutar las acciones para la realización de reclamos o rechazos según sea el caso.

3.9.1. LA RECEPCIÓN ACTUAL

La etapa de recepción (3, de la Fig.3) también es característica del tipo de pieza según sea su condición inicial: nueva o reparada. Las piezas nuevas son recibidas por el personal de almacén (el almacenista), el cual se encarga de verificar los documentos que acompañan a cada pieza y aplica las instrucciones que claras están especificadas en el manual de Procura y Administración de Materiales, ya antes mencionado, sin embargo la ejecución de las instrucciones en lo que refiere a la inspección especial (ensayos no destructivos y visual) de recepción no se realizan. Los procedimientos de Verificación de Concordancia y de Recepción de Materiales, son muy claros respecto a las actividades y responsabilidades en estos casos:

1. Responsabilidades, Sección 4.2.3. del Procedimiento de Verificación de Concordancia de materiales:

Recibidor: Solicita al inspector a o coordinador de inspección, la ejecución de las inspecciones especializadas cuando sea requerida según la tabla anexa (9.2) .

2. Disposiciones, Sección 3.7. del Procedimiento de Verificación de Concordancia de materiales:

El Rol de Recibidor: es cubierto por el almacenista que ejecute las labores de recibo de materiales. La inspección más próxima a la recepción es la que se hace justo antes de que las piezas sean montadas durante la ejecución de los mantenimientos.

3.10. LA REPARACIÓN

Los Mantenimientos programados que se le ejecutan a los ocho (08) equipos turbocompresores PGT, exigen a la Empresa invertir anualmente grandes sumas de dinero en Piezas Críticas para que sean reemplazadas tal como se exige en estas actividades. Sin embargo los costos se ven disminuidos notablemente, con la reparación de piezas para que sean el reemplazo de otras en los mantenimientos.

La condición de la pieza reparada permite confiar en que esta cumplirá efectivamente su función dentro de las horas de operación para las cuales se espera operar cada equipo, entre 10 mil a 8 mil horas.

El costo de las piezas es bastante elevado y representa un porcentaje significativo por el total de los repuestos que son necesarios adquirir para los distintos mantenimientos y se hace más notorio el gasto debido a la frecuencia con que estas son reemplazadas, el costo de la Pieza nueva, oscila entre los 15 a 20 mil Dólares, y la reparación representa una disminución de los costos hasta más de un 50% de lo que representa la adquisición de estas como nuevas.

La reparación (5, de la Fig.3) de estas piezas es Servicio exclusivo del fabricante, tal como está estipulado en el contrato. Existe además una particularidad en lo que refiere a el destino de las piezas a ser reparadas; las piezas de las Turbinas PGT10 son enviadas a reparar a los Talleres Especializados del propio fabricante ubicados en Florencia-Italia, y

las de las Turbinas PGT5 son reparadas en los Talleres autorizados (por General Electric-Nuovo Pignone) TURBIMECA, los cuales están en territorio Nacional, en Maracaibo-Estado Zulia.

3.10.1. SERVICIOS PRESTADOS POR TURBIMECA A LA UNIDAD DE TURBOMÁQUINAS

TURBIMECA presta variados servicios, no sólo a la unidad de Turbomáquinas de la Planta de Extracción Santa Bárbara, si no a distintas secciones y sus filiales de PDVSA de todas las regiones del País, servicios que van desde la reparación de piezas pequeñas y sencillas, grandes y complejas, hasta participación en actividades de mantenimientos mayores.

Entre los servicios que esta empresa ofrece a PDVSA-GAS, encontramos la reparación de piezas de las unidades Turbocompresores Nuovo Pignone GE, y en el caso específico de la Unidad de Turbomáquinas de la Planta de Extracción Santa Bárbara, la reparación de las Partes Calientes, Cestos Combustores, Piezas de transición y toberas de primera etapa. Estas reparaciones son de suma importancia pues representan para la empresa un ahorro de tiempo y dinero, significativo, con respecto a lo que sería el adquirir piezas nuevas. Para conocer un poco más de esta empresa y sus políticas, en lo que refiere “teóricamente” a La Calidad se puede ver en el Apéndice 1.

3.11. NOTAS DE ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO

Se presenta una de las Notas de análisis técnico y económico de reparación de Piezas Críticas de Turbinas a gas de la Planta de Extracción Santa Bárbara, realizado para la reparación de las piezas usadas y en espera en el año de 1998.

Esto nos permitirá entender un poco mejor el panorama de las actividades de reparación y el grado de conocimiento que tiene el personal de Planta en esta área, pues son ellos los autores de esta Nota, basados en la información suministrada por el personal de TURBIMECA y de su propia experiencia.

“Para el año 1998 el costo de los componentes de alta tecnología de turbocompresores está reflejado en la siguiente tabla:

COMPONENTE	Turbina Modelo	COSTO(MMBs)	Cantidad a Reparar	Total (MMBs)
CESTO COMBUSTOR	PGT-10	37.1	3	111.3
PIEZA DE TRANSICIÓN	PGT-10	110.4	3	331.2
TOBERAS 1era ETAPA	PGT-10	188.0	2	376.0
CESTO COMBUSTOR	PGT-5	4.4	3	13.2
PIEZA DE TRANSICIÓN	PGT-5	53.7	2	107.4
TOBERA 1era ETAPA	PGT-5	107.1	2	214.2

Tabla 2. Costos de las reparaciones de Piezas Críticas

Nota:

Debido a la operación continua de las unidades de turbinas a gas, las cuales conducen a los compresores centrífugos de la planta criogénica Santa Bárbara. Estas ameritan un mantenimiento preventivo de 8000 a 10000 horas de funcionamiento.

Durante estos mantenimientos se revisan los componentes internos de estas unidades (Cesto Combustor, pieza de transición y toberas), por los cuales transitan los gases calientes producto de la combustión interna que se produce dentro de ellas.

Este funcionamiento continuo a altas temperaturas ocasiona que estos componentes internos los cuales son de materiales especiales (alta tecnología), sufran agrietamiento y rotura en algunas de sus partes.

Por ser componentes de alta tecnología, estos deben ser reparados por talleres especializados los cuales garanticen su buen funcionamiento; por lo tanto esta reparación debe efectuarse en tres etapas a saber:

1.-Preparación para la reparación: en esta etapa el componente es limpiado e inspeccionado con la finalidad de determinar las fallas o roturas presentes. En algunos

casos es necesario realizar trabajos especiales tales como tratamientos térmicos para poder efectuar la reparación.

2.-Reparación del componente: Se realiza con los mismos materiales especiales del cual son constituidos . Se ejecutan soldaduras con procedimientos especiales (TIG) rectificándose luego a sus medidas originales. además de efectuarse inspecciones con ensayos no destructivos (líquidos penetrantes) y los tratamientos térmicos que ameriten para su reparación final.

3.-Preparación final: se adecuan los componentes para mantenerlos óptimos para su traslado hasta las instalaciones donde son requeridos.

En el presente año en la planta criogénica de Santa Bárbara se efectuarán mantenimientos a la turbinas a gas, en los cuales quince (15) componentes serán reemplazados. El costo en almacén de estos componentes nuevos es del orden de **1.153,3 MMBs** y su reparación se estima sea de **74,6 MMBs**. Si se utilizan componentes reparados durante estas intervenciones obtendríamos un **ahorro del orden de los 1.108,7 MMBs**. Para la reparación de Cesto Combustor de las unidades PGT-10:

Alcance del trabajo:

- 1.- Recibir y descargar.
- 2.- Inspección de entrada.
- 3.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 4.- Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).
- 5.- Retirar Cap.
- 6.- Rellenar con soldadura Cap.
- 7.- Maquinar Cap a medidas.
- 8.- Reparar Grietas.
- 9.- .Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).
- 10.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 11.- Reporte técnico.
- 12.- Cargar y despachar.

Como se puede observar, los costos de las pieza, reflejados en la Nota, son sumamente elevados, y la reparación representa un ahorro bajo condiciones técnicas bastantes

convenientes. Respecto a los pasos detallados de las actividades de reparación cabe resaltar las que están involucradas con dos factores importantes: La aceptación o rechazo de la pieza enviada para ser reparada y el control de calidad en las distintas etapas del proceso. La Nota Completa con el listado de las actividades, se puede observar en el Apéndice 2.

3.12. EL RECHAZO PIEZAS A REPARAR

Uno de los grandes problemas es el rechazo de las piezas enviadas a los talleres de reparación, caso el más grave el de las enviadas a los talleres de Italia (PGT10), pues esto genera pérdidas de grandes sumas de dinero, a efectos de embalaje y envío, y de la devolución de estas piezas rechazadas, que van por cuenta del cliente, además de los gastos que representa la adquisición de piezas nuevas que sustituyan a las mismas cuando esto no se tenía programado.

El rechazo se debe a la aceptación del criterio, por parte del personal de los talleres de reparación, de que “toda pieza es reparable siempre y cuando sea soldable”, esto se basa de acuerdo a la entrevista hecha con el personal que allí labora, en que la pieza “agarre la soldadura”, es decir “que la degradación del material sea tal que aun permita la aceptación del material de aporte”, ningún uso de otro técnica o criterio fue nombrado en esas entrevistas.

3.13. DETERMINACIÓN DE LA CONDICIONES DE REPARABILIDAD, DESECHABILIDAD Y REUSABILIDAD

No hay mecanismos ni criterios establecidos por el personal de PDVSA Gas de la Planta de Extracción Santa Bárbara para determinar la condición de las piezas que han prestado servicio, toda pieza es enviada a reparar.

No existe comunicación entre el personal de PDVSA involucrado con las piezas y los talleres de reparación que permita mejorar estas actividades de reparación y que haya permitido establecer los criterios que hacen posible determinar que una pieza sea reparable, desecharable o Reusable.

Se desconoce cuáles son las actividades que se realizan para reparar las piezas, en fin toda pieza que se desmonte de un mantenimiento es enviada a reparar, no se utiliza la información recopilada en las inspecciones para realizar algún análisis que pueda

determinar la condición, mucho menos por que una pieza fue rechazada en los talleres para su reparación, ni se le pide justificación técnica del rechazo, al personal taller, para tal fin .

3.14. EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LA REPARACIÓN

Se presentan problemas de control de la calidad tales como las funciones no claramente establecidas de un Auditor de la Calidad en los talleres de reparación en Venezuela. Este Auditor no cumple con funciones efectivas de control de la calidad, ya que este es llamado por el personal de TURBIMECA, luego de que la pieza es embalada y preparada para el envío al cliente.

Los términos de la presencia y alcances del trabajo del auditor en la Planta de reparación, es un común acuerdo hablado, entre el personal de PDVSA y el de los talleres de reparación.

No hay una solicitud formal al personal de los talleres de TURBIMECA para que entregue al detalle las actividades a realizar para la reparación, que se pueden observar en las Notas de Análisis técnico y Económico, además de no entregarse el cronograma de estas, lo que hace que el auditor, desconocen cuando realmente debe estar presente en tales actividades. Se debe tomar en cuenta la ausencia total de auditores de la calidad en los talleres en el extranjero.

Entre las cosas que es necesario conocer para este estudio es que lo que se presentó en la nota de Análisis Técnico y Económico, en distintos pasos que definen la actividad de reparación es lo más detallado con lo que se ha contado en planta a para conocer dichas actividades, es decir los pasos no son explicados a nivel de detalle en ningún otro documento.

Para las inspecciones no se sabe que tipo de inspecciones se realiza, es de total desconocimiento hoy día de cuales son estas actividades, equipos, personal, instrumentos, área de trabajo, etc., son utilizados para tal fin , de igual forma el resto de las actividades que en la lista de pasos antes mencionados, en la Nota de Análisis Técnico y Económico, se nombra, tampoco se conocen detalles, recordando que el actual personal que integra las Unidades de Turbomáquinas y de Inspección y Corrosión no han presenciado nunca tales actividades.

Por último se debe conocer que uno de los defectos de mayor gravedad es la ausencia de Documentos de Calidad: de certificados de calidad o reportes de los ensayos e inspecciones de control de calidad que se nombran en las Notas de análisis técnicos económicos tal como se expuso con anterioridad, recordando que una de las funciones del auditor debería ser el de verificar y asegurar el envío de dichos documentos. Se conoce que los talleres emiten un reporte de las piezas por ellos reparadas, si embargo no se encontró evidencia de ello en la Planta de Extracción Santa Bárbara, en el Apéndice 3 se *puede observar uno de estos reportes, que fue entregado en otra planta, a razón de otra pieza reparada.*

3.15. EL ALMACENAMIENTO

PDVSA Gas, cuenta en cada una de sus instalaciones con almacenes que disponen de la infraestructura, equipos adecuados y personal calificado para las actividades de preservación de materiales y equipos. Existe entre los procedimientos dados en el Manual para la Procura y administración de inventarios, de PDVSA Bariven, dos que precisamente tienen como Objetivos y Alcances los siguiente:

Preservación de materiales y equipos BRV-MO-AI-003-PR

1. Objetivo:

Establecer los criterios y lineamientos a seguir para el cumplimiento de las actividades asociadas a la preservación de materiales y equipos, con el fin de garantizar el buen estado físico de los mismos para el momento de su uso.

2. Alcance:

Este procedimiento aplica a todos aquellos materiales y equipos de PDVSA que se encuentren bajo la custodia de PDVSA-Bariven y que requieran ser preservados o protegidos contra condiciones ambientales.

1. Objetivo:

Establecer los criterios y lineamientos a seguir para el cumplimiento de las actividades asociadas para el almacenamiento de materiales y equipos, con el fin de garantizar el estado óptimo de los mismos para el momento de su uso.

2. Alcance:

Este procedimiento aplica a todos aquellos materiales y equipos de PDVSA que se encuentren bajo la custodia de PDVSA-Bariven y que de acuerdo a sus características y uso requieren determinadas condiciones de almacenamiento.

Ya conociendo lo anterior podemos entender que PDVSA tiene los mecanismos para preservar eficientemente las piezas críticas, sin embargo estas piezas tienen una particularidad, las piezas nuevas son almacenadas y preservadas por el personal del almacén de planta de acuerdo a los lineamientos propuestos por Bariven, y las piezas que han sido desmontadas y las que vienen de ser reparadas, no están bajo esta misma consideración.

Estas se almacenan (4, de la Fig.3), por así decirlo, en el Taller de Mantenimiento Mecánico, espacio e infraestructura que no está diseñada ni destinada para tales fines de almacenamiento, si no más bien a actividades de reparación de partes y piezas y aquellas que apoyen al las actividades de las diferentes actividades de mantenimiento.

Esto ha degenerado con el transcurso de los años en un problema, puesto que el mismo descontrol que se tiene de las piezas (no sólo las piezas críticas si no todas las involucradas en los desmontajes durante los mantenimientos), al no saber cual es el destino de las piezas, cual será desecharla o reparada, a hecho de cierta parte del taller de mantenimiento, parte bastante significativa (15% del área total), un área de recepción y resguardo de chatarra. En esta área se pueden encontrar piezas de las cuales no se sabe en que condiciones están (reparable, desecharable o Reusable) ni por cuento tiempo ha estado en espera.

3.16. EL SEGUIMIENTO

Las Piezas Críticas cumplen un ciclo que hasta ahora hemos revisado, encontrando sus principales características, entes que intervienen en las distintas actividades relacionadas con cada una de las etapas de este, las normas, manuales y procedimientos que establecen los principios e instrucciones que se deben seguir para tratar de cumplir de la menor manera cada una de esas actividades.

Visto desde una perspectiva más global, estas piezas pasan por etapas que implican manipulación, como son la reparación, las inspecciones, el almacenamiento y el transporte, y es en esta manipulación en donde se han presentado los problemas de seguimiento y registro de la información.

Cada pieza que llega en la condición de nueva a planta tiene grabada en su superficie el Código (SMO ó SM seguido de una serie de números) y la Matrícula Nuovo Pignone, el primero identifica el modelo de la pieza y responde al diseño de la misma, el segundo es la identificación que hace de cada pieza fabricada un elemento individual. Para cuando una pieza es terminada de reparar está se le identifica, junto al serial, con las letras REV (Revisión) acompañadas de un número que corresponde a las veces que esta ha sido reparada, grabado por personal de los talleres de reparación.

El *principal inconveniente* que se presenta es que los grabados, nombrados antes, de Matrícula, Código y Revisión se han borrado en la mayoría de las piezas, debido a un proceso de limpieza superficial que se realiza a las piezas en los talleres de reparación como parte de las actividades de mantenimiento. De igual manera a la mayoría de las piezas *reparadas no se les puede llevar el conteo* de las reparaciones por esto mismo, además de que el personal de planta no cuenta con un sistema que permita hacer el seguimiento de cada pieza, encontrándose situaciones como las siguientes:

- *No se contabiliza el número de reparaciones de cada pieza.*
- *No se registra en ningún lugar el código de las piezas que son enviadas a reparar.*
- *No se registra en ningún lugar el código de las piezas que son rechazadas en los talleres de reparación.*
- *No se registran las fechas del despacho de las piezas cuando se envían ni cuando son reciben de la reparación.*

Todo esto trae como consecuencia el desconocimiento total de donde está ubicada cada pieza, cuantos reparaciones tiene cada una, cual es la condición de la pieza que se encuentra en el Taller de Mantenimiento, situación que se agrava al recordar que en este taller no se tiene ningún orden de disposición (almacenamiento) de las piezas.

CAPÍTULO IV: MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS DE CLASE MUNDIAL

4.0. GENERALIDADES

La necesidad establecer una metodología de trabajo, llevo a reconocer a la Gestión de Activos de Clase Mundial, como la base más apropiada para diseñar una gestión práctica, sencilla e inteligente, que realmente permitiese hacer los cambios, estableciendo un método que iniciara con la identificación del problema, las causas, las consecuencias, permitiera la proposición de soluciones y la forma en que estas se deben aplicarse, de generando el menor trauma posible y permitiendo la trascendencia en el tiempo, asegurando mejora continua.

Es así como se diseña, propone, y aplica parcialmente en este trabajo, el “Ciclo de Gestión de la Calidad, Procura y Administración de Activos”, que se explicará a continuación.

4.1. GESTIÓN DE CLASE MUNDIAL

Se denomina “Gestión de Activos de Clase Mundial”, a la filosofía que nace de la práctica de diferentes metodologías tales como Calidad (ISO), Mantenimiento Productivo Total (MPT), Mantenimiento Predictivo y Costo Basado en Actividades (ABC), a las que se llamarían en su conjunto “Clase Mundial”.

La iniciativa surge en los años 80, por parte de los países desarrollados, en vista de la necesidad de mejorar las prácticas operacionales, organizacionales y de mantenimiento, con la finalidad de generar ahorros en el campo financiero.

Que ofrece la “Gestión de Activos de Clase Mundial”:

1. La revisión continua y actualización de las mejores prácticas en el ámbito mundial ajustando las mismas al recurso humano, a los procesos y la tecnología. Además centra sus objetivos en facultar al personal en su desempeño a través del desarrollo de nuevas estrategias.
2. Establece una visión holística (doctrina que hace hincapié en el estudio de los elementos desde su totalidad) de negocio, al estructurar estrategias orientadas a la integración de los diversos entes que participan en la cadena de valores de los procesos.

También da importancia a la tecnología de información como habilitador esencial para la integración de los mismos y asigna una ponderación a la planificación, como función del proceso gerencial.

3. Se fomenta la identificación de oportunidades para el mejoramiento, generando cambios de paradigmas en los negocios, orientando y gerenciando los cambios planificados como un objetivo estratégico a través del desarrollo y educación permanente.

Esto permite establecer lo siguiente:

La “**Gestión de Activos de Clase Mundial**” es un conjunto de prácticas operacionales que agrupan elementos de índole organizacional, orientadas bajo la filosofía de Clase mundial, que genera ahorros sustanciales dentro del ámbito de una corporación.

Objetivos de la “Gestión de Activos de Clase Mundial”:

- Establecer la excelencia de los procesos administrativos principales del sistema.
- Definir una alta calidad del producto.
- Elevar la rentabilidad del producto.
- Fundamentar la producción óptima del sistema.
- Producir la motivación personal.
- Producir la satisfacción del cliente
- Proveer la máxima confiabilidad, seguridad y protección ambiental.

Existen factores que afectan directamente en el desarrollo de esta gestión, y los cuales debemos tomar en cuenta:

- La Calidad.
- Procura y Materiales.
- El Mantenimiento.
- La Gerencia de Recursos Humanos .
- La Investigación y el Desarrollo.
- El Medio Ambiente.

-
- La Salud y la Seguridad.
 - Las Operaciones y los Procesos.
 - El ámbito financiero.
 - La Confiabilidad Operacional.

Todos estos factores conforman un conjunto de elementos interactivos y de carácter sistémico, que manejados con estrategias específicas inciden directamente sobre el ente que se desea gerenciar, el cual se denomina “ACTIVO”.

4.2. MODELO PROPUESTO PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD, LA PROCURA, Y ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES

Modelar la Gestión de cualquiera de los factores que afectan el desarrollo de las actividades de la Clase Mundial, permite orientar sistemáticamente el desarrollo del proceso para la generación de planes y programas con visión de negocio. Para esto, es de suma importancia el uso de “Desarrollo Organizacional”, para garantizar la incidencia del modelo sobre el ámbito de la empresa.

La Herramienta de Desarrollo Organizacional, comprenden el conjunto de metodologías y estrategias que inducen a la aceptación de cambios de paradigmas dentro de la empresa, es decir, todas aquellas prácticas que se ejecutan para abolir la resistencia al cambio a nuevas culturas que pretenden ser incluidas dentro del ambiente de trabajo.

Igualmente esta herramienta, comprenden los sistemas de inducción para la formación de equipos dentro de diversa dependencias de la empresa. Bajo este concepto se genera el equipo “Natural de Trabajo”, el cual está integrado por personas que se desempeñan en diversas áreas de la organización, quienes trabajan juntas por un período de tiempo determinado, en un clima de potenciación, para analizar problemas comunes de los distintos departamentos, apuntando al logro de un objetivo común.

Dentro de la Herramientas organizacionales, se toma en cuenta el aporte que puede suministrar el personal basándose en la experiencia, enriqueciendo de esta forma las decisiones que se puedan tomar en un momento dado, con hechos ya experimentados en el pasado.

A continuación se describirá el modelo propuesto para la optimización de las Gestiones antes mencionadas, este está estructurado en etapas o “Fases” pertenecientes a un ciclo de mejora continua:

Definición del Activo

Compilación de la información

Formación del Equipo Natural de Trabajo

Generación de Elementos de Gestión

Implantación, seguimiento y control de resultados

Actualización

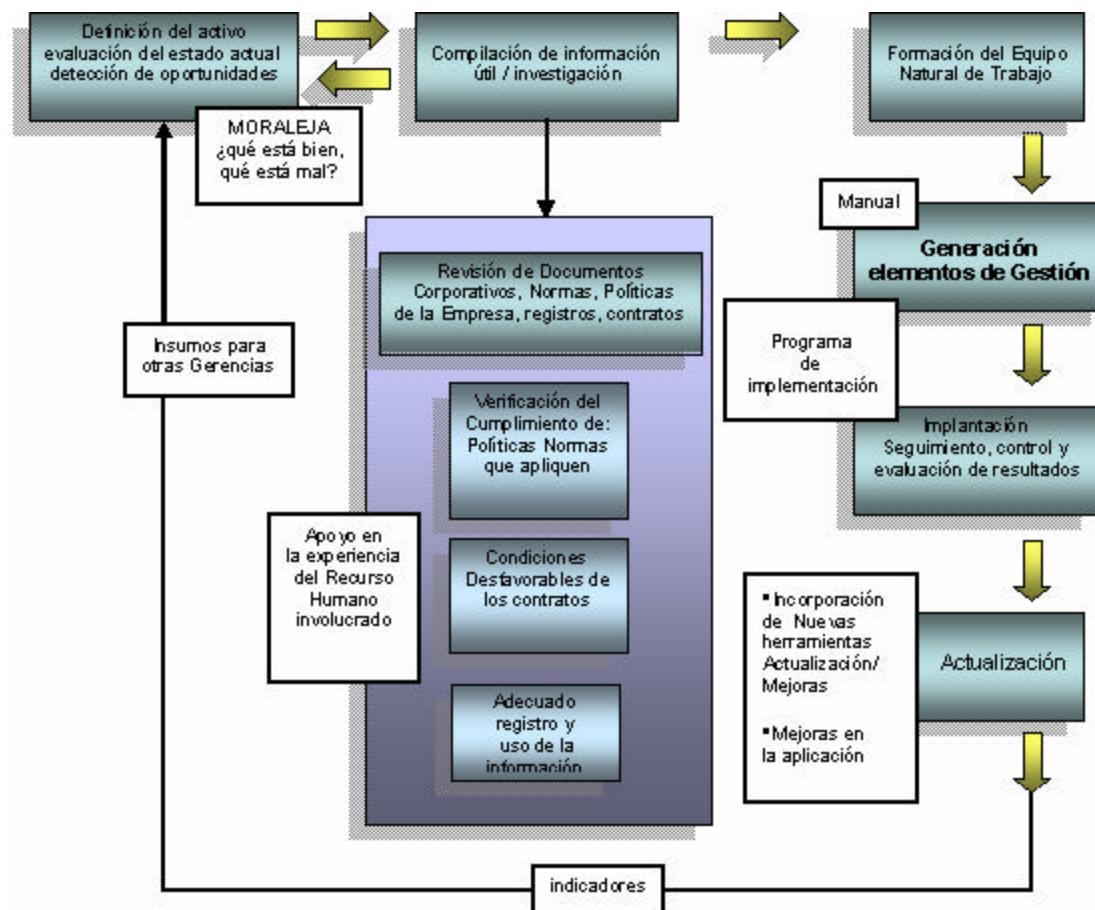


Figura 4. Flujograma del Modelo Propuesto del Ciclo de Gestión de la Calidad, Procura y Administración de Activos, o Ciclo de Gestión.

4.2.1. DEFINICIÓN DEL ACTIVO, EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES

En el preámbulo de una Gestión de Activos de Clase Mundial, la iniciativa del cambio debe germinar en el eslabón fundamental de la cadena: La Gerencia. Esto permite mayor fluidez en la toma de decisiones e involucra de antemano a la misma a lo largo de todo el proceso de Gestión.

La Gerencia debe comenzar defiendo el Activo; establecerá una evaluación del estado actual y realizará una búsqueda de oportunidades. Para este Ciclo de Gestión, se establece que la manera más adecuada para realizar esto es a través del Análisis de Criticidad, entendiendo de existen otras maneras de realizar este estudio, de acuerdo con la clase de gestión. Para el caso de la Gestión de Confiabilidad, se debe utilizar las teorías de Análisis de Fallas, basados en riesgo.

Para establecer un evaluación del estado actual, se debe estudiar el tipo de información que se posee del activo y al mismo tiempo cuestionar si es ésta suficiente para realizar una evaluación cualitativa o cuantitativa del mismo.

El análisis de criticidad permite jerarquizar los activos al nivel de plantas a través de una evaluación cualitativa del riesgo.

Para la estructuración del análisis cualitativo, se formulan algunas preguntas tales como:

- ¿ Se han presentado paradas de planta a causa de fallas por piezas o equipos?
- ¿ Los equipos involucrados tienen altos riesgos de seguridad y ambiente?
- ¿ La planta, el equipo o la pieza poseen un alto impacto operacional?
- ¿ La planta genera altos costos globales de mantenimiento?
- ¿ Los repuestos son de difícil adquisición?, etc.

4.2.1.1. PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Para el Análisis de Criticidad, se toma el modelo planteado por Woodhouse Partnership y adaptado a condiciones propias de la empresa y de la Nación por PDVSA-INTEVEP; en el cual se dará una ponderación a cada factor que intervenga..

Los parámetros (de criticidad) utilizados en el Análisis de Criticidad según el criterio antes mencionado, son los siguientes:

- 1. Flexibilidad Operacional (FO):** Está basado en las opciones que podrían existir, para seguir realizando la función del equipo, en el momento en que ocurra la falla del mismo.
- 2. Consecuencia de la Falla (CF):** Indica la repercusión de la falla en el sistema o equipo, sobre los procesos de producción y rendimiento de la planta.
- 3. Costos de Reparación (CR):** Nos da una idea referencial del costo de la reparación del equipo, cada vez que ocurre la falla.
- 4. Impacto a la Seguridad, Ambiente o Higiene (ISAH):** Este parámetro es muy importante ya que mediante el Mantenimiento preventivo o un diseño adecuado se pueden prevenir estos efectos, los cuales pueden afectar de manera considerable.
- 5. No Confiabilidad (NC):** es un índice de la tasa de falla que presenta el sistema o equipo, que se obtiene por la experiencia con el manejo de este equipo.
- 6. Facilidades de Adquisición (FA):** Complementa el valor anterior, considerando que la aplicación de políticas depende de factores externos los cuales facilitan o no la ejecución de estas.
- 7. Frecuencia de reemplazo (FR):** de acuerdo a los conocimientos previos, tanto del fabricante como del usuario, se debe tener un supuesto orden de criticidad implícita, que obliga a quienes programan y ejecutan los mantenimientos, a dar como prioridad de reemplazo a ciertas piezas que de acuerdo a sus condiciones de operación e importancia dentro del equipo las hacen valiosas.

4.2.1.2. EVALUACIÓN DE LA CRITICIDAD

La ecuación utilizada para el cálculo de la criticidad según el criterio seleccionado es la siguiente:

$$CT = (FO * (CF + CR + ISAH + ST + FA + FR + 1)) * NC$$

Donde: CT es la Criticidad Total

4.2.1.3. ESCALA DE PUNTAJE

Los valores utilizados por el criterio seleccionado normalmente para los diferentes parámetros son los siguientes:

- Flexibilidad operacional (FO):

No hay opción alterna de producción 4

Opción de producción o equipo compartido 2

Hay reserva 1

- Consecuencia de la falla (CF):

Parada inmediata de la planta 10

Parada del sistema y efectos en otros sistemas 6

Impacto en niveles de producción o calidad 4

Costos operacionales mientras no está disponible 2

Sin efectos en la producción y/u operación 1

- Costos de reparación (CR):

Mayor a \$15.000 2

Menor a \$15.000 0

- Impacto a la seguridad, ambiente o higiene (ISAH):

Obligatoriedad de cualquier tipo de notificación externa 8

Reporte Interno de incidente o accidente 2

Sin riesgo significativo a SAH 0

- No confiabilidad (NC):

Pobre > 4 fallas por año 5

Promedio 2 a 4 fallas por año 4

Bueno 1 a 2 fallas por año 3

Excelente < 1 falla por año 2

- Facilidades de Adquisición de repuesto (FA):

Difícil adquisición 4

Fácil adquisición 2

- Frecuencia de reemplazos preventivos (FR):

Alta frecuencia 4

Regular frecuencia 2

Baja frecuencia 1

Se utilizó la escala dada a continuación, como guía para el estudio de la criticidad de las piezas:

> 60equipos críticos

1 a 60equipos no críticos

4.2.2. COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN ÚTIL, INVESTIGACIÓN

La búsqueda de la información que se basa en determinar cuales son las normas establecidas, los procedimientos, manuales, políticas de las empresas, que se deben seguir para el cumplimiento de las diferentes actividades de mantenimiento, que aseguren la Calidad la y la seguridad de ellas. En principio verificar el nivel cumplimiento de estas, estableciendo las causas y consecuencias de posibles omisiones y/o errores de aplicación.

Debe tomarse en cuenta como parte de la información, toda aquella que pueda ser suministradas por las personas involucradas con el Activo, en todos los niveles desde la Gerencia, hasta los operarios de los equipos e instalaciones. De igual manera deben consultarse los documentos que creen vínculos legales con otros entes, de manera de establecer de que manera afectan las disposiciones de estos las actividades.

Toda información compilada, será sustentada por aquellos aportes que pueda brindar la experiencia del Recurso Humano.

4.2.3. FORMACIÓN DEL EQUIPO NATURAL DE TRABAJO

Este es un grupo multidisciplinario, que se encargará de llevar a cabo el desarrollo de la Gestión, su misión es estudiar todo lo que se obtenga e la compilación de información, para luego de un análisis, generar: planes, programas, procedimientos, “Elementos Gestión” de mantenimiento y de inspección que faciliten la Gestión de Activos, para luego velar por la implantación, seguimiento y control de los resultados de los mismos.

4.2.4. GENERACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE GESTIÓN

Organizada toda la información, se estructurarán los planteamientos y propuestas, ideas, información técnica, etc. Todo esto basándose en los objetivos de la Empresa y a las investigaciones pertinentes. Queda de lo anterior, como resultado, procedimientos,

actividades programadas, cambios en las actividades existentes, herramientas de gestión, etc. Que permitirán llevar a cabo la Gestión esperada.

4.2.5. IMPLANTACIÓN SEGUIMIENTO, CONTROL Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Ya habiendo establecido cuales son los Elementos de Gestión, queda preguntarse cosas como las siguientes:

- ¿ Cuales son los recursos disponibles?
- ¿ Cómo se va a implantar?
- ¿ Quién o como se va a evaluar la implementación de estos?
- ¿ Qué índices se van a utilizar para la evaluación?

Se debe delegar entonces la responsabilidad de la evaluación a un equipo que puede ser distinto o no, al Equipo Natural de Trabajo, este será responsable de llevar un seguimiento del cumplimiento de todas las pautas definidas durante el proceso de aplicación de Elementos de Gestión, las cuales deben estar claramente establecidas en un Programa .

Ya definido un “Programa de implementación” y designados los responsables de la Evaluación, se debe producir la Implementación tal como se halla establecido en tiempo y actividades.

A partir de este momento, se comenzará a evaluar el proceso través del análisis de la información, Ej:

- Número de piezas que presenten defectos al momento del montaje.
- Número de piezas que son devueltas por los Talleres de Reparación.
- Defectos presentados posteriormente a la operación de cada pieza y comportamiento en el tiempo.
- Gráficos, estadísticas, etc.

La evaluación continua del proceso permitirá:

- Que las propuestas de los equipos naturales de trabajo no queden archivadas, sin llegar a ser ejecutados.

-
- Que se observe constantemente el proceso de transformación a través de los “Índices”. que sean estimados.
 - Que se generen nuevas propuestas para el “Próximo Ciclo de Gestión”.
 - Que se establezca un fácil control de Gestión.

4.2.6. ACTUALIZACIÓN

Representa la fase final, se abre una brecha a la incorporación de nuevas herramientas de desarrollo organizacional, al igual que alguna otra herramienta técnica, con la finalidad de enriquecer la Gestión, se inicia así un proceso de “Mejoras Técnicas”, que permitan la optimización a través de la aplicación de nuevas tecnologías, procedimientos técnicos y administrativos, Normas, etc.

Además de plantearse la Moraleja :**¿QUE SE HA ESTADO HACIENDO BIEN O MAL?**.

4.2.7. INSUMOS PARA OTRAS GERENCIAS

La información consecuencia de todo el Ciclo de Gestión, debe de igual manera alimentar las necesidades de otras áreas Gerenciales o la propia Gestión de otros factores y otros Activos.

- ✓ Gestión de riesgo.
- ✓ Gestión de seguridad.
- ✓ Gestión de paradas de Planta.
- ✓ Gestión de Confiabilidad Operacional

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS DE CLASE MUNDIAL PROPUESTO

5.0. GENERALIDADES

La idea de haber desarrollado un Modelo de Gestión de Activos, es permitirnos, a partir de ahora, tener una metodología que en si misma facilite mejorar las actividades, bien sean de mantenimiento u otras , de cualquier Unidad de la Planta de Extracción Santa Bárbara, y por supuesto, siendo el fin de este trabajo elaborar el “Manual para Piezas Críticas”, usando las más actualizadas herramientas, que no tan sólo facilitan su creación si no que además pueden asegurar su cumplimiento y mejora continua en el tiempo, pudiéndose adaptar este, a las necesidades que la circunstancias requieran .

Es así como se decidió el llevar a cabo este trabajo utilizando el Modelo de Gestión de Activos de Clase Mundial, propuesto en el Capítulo anterior.

A continuación se describirán las actividades realizadas en base al Modelo, pasando por las Fases propuestas, desde las investigaciones iniciales hasta la elaboración del Manual propiamente.

5.1. DEFINICIÓN DEL ACTIVO, EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES.

La Unidad de Turbomáquinas estableció que el Activo a ser estudiado y Gestiónado sería las llamadas Piezas Críticas de las Turbinas o Repuestos Mayores. Se estableció una evaluación del estado actual través de un “Diagnóstico de Ciclo de Vida Útil de las Piezas Críticas de Turbinas a Gas”, dando suma importancia al establecer etapas que se identifiquen con su manejo, operación y reparación. Se estudiaron a detalle cada una de estas etapas.

De igual forma se identificaron cuales son los entes que participan en cada una de ellas, para así, en las siguientes Fases, darles cabida en las propuestas de mejoras y soluciones. En fin se realizaron las siguientes actividades:

- Establecer un Ciclo de Vida Útil, con sus respectivas etapas.
- Se identificaron las debilidades en cada una de estas.

- Se identificaron los entes (Unidades, Filiales, Empresas contratistas, etc.) que participan en cada actividad.

5.1.1. ÁNALISIS DE CRITICIDAD

Además, en esta Fase se aplicó el Análisis de Criticidad, para establecer, de acuerdo a la propuesta de la filosofía de Gestión de Activos de Clase mundial, el verdadero estado crítico de los Repuestos Mayores y así, llamarlos con propiedad y razón “Piezas Críticas”.

El estudio se hizo seleccionando algún escalafón para cada una de las categorías de los parámetros de criticidad, al cual corresponde un puntaje establecido en la escala de valores, antes mostrada. Para establecer cuales serían estos escalafones, se caracterizaron las piezas a estudiar, de la siguiente manera:

- Altos Costos de reparación y manufactura.
- No hay opción alterna de producción.
- Alto impacto operacional.
- Los efectos de la falla ocasionan daños a la seguridad y al medio ambiente.
- Son piezas de difícil adquisición.
- Los reemplazos son muy frecuentes.

En la tabla siguiente se pueden observar los resultados de acuerdo a la aplicación de la Ecuación de Análisis de Criticidad (Pág. 53, Capítulo IV), obteniéndose para todas un valor de Criticidad Total (CT) de 87, quedando esta dentro del rango de valores establecidos por los que se consideran “Activos Críticos”, permitiendo esto, dar el justo valor al desarrollo de este trabajo.

COMPONENTE	FO	CF	CR	ISAH	NC	FA	FR	CT
CESTO COMBUSTOR	4	4	2	2	3	4	4	87
PIEZA DE TRANSICIÓN	4	4	2	2	3	4	4	87
TOBERA DE 1ra ETAPA	4	4	2	2	3	4	4	87

Tabla 3. Resultados del Análisis de Criticidad.

5.2. COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN ÚTIL, INVESTIGACIÓN

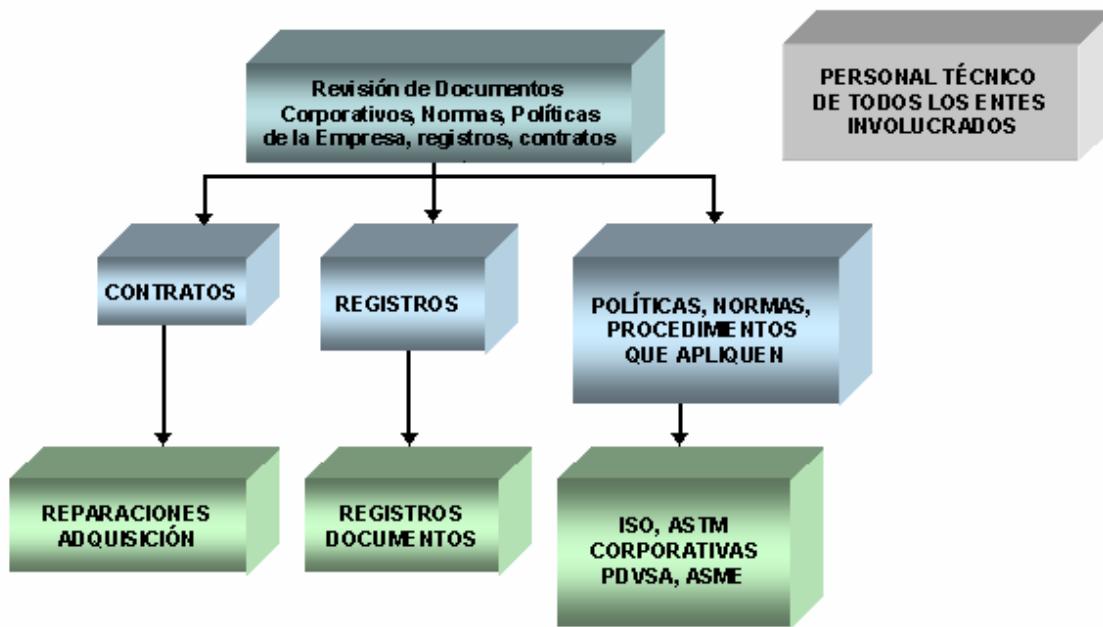


Figura 5. Compilación de Información.

Se puede observar en la figura (Fig.5) anteriormente presentada, cuales fueron las fuentes de consulta en las que se apoyo este trabajo, en lo relativo a la identificación de las debilidades que se presentan en la situación actual de las Piezas Críticas, además de haber servido para establecer las propuestas y soluciones a tales hechos.

Como es sabido el Ciclo de Vida Útil de las piezas pasa por diferentes etapas las cuales pueden involucrar diferentes procedimientos, los que a su vez deben estar regidos por normas establecidas por la Empresa, en base a las existentes de carácter internacional; las normas y procedimientos son debidamente mencionados en los diferentes capítulos de acuerdo a su uso en cada uno de ellos.

Otras dos fuentes importantísimas de información fueron los Contratos de reparación de piezas y el de adquisición de repuestos, estos permitió establecer cuales son las condiciones bajo las cuales deben llevarse ciertas etapas del ciclo de las piezas y donde mayormente intervienen las actividades de terceros.

La obtención de esta información igualmente obligó a la búsqueda de información técnica en diferentes bibliografías especializadas de distintas áreas, administrativas y técnicas.

Un factor también valioso, es la información suministrada por el personal, tanto de planta como terceros, involucrado con las piezas en cualquiera de sus etapas, personal técnico y profesional que durante años ha estado en permanente uso y manejo de los equipos y sus partes, y que conocen la realidad de la situación más allá de lo que pueda plantear una norma o un procedimiento.

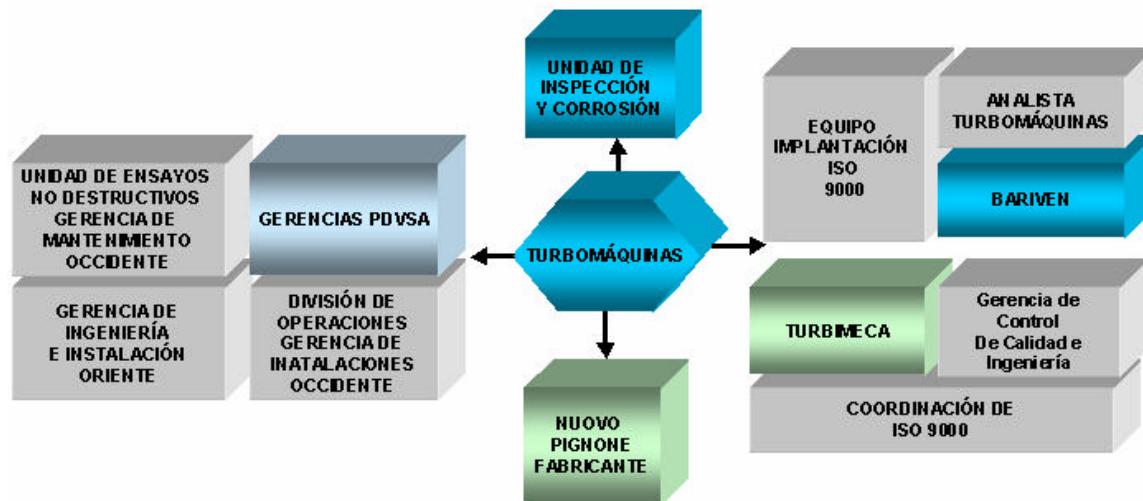


Figura 6. Entes que Conforman el Equipo Natural de Trabajo

5.3. FORMACIÓN DEL EQUIPO NATURAL DE TRABAJO

Las personas que por un proceso natural conforman el equipo de trabajo, en principio son parte del personal que labora en la Empresa, es por ello que los entes considerados para integrar el grupo, son los miembros de las Unidades de Turbomáquinas y de Inspección y Corrosión de la propia Planta de Extracción Santa Bárbara.

Sin embargo, durante el “Diagnóstico del Ciclo de Vida Útil de la Piezas Críticas” se observó que existen otros entes que intervienen en este ciclo, como los son el Taller Autorizado “TURBIMECA” y el Fabricante “Nuovo Pignone”, este último desde la adquisición de las piezas, hasta por su presencia activa en las labores de mantenimiento de los equipos. Considerando esto, es de importancia dar cabida a la presencia de miembros de

estas empresas en las discusiones que se generen por parte del equipo “Natural de trabajo”, reconociendo la valiosa información que estas persona podrían aportar.

Para la elaboración de este manual se realizaron actividades, que cumplen con lo que denominaríamos “Tareas” de este equipo. Se realizaron constantes reuniones con el personal de las Unidades de Turbomáquinas e Inspección y Corrosión, que labora en la Planta, para que estos expresarán su opinión acera de el trabajo que se estaba realizando y plantearan otras posibles soluciones. De igual forma se realizaron tres reuniones muy importantes y fueron las siguientes:

- 1) Visita a los talleres de reparación de TURBIMECA y reunión con el personal que allí labora. Específicamente con miembros de la Coordinación de ISO 9000 de la Gerencia de Mantenimiento e ISO 9000, Gerencia de Ventas y Gerencia de Control de Calidad y de Ingeniería.
- 2) Reunión en Planta con representante de la Sección de Inspección y Corrosión (Puerto la Cruz), encargada de las actividades de Inspección de las Plantas de Extracción de PDVSA-GAS Oriente. En esta reunión estuvo presente un miembro de la Unidad de Turbomáquinas de Planta.
- 3) Reunión con representante de BARIVEN (Analista de materiales, Puerto la Cruz), encargado de todo lo relacionado con los materiales Unidades de Turbomáquinas de las Plantas de Extracción de PDVSA-GAS Oriente. En esta reunión estuvo presente un miembro de la unidad de Turbomáquinas de Planta.

En estas reuniones se discutieron los casos actuales que afectan de manera directa o indirecta a las Piezas Críticas y se plantearon posibles causa y soluciones para ellos.

Como el principio que mueve a estas dinámicas de reunión, es el de presentar soluciones óptimas que enriquezcan el trabajo en cuestión,

Igualmente se mantuvo contacto con diferentes entes de la Corporación PDVSA, los cuales participaron de manera activa en la formulación de propuestas, dando un valor agregado al trabajo, puesto que las personas que allí laboran poseen muchos más años de experiencia en esta área. Participaron así, vía e-mail y telefónica, miembros de las siguientes entidades:

-
- INTEVEP: La Unidad de Investigación y Campo de Ensayos no Destructivos.
 - Unidad de Ensayos no Destructivos de la Gerencia de Mantenimiento de Occidente.
 - Gerencia de ingeniería e Instalación de Oriente
 - División de Operaciones de la Gerencia de Instalaciones de Occidente.

5.4. GENERACIÓN DEL ELEMENTO DE GESTIÓN

La generación del Elemento de Gestión, es decir el Manual para Piezas Críticas, se fundamento en hacer uso de la información recopilada, el analizar las propuestas hechas por los entes integrantes y colaboradores del Equipo Natural de Trabajo, y luego de esto se realizar las modificaciones en el “Ciclo de Vida Útil de la Piezas Críticas”, enmarcadas en cambios técnicos y administrativos que permitirán mejorarlo, desde el punto de vista de la Calidad en sus diferentes etapas y actividades. Además la propia propuesta del Ciclo de Gestión, hecha en este trabajo forma parte de lo que se denomina El “Manual de las Piezas Críticas”, como Elemento de Gestión:

Que no es más que un compendio entre propia metodología, diagnóstico, propuestas para las modificaciones de las actividades y para la creación del ambiente adecuado, que asegure la adecuada la aplicación de las mismas.

Es importante resaltar que para que la aplicación de este Elemento de Gestión tenga éxito deben hacerse una serie de reformas que establezcan un mejor ambiente técnico-administrativo alrededor del manejo de las Piezas Críticas, estas reformas están reflejadas en posterior capítulo de este trabajo.

La aplicación de este ciclo de Gestión fue parcial, puesto que el entrar a la fase de “implementación” representaría la activación de actividades que parte de los objetivos de este trabajo.

El resto de las fases dependerán de la aplicación, de los cambios propuestos y del uso de las herramientas (Elementos de Gestión) diseñadas: La Base de Datos y la Hoja de Seguimiento y Control de Piezas.

CAPÍTULO VI: LA CALIDAD

6.0. GENERALIDADES

PDVSA trabaja, en lo que Aseguramiento de la Calidad de sus servicios y productos se refiere, basándose en las normas ISO 9000, por lo que era de esperarse, que para proponer cualquier cambio de actividades, técnicas o administrativas, que en este trabajo se planteasen. Efectivamente, conocer la norma ISO 9000 y las normas internas de la Empresa, facilitaron reconocer los defectos en el Ciclo de Vida Útil, y el planteamiento de posibles soluciones a cada uno de ellos.

No sólo la empresa hace uso de la norma ISO 9000, si no que además Nuovo Pignone (Fabricante) y TURBIMECA (Talleres de Reparación Autorizados), han adoptado esta y están certificadas. Lo cual obliga a revisar detalles de este documento, que permiten resolver situaciones defectuosas, involucradas con ellos.

En este capítulo se nombra y explica brevemente, lo que se han considerado los elementos de la norma ISO 9000, documentos (Guías, Normas, etc.) Corporativos, y otros factores involucrados, en el Control de la Calidad.

6.1. DEFINICIONES

Para aclarar conceptualmente lo que se explicará más adelante, en este capítulo, se presentan las siguientes definiciones:

Calidad: Conjunto de propiedades o características de un producto o servicio, que le confiere su amplitud para satisfacer necesidades expresadas o implícitas.

Gestión de la Calidad: función de la gestión general de una organización que tiene por objeto definir la política de la calidad y suministrar los recursos para su aplicación.

Aseguramiento de la Calidad: conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio cumple con los requisitos de calidad establecidos.

Control de la Calidad: técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad.

Inspección: acción de medir, examinar, ensayar, verificar una o varias características de un producto o servicio, para compararlas con los requisitos especificados y establecer su conformidad.

Especificación técnica: es el documento que establece las características y requisitos técnicos de un producto o un servicio tales como niveles de calidad, rendimiento, dimensiones. Puede incluir también terminología, símbolo, métodos de ensayo, embalaje, requisitos de marcaje o rotulado.

Norma: es una especificación técnica u otro documento a disposición del público, elaborado con la colaboración, consenso y aprobación general de todos los intereses afectados por ella, basada en resultados de la ciencia, tecnología y experiencia dirigida a promover beneficios óptimos para la comunidad y aprobada por un organismo reconocido a nivel nacional, regional o internacional.

Calidad de Conformidad: es el grado de cumplimiento de un material / producto con respecto a un diseño y/o especificaciones dadas.

Calidad de Reposición: es la disponibilidad de capacidad de reparación / reposición por parte del proveedor del material / equipo.

Documento: es todo soporte de información que guarda ciertas formalidades. Las formalidades mínimas que debe cumplir un soporte de información para constituirse en un documento son las siguientes:

- ✓ Debe ser útil para hacer, no hacer o probar algo.
- ✓ Debe ser reconocido como documento por todos los involucrados.
- ✓ La información contenida en él debe ser consistente.

Los documentos que contienen información en forma de requisitos que han de ser cumplidos en el futuro serán de nominados “documentos de requisitos”.

6.2. PDVSA, NUOVO PIGNONE, TURBIMECA E ISO 9000

La Segunda Guerra Mundial impuso a las FF.AA. de los EE.UU. la necesidad de contar con elementos de una calidad creciente o, por lo menos, constante. Para satisfacer esta entidad, se emitieron originalmente las normas Z1, adoptadas un tiempo después por los ingleses, como las BS 1008. A su vez, las normas Z1 dieron origen, en 1963, a las normas estadounidenses MILQ 9858A.

Con el transcurso del tiempo, el acopio de experiencia y la evolución de los conceptos, cada país fue desarrollando su propia normativa de calidad. Así, Canadá emitió las Normas CSA Z299 (aplicadas en la Argentina en la de construcción de la Central Nuclear Embalse Río III de Córdoba); por su parte, el American Petroleum Institute, desarrolló la especificación API Spec. Q1.

Más tarde, empresas petroleras como PDVSA, PETROBRAS e YPF, desarrollaron su propia normativa al respecto, tratando de coordinar sus requerimientos con vistas al mercado común; hoy, YPF ha adoptado las normas ISO 9000 para sí y para sus proveedores y PDVSA en miras al mismo destino ha desplegado una serie de actividades dirigidas a la aplicación de esta norma, por medio de la elaboración de Guías, Manuales, Procedimientos, Normas, y todo un material escrito, consecuencia de la investigación y la experiencia de la Empresa, sus Filiales y contratistas.

Estableceremos de aquí en adelante una referencia, y entonces señalaremos a la **Serie ISO 9000**, como la familia de las normas ISO 9001, 9002, 9003, 9004.

Cada una de estas Normas está destinada a satisfacer las necesidades de diferentes características, por lo que cada empresa deberá adoptar una de estas siendo capaz de acuerdo a las condiciones de también adaptarla, logrando concienzudamente eliminar ciertos elementos o agregarlos según sea un acuerdo mutuo entre el proveedor y el cliente.

Norma ISO 9001: Sistemas de la Calidad

Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio. Esta norma se emitió para ser utilizada cuando la conformidad a los requisitos especificados debe ser asegurada por el proveedor desde la verificación de su propia capacidad para cumplir con las condiciones del contrato o la orden de compra, y hasta

el asesoramiento de post venta, pasando por el diseño o desarrollo, la producción, transporte e instalación. Debiera ser aplicada por toda empresa que diseñe sus productos.

Norma ISO 9002: Sistemas de la Calidad

Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción e instalación. Esta norma se emitió para ser utilizada cuando la conformidad a los requisitos especificados debe ser asegurada por el proveedor durante la producción e instalación, y en el caso en que la empresa no desarrolla ni modifica diseño alguno.

Norma ISO 9003: Sistemas de Calidad

Modelo para el aseguramiento de la calidad en inspección final y ensayos. Esta norma se emitió para ser utilizada cuando la conformidad a los requisitos especificados debe ser asegurada por el proveedor únicamente por el proveedor únicamente durante el control y los ensayos finales.

Norma ISO 9004-1: Gestión de la Calidad y elementos del sistema

Parte 1 - Guías. Esta Norma describe una serie de elementos básicos con los cuales se pueden desarrollar e instrumentar sistemas de la calidad a ser aplicados a los productos.

Norma ISO 9004-1: Gestión de la Calidad y elementos del sistema

Parte 2 – Guías para los servicios. Al igual que la anterior tiene el mismo objetivo, pero para ser aplicadas por aquellas empresas que presten servicios.

Se debe, en este punto, recordar tres entes que establecen la presencia de estas normas en su haber, PDVSA (Cliente), Nuovo Pignone (fabricante), TURBIMECA (taller de reparación único autorizado).

Y la razón, muy clara, es que cualquiera de las soluciones y propuestas que se planteen en esta Gestión de Activos, no están sólo justificadas por el cumplimiento de estas Normas, si no que esto último ha sido la estrategia que este triángulo formado por las empresas, se ha dispuesto a cumplir para satisfacer la necesidad de sus clientes, y en el caso de PDVSA lo anterior, sumado a la forma en que se debe exigir la calidad a sus proveedores.

Queda entonces, observar cuales de las normas de la serie ISO 9000 aplican a nuestros casos, e iniciar así el establecimiento de las soluciones en base a sus elementos de calidad. Y está muy claro como las normas ISO 9001 e ISO 9002 se ajustan perfectamente según la descripción anterior a nuestros casos de proveedores de materiales.

La norma ISO 9001 contiene los requisitos de los niveles 9002 y 9003, dado que es la de mayor amplitud; de manera que el desarrollo de las explicaciones a partir de aquí serán realizadas en base a esta y a sus elementos.

6.2.1. MANUAL DE INSPECCIÓN, ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Este manual, de PDVSA, basado precisamente en las normas ISO 900, contiene información suficiente para asegurar a través del Control de la Calidad la correcta adquisición, operación / uso y mantenimiento de todos los equipos y materiales manejados por la empresa, esto por medio de una herramienta importantísima: La Inspección.

Convirtiéndose, esta última, en una herramienta realmente indispensable, pero si y solo si está enmarcada en un cuadro técnico y administrativo correcto, que realmente fomente el buen uso de ésta actividad.

Está muy claro, para iniciar, en este Manual cuales deben ser las acciones que se deben seguir para el “CONTROL DE LA CALIDAD DE CONFORMIDAD”

La Sección 6.1, Inspección en la Fase de la Adquisición propone inequívoco métodos para el aseguramiento de las mismas, dice esta lo siguiente:

“El Control de la Calidad de Conformidad es el conjunto de acciones que se deben cumplir en la fase de adquisición del material / equipo y que consiste básicamente en:

- Reuniones de pre-inspección ó pre-fabricación (revisión de contrato).
- Inspecciones de fabricación (en planta).
- Inspección de recepción (en planta o filial).”

Al efecto, se hacen las siguientes recomendaciones a fin de asegurar la calidad de conformidad:

El documento de básico para asegurar la calidad de un material y/o equipo es la **orden de compra**. Por ello el comprador deberá velar por que ésta indique con precisión los documentos técnicos aplicables a la misma y que constituyen parte integral de ella:

- ✓ Planos y códigos de práctica aprobados por el usuario.
- ✓ Especificaciones y normas técnicas aplicables y disponibles.
- ✓ Requisitos y tipos de inspección.
- ✓ Certificado de calidad y de origen.
- ✓ Tiempo y lugar de entrega.
- ✓ Tipo de embalaje.
- ✓ Otras condiciones.

Como se nombró antes deben hacerse reuniones de pre-inspección las cuales deberán cubrir los siguientes aspectos:

- Revisión a fondo de los requerimientos de calidad y procedimientos de inspección. Verificar la capacidad real del fabricante de cumplir con todos los requerimientos.
- Revisar la programación de inspecciones de acuerdo al plan de calidad de cada filial, se recomiendan inspecciones progresivas, evitando que las mismas sean una actividad post-morten.

Otro aspecto de gran relevancia es el siguiente:

- ✓ Es necesario que la información del equipo o material suministrado por el fabricante contenga:
- Certificados de calidad que contemple una descripción, serial, propiedades mecánicas, químicas, uso, garantía, etc.
- Registros de calidad.
- Resultados de las pruebas.
- Resultados de las inspecciones y control de fabricación.
- Certificados de materia prima.

Se habla en este manual acerca de la evaluación del estado físico de materiales y equipos durante su “Vida Útil”, con la finalidad de “asegurar una utilización óptima y continua

dentro de los rangos contemplados en el diseño o especificaciones técnicas. Y es precisamente con las Inspecciones que esto se logra.

Entre las tantas actividades que estas abarcan, y que en este trabajo incumben:

- ✓ Recopilación de los informes elaborados en la fase de adquisición.
- ✓ Preparación de expedientes y actualización de los mismos, de manera tal de tener un “registro histórico del material / equipo en cuestión.
- ✓ Ejecución de la inspección y análisis de resultados, generando un informe exponiendo este análisis, así como las recomendaciones pertinentes que permitan garantizar la continuidad operacional del equipo o material en forma segura.

Siendo la inspección al herramienta ejecutora de todo lo concerniente al Aseguramiento de la Calidad, debemos nombrar las Inspecciones en sus modos. Ya en el capítulo tercero hemos mencionado lo que son las Inspecciones especializadas, las Inspecciones de Recepción así que tan sólo falta comentar acerca de las inspecciones de fabricación.

De acuerdo al Capítulo 8 del manual de la calidad, existen variados tipos de Inspección en la fase de adquisición y están clasificados de acuerdo a su cobertura, para efectos de éste trabajo nombramos los siguientes:

- Inspección parcial de fabricación: se aplica a la inspección de fabricación de equipos/materiales. En la cual se verifica en forma parcial, generalmente mediante visitas periódicas al taller de fabricación, el cumplimiento de las especificaciones acordadas. Al efecto se debe preparar un PLAN DE INSPECCIÓN y de ser necesario se deben indicar los puntos de espera adecuados para la verificación.
- Inspección total de fabricación: se aplica a la inspección de fabricación de equipos/materiales en la cual el Inspector controla desde el punto de vista de calidad de todo el proceso de fabricación. Para ello el inspector deberá estar permanentemente en el taller de fabricación y se debe establecer un PLAN DE INSPECCIÓN, al cual deberá ceñirse el inspector y el fabricante. El no cumplimiento de dicho plan (“saltar las etapas de fabricación sin la debida inspección”) será causa de rechazo del equipo / material.

La inspección total de fabricación (inspección residente o a tiempo completo) es costosa y se debe recurrir a ella en casos tales como :

- ✓ Renglones de naturaleza compleja o no usual.
 - ✓ Limitaciones críticas de programación.
 - ✓ Renglones de servicios donde el factor de seguridad es crítico.
 - ✓ Volumen y monto muy alto.
 - ✓ Ninguna o inadecuada experiencia con el proveedor con respecto a aspectos de calidad.
-
- Inspección final de recepción en planta: se aplica a la inspección de material / equipo, la cual la realiza el inspector en la Planta del fabricante con el propósito de verificar el cumplimiento de las especificaciones acordadas. Por lo general está enfocada a atestiguar algunos ensayos y a la revisión de la documentación de calidad.
 - Inspección de recepción: la realiza el inspector en los almacenes o depósitos de la Filial, e incluso en las instalaciones del usuario, la inspección “**se limita al examen visual, dimensiones y control de documentación de calidad**”, por lo cual es “**recomendable**” en caso de productos de “**uso no crítico**” y que no requieran una verificación de pruebas, “**provenientes de proveedores confiables**”.

6.3. LOS ELEMENTOS DE LA NORMA ISO 9000

Cada norma está conformada por variados objetos, estos se le llama Elementos de la Norma. Estos elementos consideran a cada una de las fases de lo que debería ser cualquier proceso productivo y señala cuáles y su por qué, deben ser las acciones a tomar para asegurar la calidad del producto final, bien sea un producto manufacturado o un servicio.

A continuación se describen brevemente los elementos considerados para este trabajo, para ello se utilizó como referencia los Elementos de la Norma ISDO 9001 la cual contiene, como se dijo antes, a los Elementos de la 9002.

6.3.1. REVISIÓN DE CONTRATOS

De acuerdo a lo que expresa el texto de la Norma ISO 9000, en lo referente a Revisión de Contrato:

Generalidades: el proveedor deberá establecer y mantener procedimientos para efectuar la revisión de contrato y para la coordinación de estas actividades.

Revisión: antes de presentar una oferta o de la aceptación de un contrato u orden, la oferta, el contrato o la orden deberán ser revisados por el proveedor con el objeto de asegurar, entre otras cosas, que:

TIENE LA CAPACIDAD DE CUMPLIR LOS REQUISITOS CONTRACTUALES

Es decir que el proveedor debe poseer los medios necesarios para cumplir, en tiempo y forma, o, por lo menos que dispone de proveedores de servicios calificados para aquellas etapas del proceso en las que no disponga de equipos o de personal idóneo.

Este requisito queda totalmente justificado por el hecho de que la no previsión de algunos recursos obligaría al proveedor a sacrificar los plazos de entrega o, lo que sería más grave, el nivel de la Calidad.

Según Oscar Folgar (1997), las principales razones por las cuales los cambios a introducir en un contrato ya firmado, y deben ser sumamente analizadas, pueden ser las siguientes:

- 1) Diferencias en los costos.
- 2) Diferencia en cronogramas y plazos de entrega.
- 3) Diferencias del nivel de calidad requerido.
- 4) Diferencias en el rendimiento de la instalación o artículo.

Dice el mismo autor (de aseguramiento de la calidad):

“De verificarse que algunas de estas situaciones se hubiera producido, deberá haberse estipulado por escrito, como un anexo modificatorio del contrato o de la orden de compra y deberá contarse con el consentimiento de ambas partes, ...”

Debe ser conveniente elaborar una “Lista de Chequeo” en que se incluyan todos los requisitos a cumplir, los equipos de fabricación, de construcción y montaje necesarios, el personal, etc., de manera que no pase inadvertido ninguno de ellos y que, cuando se analice el contrato definitivo, se pueda verificar que los datos incluidos coinciden con los analizados en la etapa de revisión de contrata y con los cotizados.

6.3.1.1. REGISTROS DE REVISIÓN Y MODIFICACIÓN

Debe realizarse registro de las revisiones y modificaciones que se hagan en el tiempo, donde al menos se presenten las siguientes partes:

- Revisión de contrato: deben quedar reflejadas cada una de las etapas de la revisión, como la comparación del pliego de condiciones de la licitación con la oferta a presentar, la revisión del texto del contrato, etc., de igual forma debe quedar la firma de los participantes y responsables y la fecha de culminación.
- Las razones para la solicitud de la modificación de contrato y su aceptación o rechazo.

Para loa anterior PDVSA cuenta con procedimientos bien definidos para los que se llaman “Requerimientos de Modificación de Contrato”.

6.3.2. IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD DEL PRODUCTO

Identificación: está esto está estrechamente relacionado con el reconocimiento. Es reconocer la identidad de algo o alguien. Esta identificación se hace a través de los documentos, relacionando al objeto y sus características con el propio documento. Suele asignársele un código al objeto descrito.

Marcación: cuando se le transfiere el código de identificación a los objetos, por medios de grabados, pinturas, lápices eléctricos, colocación de tarjetas, rótulos, etc.

Dice la norma ISO 9000 lo siguiente:

“Cuando sea apropiado, el proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para identificar el producto, a través de medios adecuados, desde que lo recibe y durante todas las etapas de producción, despacho e instalación.”

6.3.2.1. LA IDENTIFICACIÓN Y EL MARCAJE

Se debe entender que la Norma requiere la identificación, y el marcaje es algo accesorio, una ayuda para la identificación y no un requisito establecido. Sin embargo se debe tomar en cuenta cada caso en particular y las necesidades que presente el cliente, el uso, el medio en que este operará, mantenimiento, etc., del producto.

Por ejemplo, debe tenerse sumo cuidado de no marcar con productos que posibiliten la corrosión en productos los cuales operen en medios altamente corrosivos.

6.3.2.2. LA RASTREABILIDAD

Rastreabilidad: es la posibilidad de efectuar el seguimiento a través de la cadena documental e identificatoria.

Todo elemento debe ser rastreado desde las instalaciones el cliente o usuario, se debe conocer el lote recibido, la fecha de recepción, los certificados de calidad y toda la información histórica que en un momento dado sea considerada útil. Su utilidad puede verse reflejada cuando es necesario conocer las características de origen de productos que no han satisfecho las necesidades.

6.3.3. PRODUCTOS SUMINISTRADOS POR EL COMPRADOR

Dice el texto de la Norma:

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para el control de verificación, almacenamiento y mantención del producto suministrado por el cliente, entregado para incorporarlo en los suministros o para actividades relacionadas. Se debe registrar e informar al cliente en caso de que un producto se pierda, se dañe o resulte inapropiado de cualquier otra forma para su uso. La verificación por parte del proveedor no exime al cliente de la responsabilidad de entregar el producto aceptable.

Este elemento aplica al caso en que una empresa recibe artículos para su uso, montaje o procesamiento, que le son entregados por su cliente, es decir, no se consideran como patrimonio propio, motivo por el cual la empresa no puede disponer de ellos sin la autorización del cliente.

Son ejemplos de estos casos, las empresas de transporte y/o almacenamiento, la de servicios, mecánicos como los talleres de reparación, , etc.

6.3.4. CONTROL DE PROCESOS

En una traducción del Texto de la Norma presentada por Oscar Folgar en su libro Aseguramiento de la Calidad, se dice:

El proveedor debe identificar y planificar los procesos de producción, e instalación y servicio que afecten directamente la Calidad, y debe asegurar que estos procesos se efectúen bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir lo siguiente:

- a) Procedimientos documentados que definan la forma de producción, instalación y servicio, cuando la ausencia de dichos procedimientos pueda afectar adversamente la calidad.
- b) Criterios para la mano de obra, los cuales deben ser estipulados en forma práctica y lo más clara posible (por Ej. Normas escritas, procedimientos, muestras representativas o ilustraciones).

6.3.5. INSPECCIÓN Y ENSAYOS

En el texto de la Norma:

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para las actividades de inspección y ensayo, para verificar que se cumplan los requisitos especificados para el producto. La inspección y los ensayos requeridos, y los registros que se deben establecer deben se detallados en el plan de calidad o en procedimiento documentados.

Respecto a la Inspección y ensayos finales:

El plan de calidad y/o los procedimientos documentados para la inspección y ensayos finales requieren que todas las inspecciones y ensayos especificados, hayan sido efectuados y que los resultados cumplan con los requisitos especificados.

Ningún producto debe ser despachado hasta que todas las actividades especificadas en el plan de calidad y/o en los procedimientos documentados hayan sido completadas satisfactoriamente, y los datos y documentación asociados estén disponibles y autorizados.

La inspección final es la que verifica el cumplimiento de los requisitos de:

-
- La elaboración de toda la documentación establecida por el Sistema de calidad, verificando la ausencia de no conformidad o de acciones correctivas abiertas.
 - La identificación y la marcación.
 - El etiquetado.
 - El embalaje y el embalado.
 - Las condiciones de almacenamiento y de manipuleo, y otras acciones dependiendo del alcance de los términos del contrato.

6.3.5.1. INSPECCIÓN Y ENSAYOS DE RECEPCIÓN, PROCEDIMIENTOS

Para efectuar una adecuada inspección de recepción debe hacerse siguiendo un procedimiento de inspección, asegurando que se realice entonces de forma completa y ordenada. De igual forma, las actividades de inspección además de estar programadas, deben seguir al pie de la letra tales procedimientos, de manera tal que, de acuerdo a Oscar Folgar (1997):

“No Quede a Criterio del Inspector Qué, Cómo y Cuándo Inspeccionar.”

Las normas establecen la aplicación de procedimientos escritos, no sólo para la ejecución de inspecciones y ensayos, si no para todas las actividades reguladas por ellas. Y según Folgar (1997), esto es así, “por que se deberá evitar que los inspectores improvisen en cada caso o que cada uno aplique un método o criterio diferente”.

De igual manera esto procedimientos pueden establecer cuales son los “Criterios de aceptación” o hacer referencia en ellos, de los criterios que estén claramente expresados en normas u otros documentos aceptados.

Este mismo autor propone la existencia de los PDO (o en Ingles Hole Point): Puntos de Detención Obligatoria, estos se establecen cuando el la ejecución de alguna etapa de fabricación, construcción o montaje imposibilita la realización de inspecciones y ensayos de las etapas anteriores, y dice acerca de este PDO los siguiente:

“Son recursos que los clientes utilizan cuando desean presenciar una etapa de inspección o ensayos, sin cuya presencia no se debería efectuar la inspección ni continuar con la fabricación o prestación. En estos casos se reserva un espacio con el objeto de que el

representante del cliente o su inspector dé la conformidad por la etapa alcanzada o incorpore alguna observación”.

6.3.5.2. CERTIFICADO DE LA CALIDAD

“Como resultado final, de todas las inspecciones, y para aquellos clientes que lo soliciten, suelen emitirse un Certificado de calidad, el cual debe identificarse con toda claridad el producto a proveer e incluirse una cláusula por la cual se certifica que el nivel de Calidad requerido ha sido obtenido. En algunos casos se puede, siempre a pedido de los clientes, incorporar datos referidos, por ejemplo, a los valores al medir alguna variable, que luego serán utilizados por los clientes en sus propios procesos.”

Lo anterior es la opinión de Folgar (1997), quien en definitiva cree en el derecho del cliente de solicitar tales Documentos de la Calidad. Es importante recordar esto, y al igual que todos los elementos de la norma que se han nombrado con sus comentarios y referencias de Texto, en el momento de reconocer las propuestas que se harán más adelante para la optimización del ciclo de vida útil en sus etapas y en un ambiente adecuado administrativa y técnicamente.

6.3.6. AUDITORÍA DE CALIDAD

Auditoría: Un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y los resultados relacionados cumplen con los acuerdos planeados, y si estos acuerdos son implementados efectivamente y si son adecuados para el logro de los objetivos.

Según la American Society for Quality Control (ASQC) en sus publicaciones:

Una actividad realizada de acuerdo con procedimientos escritos o listas de chequeo, para verificar por examen o evaluación de evidencias objetivas, que los elementos aplicables de un sistema de Aseguramiento de la Calidad han sido desarrollados, documentados y efectivamente instrumentados, de acuerdo con requerimientos específicos.

Dice el texto de la Norma, que el proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para planificar e implementar auditorías internas de calidad, para verificar si las actividades de calidad y los resultados relacionados cumplen con las disposiciones planificadas, y para determinar la efectividad del sistema de calidad.

Las auditorías internas de calidad deben ser programadas sobre la base de la condición e importancia de la actividad que debe ser auditada y debe ser realizada por personal independiente de los que tienen la responsabilidad directa de la actividad que está siendo auditada.

Las actividades de la auditoría de seguimiento deben registrar y verificar la implementación y la efectividad de la acción correctiva.

6.3.6.1. ¿POR QUÉ AUDITAR?

Existe la necesidad de cumplir objetivos, los cuales se realizan a través de la ejecución de procedimientos claramente establecidos, por lo que podríamos decir que estos se ponen en funcionamiento, este funcionamiento producirá resultados, y la comparación de los resultados con los objetivos da una idea de la marcha de la Gestión.

Una de las formas de estar informado, para cual sea el fin, del desarrollo de estas gestiones es la auditorías.

Se audita para obtener información, que luego del tratamiento correspondiente producirá las mejoras o correcciones conducentes al logro de los objetivos.

De igual manera para hacer esto de acuerdo con las políticas de la empresa, es una de las exigencias que se establecen en los procedimientos de inspección dados en el Manual de Procedimientos de BARIVEN, el cual establece la necesidad de hacer Inspecciones en Planta lo cual es acorde con todo lo antes expresado.

6.3.6.2 TIPO DE AUDITORÍAS

Existen diferentes tipos de auditorías de acuerdo a su función, alcances y grupo auditor. Las que se aplican al proceso o sistema, las que auditán al sistema y el producto, o este último únicamente. La auditoría de producto generalmente se centra en un solo tipo de producto, que ha sido sometido a varios procesos y controles que surgen de un sistema, esto no es más que auditar los resultados de aplicación del sistema o proceso. Cuando el grupo auditor está compuesto por el personal del cliente. Esta es la auditoría que se conoce como “de segundas” partes o “auditoría externa”.

6.3.6.3. PLANIFICAR Y PROGRAMAR AUDITORÍAS

Al hablar de planificación, nos estamos refiriendo a la selección y ordenamiento secuencial de temas afines, el establecimiento de cada auditoría, y la asignación de los recursos necesarios. Cuando nos referimos a programación, hablamos de fechas y horarios a un plan preestablecido.

6.3.6.4. EL INFORME DE AUDITORÍA

El informe de auditoría es el principal producto de la auditoría. El contenido del informe debe ser tal que permita una rápida toma de conocimiento de la situación y una certera toma de decisiones. Adoptándose para evitar extensas explicaciones, una estructura de uso permanente, facilitando así la búsqueda de datos específicos. Que podrían ser los siguientes:

- ✓ Ente auditado.
- ✓ Gestión auditada.
- ✓ Período de ejecución (fechas inicial y final).
- ✓ Identificación del personal auditor, (nombres, apellidos, cargo).
- ✓ Identificación del personal auditado, (nombres, apellidos, cargo).
- ✓ Lista de chequeo.
- ✓ Documentación de referencia.
- ✓ Hallazgos de situaciones irregulares, fuera de normas, acuerdos u objetivos.
- ✓ Descripción de acciones correctivas.
- ✓ Recomendaciones.

CAPÍTULO VII: EL AMBIENTE ADECUADO, LA CALIDAD

7.0. GENERALIDADES

Se ha cumplido para este momento la mayor parte del Ciclo de Gestión del Activo (las Piezas Críticas), conocemos gracias a la Investigación, Observación y Experiencia de las personas involucradas con este, cuales son las debilidades y fortalezas de cada una de las etapas del Ciclo de Vida Útil (Actual) de las Piezas Críticas, se identificaron a lo largo de todo este trabajo cuales son los documentos, normas, procedimientos, entes y personal (de Empresas, contratados, Unidades Operativas), Guias y Manuales Corporativos, nacionales e internacionales que están involucrados, y que de manera directa o indirecta deben ser tomados en cuenta para establecer la más adecuada Gestión del Activo.

De igual forma se estableció el método de trabajo aplicado que asegura la permanencia en el tiempo, y mejora continua Luego de realizar todo el proceso de recopilación-análisis de

información, por parte del Equipo Natural de Trabajo, se procedió a establecer las Propuestas en definitiva, que permitirían generar dicho Manual, la **sola existencia de este y la aplicación de los cambios en las actividades no asegurará éxito del mismo**, así que se entendió que el fomento de la mejora del ambiente técnico y administrativo que le rodea, también es esencial.



Figura 7. El Ambiente adecuado para la aplicación del Manual

Por ello, se establecen en este trabajo algunas de las medidas que será necesario estudiar e implantar para la mejora del ambiente que rodeará la implementación de cualquier cambio propuesto.

7.1. CONTRATOS DE REPARACIÓN Y ADQUISICIÓN

Ya se ha hablado de la presencia de la Norma de calidad ISO 9000 en todo este nueva tendencia a la Gestión de Activos y de cada una de las actividades que como consecuencia generan un producto, y del como PDVSA a llevado esto a la práctica a través de la generación de normas que establezcan cuales deben ser los pasos a seguir y de que forma se deben hacer, para el logro de esta máxima: LA CALIDAD. Entonces a partir de aquí que se



muestran las propuestas de mejoras basadas en estas normas , en las políticas de la empresa reflejadas en sus normas y procedimientos, y las investigaciones hechas por el equipo natural de trabajo.

Figura 8. El mejor ambiente: La Calidad

Una de las propuestas generadas es la revisión y modificación de los contratos de adquisición de piezas para establecer mejoras, subsanando los defectos, en lo relacionado a:

En el contrato de adquisición:

- A la entrega de especificaciones técnicas tales como la conformación metalográfica, composición química y física del material de cada una de las Piezas Críticas.
- Al Tipo de embalaje, propiedades y funciones.
- A la entrega de los documentos de la calidad, es decir de cada uno de los documentos o reportes que se generen, consecuencia de los ensayos e inspecciones hechas en planta (de fabricación) destinados a la verificación de la Calidad de Conformidad con lo estipulado en el diseño, durante todo el proceso de fabricación.

En el contrato de reparación:

- Al establecimiento claro de las funciones, derechos , deberes y atribuciones del Auditor de Calidad o Inspector.
- A la entrega de los documentos de la calidad, es decir de cada uno de los documentos o reportes que se generen, consecuencia de los ensayos e inspecciones hechas en planta (de

Reparación) destinados a la verificación de la Calidad de Conformidad con lo estipulado en el diseño, durante todo el proceso de reparación.

- A la obligación de registrar cada una de las actividades y sus resultados.
- A la entrega de los resultados de las Inspecciones (Reportes de Inspección) de recepción en planta (Taller de Reparación), incluyendo los que establezcan el rechazo de las piezas junto con los criterios que fueron utilizados, debidamente escritos .
- Al aseguramiento del correcto y continuo marcaje, de acuerdo a las exigencias de las Especificaciones Técnicas, sobre la superficie de las piezas de la matrícula, el número del fabricante y del número de revisiones o reparaciones, grabados en la superficie de las piezas, para su identificación, luego de su pérdida consecuencia de los diferentes tratamientos superficiales que sufren las piezas en el proceso de reparación
- Al uso de herramientas de seguimiento y control.
- A el uso de Planos, y cualquier otro documento que permita realizar las reparaciones bajo las estrictas condiciones de diseño de las piezas.
- A la entrega de informes detallados de cuales son los criterios y resultados de las Inspecciones realizadas en que se basan los rechazos de reparación de las piezas.

Es entonces importante la solicitud y realización de las reuniones que llamaremos:

- ✓ Pre-fabricación
- ✓ Pre-reparación

Donde los participantes serán:

- ✓ Miembros de la Unidad de Turbomáquinas
- ✓ Miembros de la Unidad de Inspección y Corrosión.
- ✓ Miembros de TURBIMECA, especialmente los de las Gerencias con la aplicación ISO 9000 y los de Control de Calidad e Ingeniería.
- ✓ Representantes del proveedor, Nuovo Pignone.
- ✓ Auditor de la Calidad de PDVSA.

Estas reuniones deben contemplar las siguientes actividades:

- ✓ Revisión de contrato.
- ✓ Propuestas de modificaciones.

-
- ✓ Discusión de las partes.
 - ✓ Rechazo o aceptación de propuestas.

Estas generarán una “Lista de Chequeo”, la cual servirá para la verificación de los acuerdos en el contrato definitivo. Esta luego deben registrase de acuerdo a los estipulados por las Normas Internas de la Empresa o Filial.

De igual manera todas estas actividades y sus resultados deben ser estudiadas, evaluadas y mejoradas en los trabajos realizados por el (los) equipo(s) natural(s) de trabajo en cada Ciclo de Gestión.

7.2. EL MATERIAL

Uno de los problemas que se conoce acerca de las piezas, es el desconocimiento de la estructura metalográfica de los materiales de componen cada una de estas, lo que trae consecuencias ya nombradas en el capítulo primero.

Se conoció, durante la fase de investigación, que en diferentes plantas de PDVSA (distintos de PDVSA-GAS), que manejan equipos muy similares en lo que refiere a la casa proveedora, función, potencia, etc., conocen a detalle cada uno de los materiales y su composición, inclusive cuentan con lo que le llaman: Lista de Materiales, incluyendo las que ellos denominan Piezas Calientes (nuestras Piezas Críticas).

En PDVSA-Occidente conociendo la composición del material, han logrado desarrollar Métodos y Procedimientos destinados a la mejora en la calidad del manejo de las piezas, desde estudios para determinar la reparabilidad de la pieza y reparación en algunos casos hasta el incremento de la Confiabilidad Operacional de turbinas (Incrementamos confiabilidad de turbinas, **PDVSA-al día**) con el apoyo del personal de INTEVEP.

7.3. CONTROL DE LA CALIDAD EN LOS TALLERES DE REPARACIÓN

Si algo es claro y evidente es que el estar tratando (ofrece sus servicios) con una empresa la cual establece para sus operaciones y cada una de sus actividades la aplicación de la norma ISO 9000 como es el caso de TURBIMECA (ver Apéndice 4), se espera como es natural, por parte del cliente (PDVSA) los más mínimos indicios de la aplicación de sus exigencias, lo cual trae como consecuencia única y definida: la satisfacción del Cliente, al recibir un

producto en las condiciones esperadas. Esto no está ocurriendo así y es por eso que se ha decidido establecer las exigencias del cumplimiento de las normas tanto ISO 9000 como las propias internas que exige la empresa.

Una de la iniciativas fue la ya nombrada “Revisión y Modificación de Contratos.”, otra es la establecer las exigencias mínimas de Controles y Gestión de la Calidad, a este taller de Reparación.

7.3.1. AUDITORIAS DE LA CALIDAD

Definir claramente las funciones del Auditor de la Calidad o Inspector, esta figura ya existe más con el defecto de no estar ni bien definidos sus alcances y objetivos, y es eso precisamente lo que se establecerá a continuación en la propuesta primera, con la idea de que sea discutido en reuniones futuras con el personal que conforme el equipo natural de trabajo, y con representantes de la Empresa que presta el servicio.

- Que quede claramente expresado en la Lista de Chequeo que se proponga en las reuniones Pre-reparación, la solicitud de lo que quede como acuerdo, la Auditoría de la Calidad, sus alcances y objetivos, y la entrega de cualquier información suficiente y necesaria por parte del proveedor al cliente para la adecuada realización de tales actividades.
- Que se establezca un auditoría de segundas partes o externa.
- Que se establezcan entre los alcances, los siguientes:
 1. La participación en la ejecución de las actividades de:
 - ✓ Inspección de Entrada.
 - ✓ Inspección con Ensayos No Destructivos (E.N.D) que se realicen antes y después de las reparaciones.
 - ✓ Embalaje y despacho.

Se recomienda la presencia del Auditor en todas cada una de las actividades de reparación, desde la recepción hasta el despacho, durante un tiempo prudencial, como podría ser dos

(02) años tal que este pueda conocer el proceso detalladamente y así realizar la auditoría con más celo, precisión y conocimiento.

2. La revisión y confirmación detallada de los Documentos de la Calidad y la información que estos contengan.
3. El acceso a los registros históricos de cada una de las actividades y los resultados de la ejecución de estas, que estén involucrados con las Piezas Críticas.

De la misma forma debe establecerse los mecanismos y herramientas para que estas actividades puedan ser realizadas, ejemplo de tales herramientas deben ser:

La entrega del cronograma detallado de las actividades de lo que el mismo taller de Reparación llama: *Planeamiento de Trabajo*. En este deben estar claramente reflejadas, cada una de las actividades, con los responsables para su ejecución y las fechas de las mismas. Esta información debe dársele al Auditor con suficiente tiempo para que este prepare sus propias actividades.

Es importante, establecer la obligación que tiene el Auditor ante la figura del custodio de las piezas, de hacerle llegar a este último, todos y cada uno de los Documentos de la Calidad emitidos, al igual que cualquier reporte que se considere pertinente, por ejemplo de alguna actividad de reparación fuera de lo establecido en el contrato, de tal forma que se faciliten las actividades de recepción y Control de la Calidad dentro de la Planta.

7.3.2. EL AUDITOR DE LA CALIDAD Y LOS EQUIPOS NATURALES DE TRABAJO

Debe darse cabida a la participación al Auditor de la Calidad para que aporte información, recomendaciones y opiniones útiles en las reuniones, de trabajo e investigación que realicen los futuros Equipos Naturales de Trabajo.

El auditor debe ser la conexión permanente entre la empresa (PDVSA) y el Taller de Mantenimiento. Este contacto permitirá reconocer cuales son los defectos en las diferentes actividades de reparación, que a futuro deben ir resolviéndose, mantendrá actualizados de la REALIDAD a los miembros del equipo natural de trabajo, para trabajar en base a cosas ciertas y no a suposiciones.

7.4. DOCUMENTOS DE LA CALIDAD (PIEZAS NUEVAS Y REPARADAS)

Los Documentos que se deben exigir entre los requisitos de Control de Calidad son los siguientes, en el caso de las piezas reparadas:

- ✓ Resultados de las Inspecciones de Recepción
- ✓ Resultados de las Inspecciones con Ensayos No Destructivos (E.N.D) previos y posteriores a las actividades de reparación.

Debe revisarse cuales son los campos de información está constituido el registro (fecha, observaciones, ensayos requeridos, descripción, resultados / certificado), y bajo que criterios técnicos y administrativos se están llenando al cumplir con cada una de las actividades. Esto debe implicar reuniones del equipo natural de trabajo, con la participación del personal de TURBIMECA y NUOVO PIGNONE.

7.5. ALMACENAJE

Entre las cosas que afecta el control y el seguimiento de las piezas, es el actual almacenaje de ellas, lo cual de manera muy clara fue explicado en capítulos anteriores. Considerando la necesidad de establecer el más apropiado lugar y el más adecuado método para el almacenamiento, se estudiaron diferentes opciones, para ambos factores, como lo fueron:

- El Patio de Químicos y Galpón de Producción: estos representan el tener la posibilidad de almacenar las piezas por cuenta propia, de parte del personal de la Unidad de Turbomáquinas, sin embargo no están dadas las condiciones adecuadas para su almacenamiento, en lo que refiere a las condiciones físicas del lugar (iluminación, distribución del espacio físico, etc.), la ausencia de los equipos necesarios para su adecuado traslado, movilización y almacenaje. Además de presentarse el inconveniente de que el área no pertenece a la Unidad y el proceso para tramitar cualquier información se ha hecho difícil, inclusive durante este trabajo.
- El Taller de Mantenimiento: aquí es donde se realiza actualmente el almacenaje y se explica lo inconveniente de este lugar con la explicación del Supervisor de la Unidad de Mecánica de Planta: “El Taller de Mantenimiento está destinado a la ejecución de actividades de mantenimiento de los sistemas, equipos, instrumentos y partes o repuestos que

pertenecen a la Planta, no está destinado al almacenamiento o depósito de pieza, repuesto o chatarra.” Para el uso de este lugar tan sólo se tiene como aval acuerdos hablados, entre las diferentes Unidades que hacen uso de este Taller.

- El Almacén de Planta: este como consideración última presenta ventajas en todos los sentidos, y la dividiremos en tres:

1. Técnicas: cuenta con las condiciones adecuadas tales como consideraciones de diseño propias de un almacén: detalles de teléfonos, tomas corrientes, tomas de agua, aguas negras, ventilación, área de recepción y despacho, pasillos de circulación, la posibilidad de circulación del montacargas por sus diferentes sectores y pasillos, agradable ambiente de trabajo, buena iluminación: lo que facilita la localización de materiales y actividades de inventario, sistema de detección de incendios, oficina para el personal a cargo, personal preparado, con la formación adecuada para las actividades referentes al manejo de materiales, recepción, preservación despacho, rechazo, etc.
2. Administrativas: para la incorporación de las piezas reparadas, y potencialmente reparables (toda pieza desmontada en los mantenimientos), las piezas es necesario que su manejo administrativamente, es decir la Gestión de Materiales, pase a ser responsabilidad del personal de BARIVEN y de los almacenes, ingresando el conjunto de piezas como parte del inventario que estos manejan (Ver anexos 3 y 4) y por supuesto de todas las ventajas que esto trae. Por ejemplo el uso del programa SAP., facilita las actividades de procura y administración de materiales, las piezas críticas pasarían a formar parte en su totalidad de este sistema y no sólo las piezas nuevas que no han sido usadas.
3. Aplicación de la Herramienta (Manual de Piezas Críticas): la administración de estas piezas por parte del personal de BARIVEN y los almacenes facilitará la aplicación esta Herramienta puesto que entre los cambios propuestos están la aplicación Inspección de Recepción (o Verificación de Concordancia con Inspección especializada, ver Anexos 5 y 6), cambios en la Inspección de Montaje, además de la aplicación instrumentos de seguimiento y control de piezas, todas estas serán explicadas más adelante.

7.5.1. ESTABLECIMIENTO DE LA NECESIDAD

El mecanismo para que se haga efectivo la administración de las piezas reparadas y potencialmente reparables, debe ser:

1. Establecer la necesidad de almacenamiento: consiste en justificar de acuerdo a condiciones técnicas, administrativas y económicas cual es la necesidad de almacenamiento.
2. Establecer bajo que condiciones el cliente espera que se almacenen los repuestos de acuerdo a empaque o embalaje, posición, pesos, dimensiones, cantidades, tiempo y actividades de acuerdo al tipo de pieza.
3. Enviar esta necesidad como una solicitud formal al personal de BARIVEN que establece que la necesidad es valida y aprueba tales actividades.

Para realizar la justificación se necesitará la siguiente información:

- **CONDICIONES ACTUALES DE ALMACENAMIENTO:**

El explicar cuales son las condiciones inadecuadas de almacenamiento es describir las características actual de este:

- ✓ Se almacena en un área destinada para tal fin.
- ✓ No se efectúa, como es debido, la recepción y sus inspecciones (Verificación de Concordancia, revisión de Documentos de Calidad), de las piezas recibidas de los talleres de reparación.
- ✓ No se efectúa ningún tipo de programa de conservación de materiales.
- ✓ Este almacenaje no tiene ningún método o procedimiento establecido.
- ✓ No lo ejecuta personal preparado.

- **PIEZAS POTENCIALMENTE REPARABLES:**

Toda Pieza Crítica que es desmontada en la ejecución de cualquiera de los mantenimientos, y que sea reemplazada, es “Potencialmente Reparable”, es decir, hasta que no sea demostrado

por personal especializado, estas piezas no se deben considerar desecho o chatarra, lo cual ameritaría que se desincorporaran, pueden ser reparadas y reutilizadas.

- COSTOS DE LAS REPARACIONES:

De acuerdo a información de propio personal de BARIVEN, las Piezas Críticas en promedio cuestan \$160.000, y el repararlas cuesta casi el 17% de este valor, entre \$20.000 y \$30.000. Para establecer las mejores condiciones para que se almacenen las piezas se debe expresar en el comunicado las características básicas, embalaje y movimiento de las piezas.

- EMBALAJE Y EMPAQUE:

Las piezas reparadas son despachadas en los Talleres e Reparación, en cajones de tramos de madera: suerte de guacales, y envueltas previamente en un plástico blanco delgado y semi-opaco. Se espera que cuando se almacene y posterior a las respectivas inspecciones sea almacenado en igual condiciones.

Las piezas que se consideren potencialmente reparables, luego de desmontadas en los mantenimientos serán empacadas en igual condiciones en la que fue embalada en los respectivos para los respectivos despachos desde los Talleres de reparación y la fabrica. Se espera que cuando se almacene y posterior a las respectivas inspecciones sea almacenado en igual condiciones.

Las piezas deben ser colocadas como recomienda el fabricante y el Taller de Reparación

Cesto Combustor: vertical (CAP en la parte superior) u horizontal de acuerdo a las facilidades del cajón.

Pieza de Transición: horizontal, entendiendo esta posición como la sección más circular (centro de la Pieza, radio de la circunferencia) esté paralela al suelo.

Tobera de primera Etapa: horizontal, entendiendo esta posición como la sección más circular (centro de la Pieza, radio de la circunferencia) esté paralela al suelo.

- DIMENSIONES Y PESO:

Es necesario establecer el Volumen de cada pieza para que junto al movimiento y número que se haga de esta, se pueda determinar el lugar más adecuado para su disposición.

Cesto Combustor:

Peso de la pieza: 50 Kg.

Peso de la pieza con empaque: 93 Kg.

Dimensiones del empaque: 1,97m x 0,82m x 0,82m

Volumen: 1,33 m³

Pieza de transición:

Peso de la pieza: Cincuenta 90 Kg.

Peso de la pieza con empaque: 131 Kg.

Dimensiones del empaque: 1,57m x 1,32m x 0,97m

Volumen: 1,86 m³

Tobera de primera etapa:

Peso de la pieza: Cincuenta 64 Kg.

Peso de la pieza con empaque: 102 Kg.

Dimensiones del empaque: 1,10m x 1,05m x 0,20m

Volumen: 0,231m³

• NÚMERO Y MOVIMIENTO:

Para determinar el número de piezas que manejará anualmente el almacén es importante recordar el número de máquinas, las características del mantenimiento de estas en lo que refiere a el reemplazo de piezas críticas, frecuencia y tipos de piezas (Capítulo segundo), que se ven reflejados en los programas de manteniendo.

El número de piezas que se propondrá, está basado en los programas de mantenimiento (ver Anexo 7). Otro factor importante para establecer como será el movimiento de las piezas, es el tiempo que se tarda el tramitar en Venezuela los permisos y otros documentos necesarios para el transporte a los talleres de reparación tanto en el extranjero como en el interior de País. Este trámite, el cual realiza personal de BARIVEN, puede durar entre cuatro (04) y cinco (05) meses, y se ha presentado casos de hasta un poco más de seis (06) meses. Por ello

se ha decidido establecer que el número de piezas salientes y entrantes se manejará de la siguiente forma.

Piezas reemplazadas, aproximadamente, por año: seis (06) Cestos Combustores, Cuatro (04) Piezas de transición, cuatro (04) Toberas de primera etapa. Estas piezas deben considerarse todas potencialmente reparables, lo que implica:

Volumen Anual de piezas potencialmente reparables (VAPPR) = 16,35 m³

Se debe tomar en cuenta el número de piezas que se reciben de los talleres de reparación, anualmente, según lo que se ha manejado estos últimos tres años deben llegar en promedio, un poco menos de las piezas que se integren como potencialmente reparables, por lo que se recomienda considerar como volumen total de las Piezas Críticas, el siguiente:

Volumen Total Anual de Piezas Críticas a ser manejado por el Almacén de Planta: 32 m³ + el volumen que ocupe anualmente las Piezas Nuevas recibidas de fabrica.

Se ha considerado el doble el VAPPR para el Volumen Total de Manera tal que si llegase a coincidir la recepción de todas las piezas reparadas con el trámite de envío a los talleres de reparación, sea suficiente todo el espacio. Este Volumen debe ser negociado con el personal de BARIVEN, en cuanto este no esté de acuerdo. Luego de que todo lo anterior esté claramente establecido se hará un comunicado al personal de BARIVEN vía e-mail.

Esta es una medida que se debe tomar lo más pronto posible pues facilitará el que se establezcan otros cambios en el Ciclo de Vida Útil, con miras a su mejora. Hay que recordar que todas estas acciones de almacenamiento son tomadas para las piezas que han sido reparadas y aquellas que son potencialmente reparables.

Las actividades de preservación, rechazo-reclamo, despacho, etc., están claramente definidas en los Procedimientos de BARIVEN-PDVSA diseñados para tal fin y por los cuales se debe regir entonces el manejo de estas piezas.

CAPÍTULO VIII: EL CÍCLO DE VIDA ÚTIL PROPUESTO

8.0. GENERALIDADES

Luego de analizar cada una de las propuestas de las personas que participaron en las discusiones generadas en las reuniones del Equipo Natural de Trabajo, tomando en cuenta todas las Normas, Guías, Manuales y Documentos, que han sido nombrado y estudiados en el recorrido de todo este trabajo, y haciendo uso de las investigaciones en fuentes bibliográficas que complementaran y diesen mayor valor a las propuestas o les permitiera desecharlas o redefinirlas, y atendiendo a una realidad técnica y administrativa única, se generó lo que se ha llamado: “Ciclo de Vida Útil Propuesto”.

Este ciclo refleja cuales deben ser los cambios técnicos y administrativos que con un adecuado ambiente de Aseguramiento de la Calidad, cumplimiento de las Normas, Guías y Manuales (Documentos Corporativos) se espera permita establecer mejorías. Todos estos cambios deben ser implantados, evaluados y mejoradas de acuerdo al trabajo de los futuros equipos Naturales de Trabajo, bajo la metodología de Gestión de Activos.

Los cambios fundamentales son tres, ya establecido un adecuado Ambiente, son las Inspecciones, el Almacenaje de las Piezas “Potencialmente Reparables” y la propuesta de la ejecución de estudios de Reparabilidad y Tiempo de Remanencia.

8.1. FLUJOGRAMA

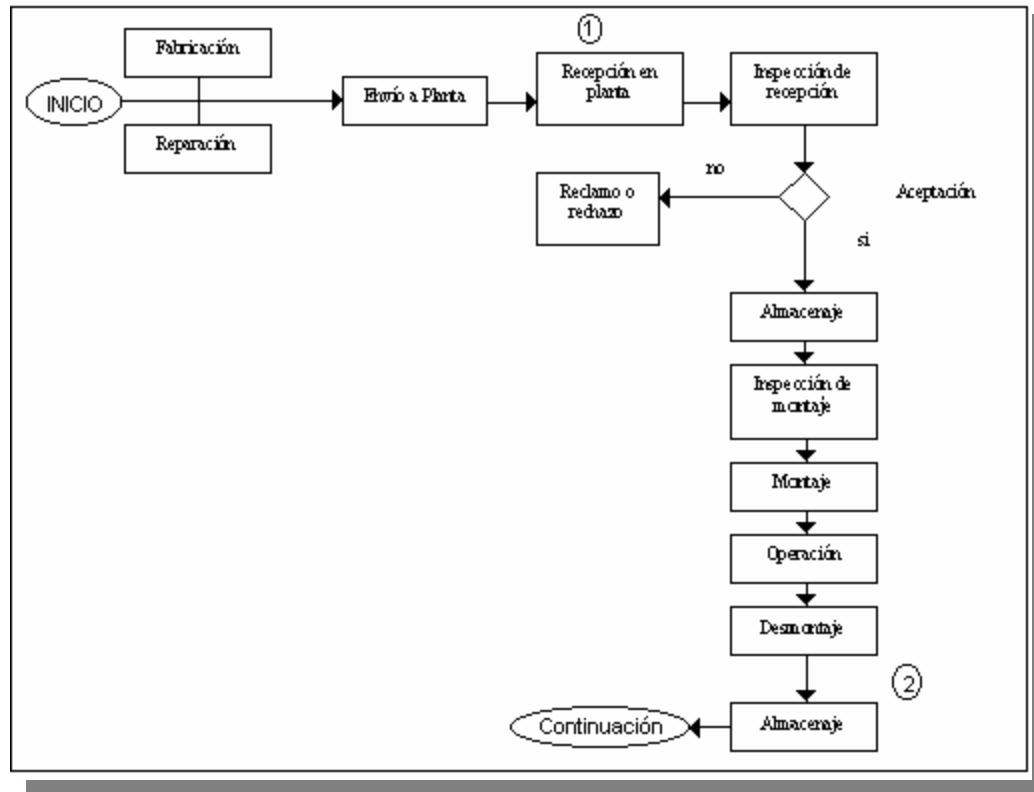


Figura 9. Flujo de vida útil propuesto

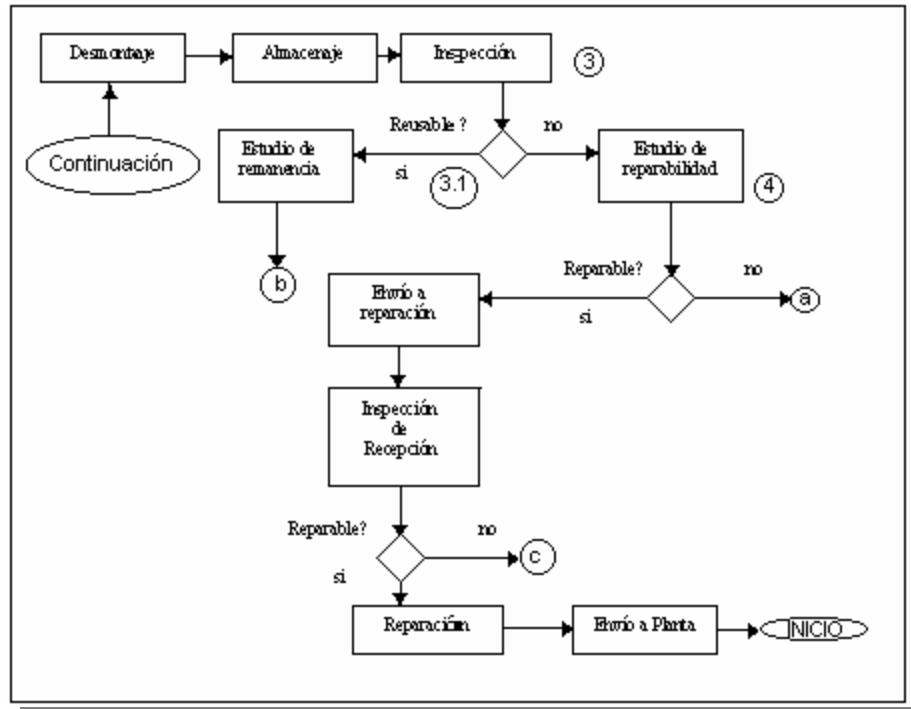


Figura 10. Continuación del flujo de vida útil propuesto

8.2. RECEPCIÓN

De acuerdo a los planteamientos que se han hecho en capítulos anteriores, la implantación de la Inspección de Recepción que se debe realizar en la etapa propuesta de Recepción (1, en la Fig. 10) está más que justificada, en base a lo propuesto por las Normas ISO 9000 y por el Manual de Procedimientos Operacionales de Procura y Administración de Materiales de BARIVEN-PDVSA, además de estar acorde estas con las políticas de la Empresa.

Es importante definir, bajo cuales condiciones deberá establecerse este procedimiento. Para ello se consultó el Manual de Procedimientos de BARIVEN.

Para hacer más fácil la comprensión de la aplicación de este procedimiento (Inspección de Recepción), y de otros que se explicarán más adelante, recordaremos cuales son los *Procedimientos* que integran este Manual y que además son útiles para nuestro caso:

BRV-MO-AI-001-PR Recepción de Materiales

BRV-MO-AI-002-PR Almacenamiento de Materiales

BRV-MO-AI-003-PR Preservación de Materiales y Equipos.

BRV-MO-AI-005-PR Despacho de Materiales.

BRV-MO-AI-007-PR Verificación de Concordancia de Materiales

BRV-MO-CO-014-PR Manejo de Reclamos

Establecer las condiciones, no es más que seguir las sugerencias que de dicho Manual, según cada uno de sus Procedimientos, y de acuerdo a lo que establecen cada uno de los Elementos de estos, que son comunes en los diferentes documentos (BRV-MO de BARIVEN), como son las siguientes:

- Alcance: Dimensionamiento o acotación de las actividades a desarrollar o el área de influencia del trabajo.
- Responsabilidades: Se especifica, a través de Organigramas, el personal necesario y su responsabilidad en el desarrollo del trabajo. Además, cada procedimiento operacional se acompaña del que se llama *Personal Involucrado*: se refiere este a todas las personas asociadas a la ejecución del procedimiento.

-
- Materiales y Equipos a Utilizar: son las diferentes equipos y materiales que se utilizan durante la ejecución de la operación.
 - Disposiciones: Trata este punto de los diferentes elementos que se deben tomar en cuenta para el buen desarrollo de cada ejecución, de manera tal de asegurar la Calidad y la Seguridad.
 - Acciones: se dan las instrucciones de cuales son los pasos a seguir para completar la tarea de acuerdo al Alcance establecido.

La Implantación: Debe hacerse de acuerdo a un realidad que se puede reflejar en lo siguiente:

- Aún no se reciben adecuadamente los Documentos de Calidad.
- Aún no se han establecido los mecanismos para asegurar la Calidad de las piezas recibidas de la reparación.
- Aún no se han hecho efectivo la solicitud de que las piezas recibidas como reparadas sean incorporadas a los almacenes.

Por lo que se recomienda para la implementación de esta Inspección de recepción, lo siguiente:

- De acuerdo a lo que se exige en BRV-MO-AI-001-PR, Recepción de Materiales, realizar la “Verificación de Concordancia” (de acuerdo a la BRV-MO-AI-001-PR, Verificación de Concordancia-BARIVEN), según lo establecido en la “Sección 5.1.6. de 5. Acciones”, con la Imagen de Inspecciones Especializadas, como un requerimiento, la cual debe ser ejecutada por Servicios Técnicos, tal como se exige con el cumplimiento de actividades de:
 - ✓ Verificación del estado general
 - ✓ Dimensionamiento especializado
 - ✓ Ejecución e interpretación de ensayos no destructivos
 - ✓ Revisión de todos los Documentos técnicos, tales como certificados de calidad y otros.

Esta Verificación de Concordancia debe hacerse hasta que se restablezca la confianza en las actividades realizadas por los talleres de ejecución, el tiempo o la cantidad de piezas a la cual

será aplicada esta será establecida por los futuros Equipos Naturales de Trabajo, basándose en Indicadores, que deben ser:

- ✓ El número de piezas defectuosas que se reciban en un período de tiempo determinado.
- ✓ El cumplimiento estricto por parte de los proveedores de las exigencias establecidas en los contratos (Auditorías de Calidad, entrega y envío de Documentos de Calidad, etc.).
- Realizar las Inspecciones de Montaje, con carácter de Spot las inspecciones (ver capítulo tercero 3.7. Inspecciones), cuando ya esté re establecida la confianza, hasta que progresivamente no se realice si no simple inspecciones visuales confiando en las actividades de Auditoría en Planta y en los certificados de calidad.
- Debe establecerse un tiempo de transición en el cual se mantenga la actividad de Inspección de Montaje, tal y como se ejecuta actualmente. Esta debe tender a tan sólo hacer una sencilla inspección visual que verifique el correcto almacenaje, pues sería totalmente innecesario hacer Ensayos no Destructivos, etc., luego de realizar un adecuada Inspección de Recepción, pasando por las etapas antes mencionadas.

Este “Período de Transición” debe responder al cumplimiento de las siguientes razones:

- ✓ Almacenaje de las piezas reparadas en el Almacén de Planta, y cumplimiento de los diferentes procedimientos asociados a este desde su recepción.
- ✓ Cumplimiento estricto de las condiciones de calidad en los contratos respectivos, por parte de los proveedores.
- ✓ Cumplimiento adecuado de las actividades del auditor.
- ✓ Los Equipos Naturales de Trabajo deben establecer el tiempo de este período de transición, de acuerdo a los avances obtenidos.

Una de las ventajas, de asegurarnos del cumplimiento de esta etapa de recepción, la respetiva inspección especializada, es el poder realizar el proceso de aceptación (1, en la Fig.9) más adecuado, y contar con la activación de los Procedimientos de Reclamo o Rechazo de Material no conforme, al suponer (como se explica más adelante) que las

piezas recibidas de la reparación, podrán ser administradas por BARIVEN, quien tiene claramente establecidos la forma de llevar estas actividades. Además de hacerse esto en el momento más adecuado y no pasado largo tiempo, luego de su recepción.

8.3. INSPECCIÓN DE DESMONTAJE

La Inspección de Desmontaje (2, en la Fig. 9), hasta ahora se ha convertido en el simple y mal cumplimiento, de lo que se interpreta en el “Manual de Calidad” de PDVSA, pues como ya se habló se limita ha realizar dos ensayos (visual y de líquidos penetrantes), cuyos resultados no son interpretados.

La propuesta es que se aplique lo que realmente exigen las normas de la Empresa, en sus diferentes Documentos Corporativos:

La interpretación de los resultados con el fin de establecer recomendaciones que permitan mejorar el uso y mantenimiento de la parte o equipo, y de la mejora de las inspecciones mismas.

El trabajo de interpretación de resultados de las Inspecciones, debe tener como Objetivo:

1.- Establecer criterios que permitan definir la Condición de la Pieza luego de salir de un período de operación.

2.-Luego de establecidos los criterios, hacer el análisis necesario para el establecimiento de la condición de la pieza.

Las posibles condiciones, luego de haber operado, son las siguientes:

Reparable (Condición de Reparabilidad): cuando la degradación del material y la presencia y magnitud de los defectos son tal que, la pieza puede ser reparada con las técnicas que establecen el Fabricante y los Talleres de Reparación autorizados.

Reusable (Condición de Reusabilidad): cuando la degradación del material y la presencia y magnitud de los defectos son tal que, la pieza puede ser utilizada en otro período e operación.

Desechable (Condición de Desechabilidad):) cuando la degradación del material y la presencia y magnitud de los defectos son tal que, la pieza debe ser desechada.

Lo primero que debe hacerse para este interpretación es establecer *Criterios de Rechazo y Aceptación*, en los cuales se deben confiar para la toma de decisiones. estos criterios estarán basados en las propuestas del fabricante en el Manual del Fabricante, en el Capítulo de Mantenimiento, en los resultados que generen los Ensayos que se proponen a continuación.

8.3.1. ENSAYO DE LÍQUIDO PENETRANTE

Actualmente se aplica el Método de Líquido Penetrante Visible, removible con solvente, junto a una sencilla Inspección Visual. Sin embargo el fabricante, en su manual, propone el uso de Líquidos Penetrantes Fluorescentes, considerando esto último se hizo un estudio de cual de los dos métodos sería más ventajoso.

Se partió de la premisa siguiente:

Los resultados de las Inspecciones deben ser tal, que al ser interpretados permitan en primera instancia establecer los Criterios de aceptación y rechazo, para la definición de la Condición de la Pieza y con el transcurso del tiempo, favorezcan a la toma de decisiones sobre este mismo punto.

Por ello es necesario recordar cual es el objetivo básico de estas Inspecciones:

“Determinar la presencia y magnitud de los defectos encontrados: discontinuidades o grietas, comportamiento de poros, y alguna deformación de las partes o de la estructura.”

Siendo esto así, debe entenderse que el Método de Líquidos Penetrantes debe ser el que favorezca más en este sentido. En base a esto se hizo una comparación de las ventajas y desventajas de estos dos métodos.

Para establecer esa comparación se consideraron algunos parámetros de importancia, establecidos por Normas y de acuerdo a nuestro caso particular. A continuación se presentan cuales fueron estos parámetros y por que se consideró tomarlos en cuenta.

De acuerdo a la “Guía de Estudios de los Ensayos de Líquidos Penetrantes” de la ASNT (The American Society For Nondestructive Testing), la *Sensibilidad* está dada por:

“La medida de la falla más pequeña detectada, consecuencia de la aplicación del método.”

Existen seis (06) niveles de Sensibilidad en estos sistemas de Líquidos Penetrantes, los cuales están a continuación mostrados en orden decreciente de Sensibilidad:

1. Tinte fluorescente Post-emulsionable, (post-emulsifiable fluorescent).
2. Tinte fluorescente Removible con solvente, (solvent-removable fluorescent).
3. Tinte fluorescente lavable con agua, (water-washable fluorescent).
4. Tinte visible Post-emulsionable (post-emulsifiable visible dye).
5. Tinte visible removable con solvente, (solvent-removable visible).
6. Tinte visible lavable con agua, (water-washable visible dye).

De igual manera es importante tomar en cuenta las circunstancias que rodean la ejecución de la Inspección, lo que quiere decir que se debe establecer claramente cual es el grado de sensibilidad deseado, pues esto repercutiendo en el tipo de método considerado afectará en los **Costos**, pues este factor aumenta en los materiales a utilizar a medida que aumente la Sensibilidad requerida.

De acuerdo a la ASNT deben considerarse:

1. Las consideraciones que algunos tipos de industrias exigen de acuerdo la necesidad de cubrir algunos estándares.
2. El tipo de superficie y los tipos de defectos que propiamente e desean cuantificar.
3. **Características de la Pieza** o elemento inspeccionar, peso, dimensiones, cantidades.

Son estos cuatro (04) factores los que se tomaron en cuenta para la comparación: **Sensibilidad**, **Costos** y **Características de la Pieza y el tiempo-espacio**. Este último será explicado más adelante.

Sensibilidad: los tintes coloreados (rojos) son poco sensibles a los agrietamientos a altas temperaturas, que es precisamente lo que se está esperando evaluar.

Costos: estos se podrían ver incrementados para el caso de la aplicación de Fluorescente, por las siguientes razones:

-
- Requiere luz especial, esta es la Luz negra o ultravioleta. Para satisfacer esta necesidad se requiere de:

- ✓ La Lámpara especial, la Unidad de Inspección y Corrosión cuenta con esta herramienta.
- ✓ Ambiente Oscuro, no se cuenta con tal ambiente actualmente, sin embargo no es difícil crearlo. Para ello se puede disponer de una estructura desarmable de laminas de aluminio las cuales al unirse formen cuatro paredes y techo, tal que se le puedan colocar cortinas de tela negra gruesa negras, en los cinco (05) lados. Estos costos asociados a al uso de estos materiales es mínimo respecto a los gastos generados por la devolución de piezas no reparables.
- ✓ Para responder la falta del espacio adecuado *espacio* esto se pudiese hacer en el Taller de Mantenimiento, considerando lo siguiente:
 - Se estaría dando el uso apropiado a las instalaciones pues es una actividad relacionada con el Mantenimiento de los equipos.
 - Se puede disponer del área que queda libre al llevar las piezas que están siendo allí guardadas, por Turbomáquinas, la Almacén.
 - Es allí donde se hacen las Inspecciones de las Piezas.
- ✓ Los costos del tinte fluorescente son relativamente similares a los visibles coloreados.
- Es necesario aclarar en base a los costos, que si la idea de que estas inspecciones permitan analizar si una pieza es o no reparable, el ahorro del no envío y la no devolución respectiva de piezas NO reparables, es ciento de veces mayor a los costos que genera el usar líquidos penetrantes fluorescentes.

Características de las Piezas: Las dimensiones d las Piezas y su algo complicada forma (cantidad de detalles), hace que la aplicación del líquido fluorescente se vea desfavorecida. Esto en función del tiempo requerido para hacer con verdadero cuidado la inspección.

Mientras la Inspección con tintes coloreados se efectúa en minutos, la aplicación del fluorescente y su inspección puede tardar más de una hora, y esto último no coincidiría con el concepto que se tiene de esta como Inspección de Campo en los Mantenimientos.

Pero evaluando que lo hace una inspección de campo:

- Se supone se hace en lugares donde no hay acceso a ciertas elementos: electricidad, buena ventilación e iluminación, espacio, condiciones físicas inapropiadas.
- **Tiempo** de respuesta de la inspección relativamente rápido, para la elaboración de informes.

Sin embargo se puede considerar lo siguiente:

- Las inspecciones de las piezas críticas se pueden y se hacen en el Taller de Mantenimiento.
- El tiempo en que se ejecutan los mantenimientos y la disposición de actividades de los inspectores durante este permite tener el suficiente tiempo para realizar con extremo cuidado la Inspección con Líquidos Fluorescentes, sin interferir en la entrega a tiempo de los respectivos informes ni retrasar alguna otra actividad de Mantenimiento o Inspección.

Establecidas cada una de los factores anteriores y su respectivo análisis, se puede entender que:

La aplicación de líquidos fluorescentes es posible, con la modificación de ciertas actividades y uso de otros materiales, que no afectarán ni las actividades de mantenimiento, ni las de Inspección y favorecerán de gran manera el estudio de reparabilidad de las Piezas Críticas lo que en un futuro permitirá evitar el envío de aquellas que no sean reparables y su respectiva devolución, lo que representará ahorro de tiempo y dinero.

8.4. ALEACIONES Y LA MICROESTRUCTURAS

La **Metales** son cuerpos cristalinos. Sus átomos se disponen en un orden geométricamente regular, formando cristales, a diferencia de los cuerpos amorfos cuyos átomos se encuentran en estado desordenado.

En los metales, los átomos están en un orden estricto, en un plano forman una malla atómica, y en el espacio, una red atómica cristalina. Los diferentes metales poseen distintos tipos de redes cristalinas, de acuerdo a su naturaleza y constitución. En la mayoría de los casos los metales no poseen el conjunto requerido de **propiedades mecánicas y tecnologías** y, por ésta causa, se emplean raras veces para la fabricación de artículos acabados. Las más veces de las

veces se utilizan Aleaciones. Se denominan **Aleaciones Metálicas** a las sustancias compuestas de dos o más elementos (metales y no metales) que posee propiedades metálicas.

El carácter de las aleaciones ha sido muy discutido, pues si por una parte han sido consideradas como mezclas formadas por elementos constitutivos de las mismas, también se han considerado como verdaderas combinaciones químicas esto se ha considerado así por el hecho probado de que muchas aleaciones alcanzan propiedades independientes y que en nada se asemejan a los elementos componentes. En la mayoría de los casos, los componentes en estado líquido que forman parte de la aleación son totalmente solubles el uno en el otro, es decir, representan una solución líquida en la que los átomos de los distintos elementos, de manera más o menos uniforme, están mezclados entre sí. En forma sólida en las aleaciones puede formarse soluciones **sólidas, compuestos químicos y mezclas mecánicas**.

Se llama **solución sólida** de dos o más elementos a un cuerpo sólido homogéneo que tiene un tipo determinado de red cristalina.

La microestructura de un solucion sólida presenta granos homogéneos parecidos a la estructura del metal puro. Por medio del análisis químico en la solución sólida pueden identificarse diferentes sustancias.

Compuesto Químico. El carácter especial el enlace metálico en las aleaciones da lugar a la formación de un tipo singular de compuestos químicos.

A diferencia de los compuestos químicos ordinarios muchos compuestos metálicos tienen composición variable que puede cambiar dentro de amplios límites. La particularidad característica de un compuesto químico metálico es la formación de una red cristalina distinta a los elementos constituyentes y la modificación sustancial de todas las propiedades.

Mezclas Mecánicas. Si los elementos que entran en la composición de la aleación no se disuelven el uno en el otro en estado sólido y no reaccionan químicamente dando lugar a la formación de un compuesto, entonces, dichos elementos forman redes cristalinas separadas. Entonces las propiedades de la aleación resultan las intermedias entre las de los elementos constituyentes.

El **Análisis Microscópico** (microanálisis, o análisis de la **microestructura**) se utiliza para determinar la forma y tamaño de los granos de los cuales está constituido el metal o la aleación; para detectar los cambios en la estructura interna de la aleación operados por acción de los diferentes regímenes de tratamiento; para poner de manifiesto los microdefectos del metal, o sea, las microgrietas, microporos, etc.; para describir las inclusiones metálicas: los sulfuros, los óxidos, etc. La microestructura refleja casi la historia completa del tratamiento térmico y mecánico que ha sufrido un metal o aleación.

Las propiedades mecánicas tal como la dureza, la tenacidad y ductilidad se relacionan de forma directa y continua con la microestructura, mientras que los numerosos defectos que se pueden presentar en las aleaciones y metales comerciales están asociados casi siempre con las anormalidades de la estructura.

Al estudiar los procesos que transcurren en los metales y las aleaciones durante sus transformaciones y describir su estructura en la metalografía se hace uso de una serie de conceptos.

Sistema: conjunto de fases que se encuentran en equilibrio para condiciones externas determinadas (temperatura, presión). Puede ser este simple, si consta de un componente y complejo, si consta de varios componentes.

Componentes: Sustancias que forman el sistema,. Pueden ser estos elementos metales o no metales, o simplemente compuestos químicos estables.

Fase: parte del sistema homogénea por su composición química, estructura cristalina y las propiedades.

La **Degradación del Material** no es más que una microestructura presente en el metal distinta a la que se espera, cambios de fases indeseados, cambios en la composición química consecuencia de deformaciones plásticas o elásticas, sometimiento a altas temperaturas, durante tiempos determinados, etc., lo que hace que el material no cumpla con las exigencias mecánicas, físicas y químicas para lo que ha sido elaborado.

Dice Rafael Calvo (Metales y Aleaciones, 1978), acerca del estudio de las aleaciones:

“Si además se tiene en cuenta que durante el estado sólido pueden ocurrir variaciones de solubilidad, reacciones químicas o transformaciones alotrópicas que hagan desaparecer o aparecer compuestos químicos u otras soluciones, se comprende que los constituyentes de las aleaciones en estado sólido pueden variar ampliamente, no sólo según la composición química de la aleación, si no también según la temperatura. Un **estudio de las propiedades de las aleaciones** nos exige, ante todo **conocer cuál es la constitución de estas, ya que según la naturaleza de los constituyentes, así como las proporciones y distribución** en que estos aparezcan, pueden variar ampliamente las propiedades de la aleación.”

Se conoce que la resistencia mecánica de los materiales disminuye al aumentar la temperatura. Puesto que la movilidad de los átomos aumenta rápidamente con la temperatura, es de esperar que las temperaturas elevadas afectarán significativamente a las propiedades mecánicas de los procesos controlados por la difusión.

De esta forma, la elevación de la temperatura favorecerá el desplazamiento de las dislocaciones por el mecanismo de trepado. También aumentará la concentración de equilibrio de las vacantes. La deformación en los límites de grano es otra posibilidad adicional para la deformación de los metales a temperaturas altas.

Otro factor que hay que tener en cuenta es el efecto de la exposición prolongada a temperaturas altas sobre la estabilidad metalúrgica de las aleaciones. Las aleaciones pueden sobrepasar el grado de precipitación que causa el endurecimiento por envejecimiento y perder resistencia al engrosamiento de las partículas de la segunda fase. Un otro aspecto importante es la reacción del metal con su medio ambiente a temperatura elevada; se pueden presentar oxidaciones y penetraciones intergranulares de óxido.

Las aleaciones Base Níquel (caso del material de las Piezas Críticas-Iconel), han sido desarrolladas con la intención de operar a altas temperaturas desde los 150 °C hasta aproximadamente 1500°C, de igual forma responder a los gradientes de temperatura en el mismo material, como los álabes de las turbinas con rangos de 150°C en el centro hasta 550 °C en la superficie. Estos componentes están sujetos a ambientes altamente corrosivos, consecuencia de su contacto directo con los productos de la combustión.

Las cargas y las altas temperaturas son las causantes de las deformaciones, en las aleaciones de altas temperaturas, que en inglés son denominadas Creep Deformation. *Creep*

o *Fluencia Lenta* es una deformación progresiva de un material sometido a una *tensión constante*, y es precisamente a altas temperaturas que se ha demostrado que los metales y aleaciones se comportan de esta manera, es decir que las propiedades mecánicas dependen de la velocidad de la carga, del tiempo de exposición y de la temperatura, recordando en el caso de temperaturas bajas las propiedades de la tracción de los metales y aleaciones son independientes del tiempo.

Para explicar de que trata la fluencia lenta se hablará de la Curva de Fluencia Lenta. El tipo más sencillo de deformación de este tipo es el flujo viscoso. Se dice que un material experimenta flujo viscoso puro si la velocidad de deformación es proporcional a la tensión aplicada.

$$\frac{d\mathbf{g}}{dt} = f(\mathbf{t})$$

Cuando la proporcionalidad entre las Magnitudes se puede expresar como una simple constante, se dice que el material muestra viscosidad newtoniana.

$$\mathbf{t} = \mathbf{h} \frac{dt}{dt}$$

Donde \mathbf{h} es el coeficiente de viscosidad. La mayoría de los líquidos obedecen a la Ley de la Viscosidad de Newton, pero los metales solo la cumplen en parte.

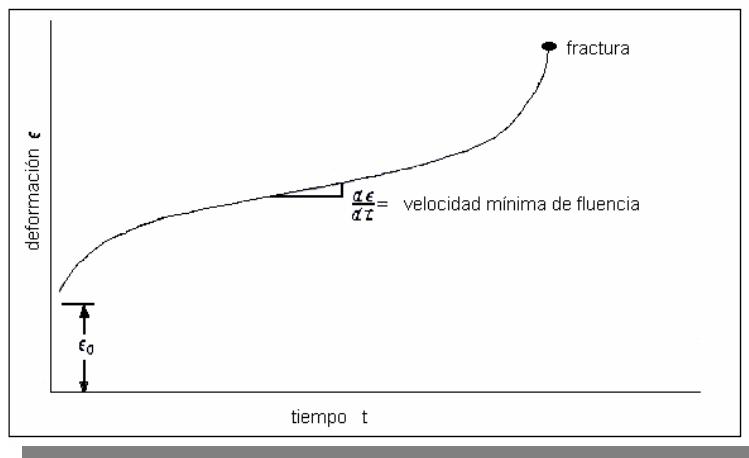


Figura 11. Curva Típica de Fluencia Lenta (Creep).

Para determinar la curva de tecnología de la fluencia lenta de un metal se aplica una carga constante a una probeta de tracción, que se mantiene a temperatura constante, y se mide la deformación como función del tiempo.

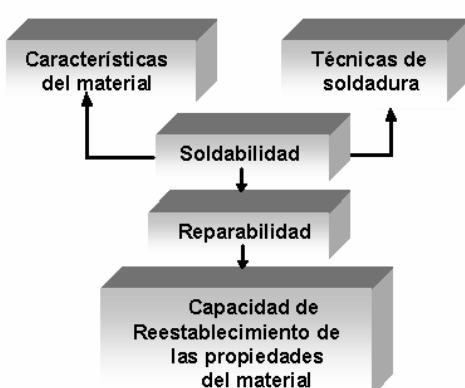
La curva mostrada en la Figura 11, muestra cual es la forma ideal que se obtiene en los ensayos de fluencia lenta. La pendiente de la curva es la velocidad de fluencia. Después de un alargamiento rápido inicial de la probeta $^{\circ}$ o, la velocidad de la fluencia disminuye con el tiempo hasta alcanzar un estado estacionario en que la velocidad apenas varía en el tiempo; finalmente la velocidad aumenta rápidamente hasta producirse la fractura.

Es usual mantener la carga constante, durante todo el ensayo, por que al alargarse la probeta disminuye la sección transversal, la tensión axial aumenta continuamente. La relación inicial entre la carga constante y la sección de la probeta, es decir, la tensión inicial, es la que se registra como valor de tensión.

Los mecanismos responsables del Creep, son los igualmente responsables de la aparición de grietas superficiales en los materiales sometidos a estas condiciones de altas temperaturas, las modificaciones sufridas por el material, oxidaciones, recristalización, crecimiento del grano, deslizamiento en el límite del grano.

8.5. ESTUDIO DE REPARABILIDAD

El estudio de Reparabilidad (4, en la Fig. 10), tiene como fin el interpretar los resultados de la aplicación, a las Piezas Críticas, de Ensayos No Destructivos, luego de que estas han operado un largo período de tiempo. Y definir así la condición de esta si es o no reparable.



La reparabilidad de una pieza de metal o de aleación, depende de variados factores, donde se verán involucradas las técnicas disponibles para la realización de esta actividad, hasta el grado de degradación del material, consecuencia de la condiciones de operación al cual fue destinado.

Figura 12. Factores que afectan la Reparabilidad de la pieza

Entre los factores que inciden en la reparabilidad de una pieza, contamos con:

Soldabilidad: La capacidad que tiene una pieza de ser soldada con el material de aporte adecuado, y que como consecuencia se tenga de este aporte las características metalúrgicas y mecánicas esperadas.

Partiendo de esto podemos reconocer dos elementos que podrían limitar la actividad de reparación en término de el concepto anterior:

- *Características del material:* estas son propias de cada material y responden a la conformación químico-física de este. Estas permitirán o no aplicar ciertas técnicas de soldadura que favorecerán en fin el aporte adecuado de material.

Entre las características con la que podemos exemplificar la necesidad de su conocimiento y comprensión tenemos:

Afinidad con el Oxígeno: en su mayor grado puede entorpecer la soldadura, consecuencia de la formación de una capa de óxido en la superficie.

Conductividad Térmica: definirá la cantidad de energía calórica que debe aportarse a ciertas zonas, para elevar la temperatura del material a la correspondiente para lograr el aporte satisfactorio.

Separación de límites aleantes: la posibilidad de que a ciertas temperaturas se provoque la precipitación de ciertos componentes que conformen la aleación, alterando las características mecánicas y químicas de la misma.

Y muchas otras características que desfavorecen o favorecen la aplicación de ciertas y determinadas técnicas de soldadura, inclusive haciéndolas obsoletas para ciertos casos.

- *Técnicas de soldadura:* en definitiva la reparación depende de que técnicas, equipos y con que materiales se cuenta para hacer las reparaciones, contar con las adecuadas técnicas permitirá aumentar la reparabilidad de los elementos.

Se establece la necesidad, de conocer cuales son las características del material y cuales son las técnicas y equipos con los que se cuenta en los talleres de reparación, y es esta una de las

necesidades que a través de las *Modificaciones de Contrato*, se podrán solventar con obligatoriedad, asegurar el conocimiento de estos información permitirá el establecer el estudio de reparabilidad de las piezas.

El otro factor que debe considerarse es la capacidad que se tenga para *Reestablecer las Propiedades del Material*, y esto está relacionado al factor anterior. El poder reestablecer las características y propiedades del material, parte del principio de que las condiciones de

operación al cual están sujetas las Piezas Críticas, tiene un efecto negativo en la pieza: la *Degradación del Material*, y en consecuencia la aparición de ciertas propiedades físicas y químicas, que desfavorecen la soldabilidad.



Figura 13. La Degradación de Material y sus posibles Consecuencias

8.5.1. CRITERIOS DE REPARABILIDAD

Ya se hablo previamente de la necesidad de crear un mecanismo que permita establecer la Condición (reparable, Reusable o desecharable) de las Piezas Críticas, lo que permitirá ahorrar procedimientos administrativos que actualmente generan costos innecesarios.

Pero como hacer esto es lo que se debe aquí reflejar. Lo primero es entender que se cuenta con procedimientos de Inspección y personal calificado para analizar sus resultados, lo cual es la primera herramienta para definir los Criterios que serán el patrón de comparación para los futuros estudios de Reparabilidad. Lo que se hará en base a dos criterios básicos:

- **Bases estadísticas:** Las inspecciones están destinadas al determinar la presencia de defectos superficiales tales como las grietas, el cual es el defecto más común y al cual se le atribuye parte de la responsabilidad para que una pieza sea rechazada o no para la reparación, hacer un seguimiento y estudio estadístico de sus apariciones, comportamientos en el tiempo, etc. permitirá establecer criterios en lo referente a este caso.

-
- **La degradación del material:** como ya se habló la degradación del material juega un papel importante puesto que la pieza podrá o no seguir siendo útil, si se mantienen sus propiedades o si es posible, de acuerdo a la tecnología disponible, recuperarlas, como es el caso de la soldabilidad.

Establecer Criterios claros, para tener un patrón de comparación a la hora de hacer las interpretaciones de las inspecciones, es el primer y más difícil paso, esto se podría establecer de la siguiente manera, que debe ser progresiva en el tiempo:

1. Hacer un Estudio del Histórico de cada Pieza con la información que pueda suministrar los Talleres de Mantenimiento, en base a las inspecciones por ellos realizadas y registradas, estableciendo las posibles causas del rechazo de piezas para ser reparadas, y de igual forma conociendo al detalle cuales son los criterios y tecnologías utilizadas para la toma de tales decisiones.
2. El análisis más a fondo de los resultados de las Inspecciones de Desmontaje, las cuales haciendo uso de Líquidos Penetrantes Fluorescentes permitirán reconocer a mayor detalle el comportamiento de las grietas. Debe por lo tanto iniciarse un *Seguimiento (Rastreabilidad)* más severo de las piezas. Hacer comparaciones con el análisis del Histórico de las piezas, y los criterios de rechazo y aceptación suministrados por los talleres.
3. Solicitar el apoyo técnico en de INTEVEP, la experiencia de otras Gerencias de PDVSA (Exploración y Producción-Occidente) y personal involucrado con las piezas de los Talleres de Reparación para establecer (por los Equipos Naturales de Trabajo) los criterios de acuerdo a los resultados obtenidos (Bases Estadísticas) hasta ese momento.
4. Los equipos Naturales de Trabajo deberán establecer cuando se podría iniciar la puesta en práctica de la aplicación de los Ensayos No Destructivos (con colaboración de INTEVEP) que permitan evaluar la *Degradación del Material*. Lo cual permitirá considerar las condiciones metalúrgicas de las piezas.
5. Estudiar el comportamiento estadístico de los defectos y de las propiedades metalúrgicas, y su incidencia en la toma de decisiones de rechazo o aceptación.

6. Establecer los *Criterios de Rechazo/Aceptación* de reparabilidad definitivos.

Con los *Ensayos No Destructivos* propuestos a continuación, se puede evaluar la Degradación del Material, en base a su microestructura, tal que haciendo uso de los Criterios establecidos, se pueda tomar decisiones acerca de la Reparabilidad de la pieza o su Desechabilidad.

Ensayo de Dureza: este verifica la dureza, su aumento o disminución, que siendo significativa implicaría la degradación de las propiedades mecánicas del material. Siendo esta una propiedad difícil de definir, podemos hablar que se estará evaluando una propiedad en base a un patrón como es el material en su estado previo a la operación, de su relación íntima con la plasticidad y elasticidad del mismo, es decir se evaluará la influencia de la operación en la aleación.

Ensayo de Metalografía: evalúa esencialmente, las características estructurales o de constitución de un metal o una aleación para relacionar ésta con las propiedades físicas y mecánicas, como tamaño del grano, tamaño y distribución de las diversas fases e inclusiones, características todas íntimamente ligadas con las propiedades mecánicas de las aleaciones. Además, nos permitirá conocer los tratamientos térmicos y mecánicos a que ha sido sometido, prever su probable comportamiento en unas determinadas condiciones.

Se puede además conocer el tamaño forma y distribución de las fases que componen la aleación y de las inclusiones no metálicas, así como la presencia de segregaciones y otras heterogeneidades que tan profundamente pueden modificar las propiedades mecánicas y el comportamiento del metal cuando se le utilice para un fin específico.

Análisis químico: permite conocer que clase de composición química tiene el metal.

En cada uno de estos casos se necesita equipos e insumos especiales, personal calificado y tiempo para su ejecución.

Parte de el trabajo realizado fue el ubicar quienes y como aportarían tales recursos. Es de suma importancia el conocer esto, pues tenderá al crecimiento los costos en el manejo de las piezas, por el uso de técnicas especializadas como estas, sin embargo no serán nunca mayores a los generados por el embalaje, envío y devuelta de piezas rechazadas para su reparación. Los recursos disponibles son los siguientes:

-
- Los ensayos de Dureza y Metalografía In Situ (Ensayos No Destructivos con equipos transportables hasta el lugar de permanencia de la parte a ser ensayada) pueden ser ejecutados por el personal de la Gerencia de Tecnología e Infraestructura de INTEVEP.
 - ✓ Debe ser justificado el uso de los recursos de manera clara y precisa, para que esta Gerencia establezca prioridad ante otros trabajos, en base a costos y tiempo.
 - ✓ Debe presentarse una solicitud formal esta Gerencia solicitando sus servicios, con suficiente tiempo de antelación (entre uno y dos meses).
 - ✓ Las inspecciones se harán dos veces al año si fuera necesario, esto es debido a las distancias que separan la planta de sus instalaciones y la gran cantidad de trabajo que estos tienen durante el año.
 - El ensayo de análisis químico, puede ser solicitado de manera conjunta entre personal INTEVEP y Turbomáquinas, al Otras Gerencias y Unidades de PDVSA (Refinerías Amuay, el Palito, etc.) las cuales cuentan con estos equipos, y personal calificado.
 - El hacer uso de estos recursos podría ser más costoso que el servicio que puedan prestar empresas contratistas (HITEC, PRODUCTEC, etc.), es entonces necesario ya cumplido la serie de pasos para el establecimiento de Criterios de Rechazo/Aceptación para reparación, hacer estudios de factibilidad técnico-económica acerca de este respecto.
 - La Gerencia de Ingeniería e Instalaciones y precisamente personal que labora en el Laboratorio de Pruebas de Metalografía y Caracterización de Materiales (LABOCOR, que pertenece a Ingeniería de Proyectos de PDVSA-Oriente, realiza Ensayos Destructivos los cuales están dirigidos a realizar estudios similares a los que aquí se están proponiendo. Esta Gerencia no cuenta con los equipos necesarios para realizar Ensayos No Destructivos, sin embargo han expresado que están en trámites para la adquisición de equipos y formación de personal con este fin. Debe tratar de integrarse este personal y este trabajo con un fin futuro como lo puede ser la ejecución e interpretación de estos ensayos por propio personal de Oriente, lo cual beneficiaría la disminución de costos.

El estudio de la Reparabilidad debe estar a cargo del personal de Ingenieros d la Unidad de Turbomáquinas junto al personal técnico de la Unidad de Inspección y Corrosión, quienes conformarán el “*Equipo de Interpretación de Ensayos*” de liderizado por El Supervisor de la propia Unidad de Turbomáquinas. Estos se encargaran de hacer efectivos los ensayos y de hacer las interpretaciones necesarias, para decidir cual pieza es o no reparable en base a los criterios establecidos.

En el caso de que el Equipo interprete la “No reparabilidad” de la pieza (paso a, Fig. 10) se procederá a desincorporase de acuerdo a lo establecido por las Normas de BARIVEN, de manejo de Materiales.

Se puede presentar el caso de que las piezas sean rechazadas a pesar de la interpretación que se hagan de los resultados de los Ensayos, pues bien, se deberá realizar (paso c, Fig.10), una comparación de los resultados de ambos equipos, de planta y de talleres de Reparación, lo cual permitirá de acuerdo a los resultados de este intercambio de información enriquecer el estudio de Reparabilidad, inclusive llegándose seguramente a presentar el caso d la defensa de la posición del personal de Planta.

La pieza rechazada en los Talleres de Reparación debe ser manejada, de igual forma como se ha hecho hasta ahora, pero con la excepción de la presencia del auditor en este proceso, quien debiendo participar en las actividades deberá exigir las razones escritas (Documentos de calidad o resultados de las Inspecciones o Ensayos y razones en base a criterios) del por que han sido rechazadas las piezas.

8.6. ESTUDIO DEL TIEMPO DE VIDA REMANENTE

A pesar de no ser uno de los objetivos de este trabajo, en el transcurso de las investigaciones se pudo conocer y fue recomendado por varios personajes consultados, el que se realice a las piezas reparadas un Estudio de Tiempo de Vida Remante. Gracias al análisis de los resultados de los mismos Ensayos no Destructivos, se podrá establecer cual es el tiempo que una pieza puede ser puesta en operación luego de que ha sido desmontada previamente de otra sin realizársele ninguna reparación.

Por ello se consideró el establecer dentro del Ciclo de Vida, un etapa de estudio de Remanencia que debe partir de la consideración de ser o no Reusable (3.1, Fig.10), la respuesta a esta pregunta debe ser en base a los criterios establecidos en el Manual del Fabricante y el número de horas de operación, para asegurar que se cumplen las condiciones mínimas para ser reusadas, de acuerdo a la decisión el personal destinado a la interpretación de resultados (Equipo de interpretación de ensayos), en caso de ser Reusable, se procederá a hacer el estudio de Tiempo Remanencia, y si no es así se procederá de inmediato a hacer el estudio de Reparabilidad (3.1, Fig. 10). Luego de haberse hecho las interpretaciones del tiempo de Remanencia de las piezas, se hará el Estudio de Reparabilidad (4, Fig. 10) Ciclo de Vida Propuesto.

¿Cuál es el objetivo de establecer el tiempo de vida remanente de una pieza?

El contar con piezas, que presenten un tiempo de vida suficiente, y que de la posibilidad de operar a ciertas condiciones, permitirá resolver posibles situaciones no esperadas, como el de desabastecimiento de piezas por ejemplo.

El paso b, de la Figura 11. del Ciclo de Vida Propuesto, establece tener la disposición de la pieza para realizar su reparación o tenerla en planta como posible repuesto de emergencia.

8.7. EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PIEZAS

Se estableció la necesidad de hacer un Histórico detallado de la Vida de cada pieza, donde los registros permitan reconocer en que lugar, condición, número de reparaciones, et., están sin la necesidad de recurrir a variados documentos y personal involucrado.

El histórico permitirá establecer estudios estadísticos, pues quedará registrado desde información básica hasta los resultados de las inspecciones. Se diseñaron dos herramientas, que se deben aplicar en conjunto, para el desarrollo de esta actividad:

- La Hoja de Seguimiento y Control de Piezas.
- La Base de Datos de Seguimiento y Control de Piezas.

8.7.1. ¿QUÉ ES LA HOJA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL?

Es una Herramienta de registro de Información de Piezas que tiene variadas etapas dentro de su Ciclo de Vida Útil, tal y como es el caso de las Piezas Críticas. Este fue desarrollado con la intención de registrar la información mínima requerida que permita ubicar en cualquier instante de tiempo que estatus tenía la Pieza en su Ciclo de Vida.

La base del Diseño de esta Hoja de Seguimiento y Control (HSC) es el principio de que toda pieza tendrá varios Ciclos de Vida por los cuales se repiten de manera secuencial etapas que tienen establecidas actividades fijas, tal como las inspecciones. Y que son de suma importancia conocer sin la necesidad de hacer consultas a los registros de otras Unidades operativas (Ej. Inspección y Corrosión), ni de otros entes involucrados (BARIVEN, TURBIMECA, etc.). Se puede considerar esta una herramienta similar a una Ficha de Registro, sin embargo es algo más compleja pues esta está estructurada en *Secciones (de datos)*: Datos de la Pieza, Datos de Recepción, Datos de Montaje, Datos de Desmontaje, Datos de Envío.

Estas secciones contienen información acerca de las fechas, responsables, resultados de inspecciones y cada una corresponde a un momento dado o Etapa del ciclo de vida útil de las Piezas.

8.7.2. ¿QUÉ ES LA BASE DE DATOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PIEZAS?

Es un producto de información en formato electrónico que permite al usuario acceder a la información de los registros que se efectúen consecuencia del uso de la Hoja de Seguimiento y Control de Piezas. La estructura de esta Base de Datos es igual a la de la Hoja de Seguimiento y Control (BSC), en igual número y características de *Secciones (Datos de)*.

Para la realización de esta herramienta fue necesaria la asesoría técnica de especialistas en Bases de Datos, haciendo uso del programa MICROSOFT ACCES 2000.

En el programa seleccionado se diseñó una tabla para el registro de la data:

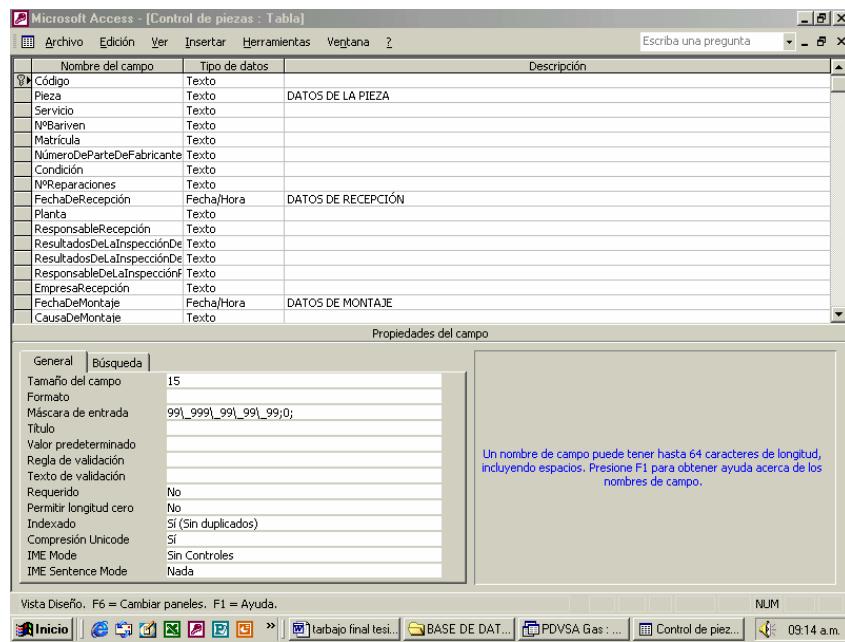


Figura 14. Tabla de registro de la data, Base de Datos (BSC)

Culminado el proceso de diseño se procedió a la realización de Consultas que permiten separar y hacer uso la información que contiene la tabla en *Seccione (Datos de)*, tal y como se han enumerado antes.

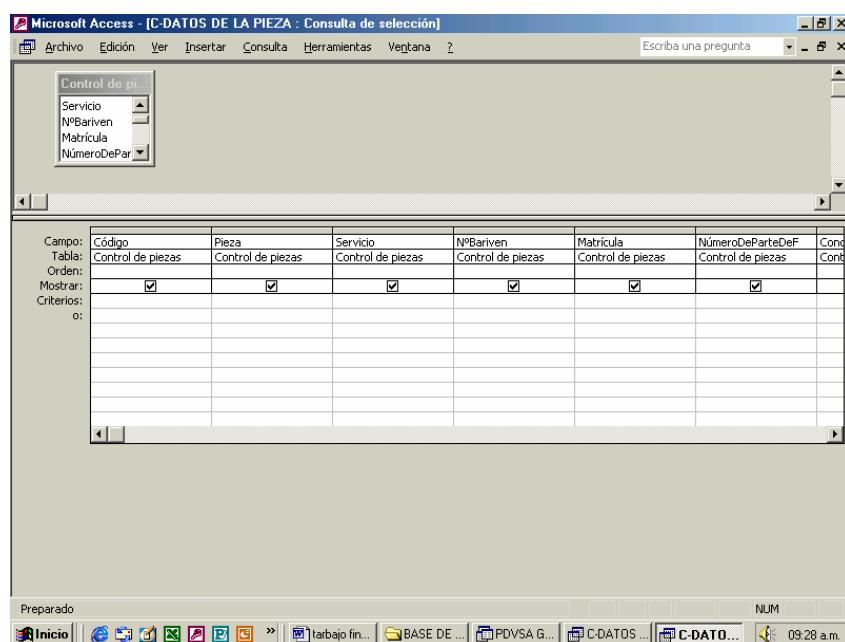


Figura15. Consulta para Datos de la Pieza, , Base de Datos (BSC)

Y es a través de los formularios para cada sección que permitieran ingresar la data, modificarla y tener acceso a la información sin modificación de la manera más simple y sencilla posible.

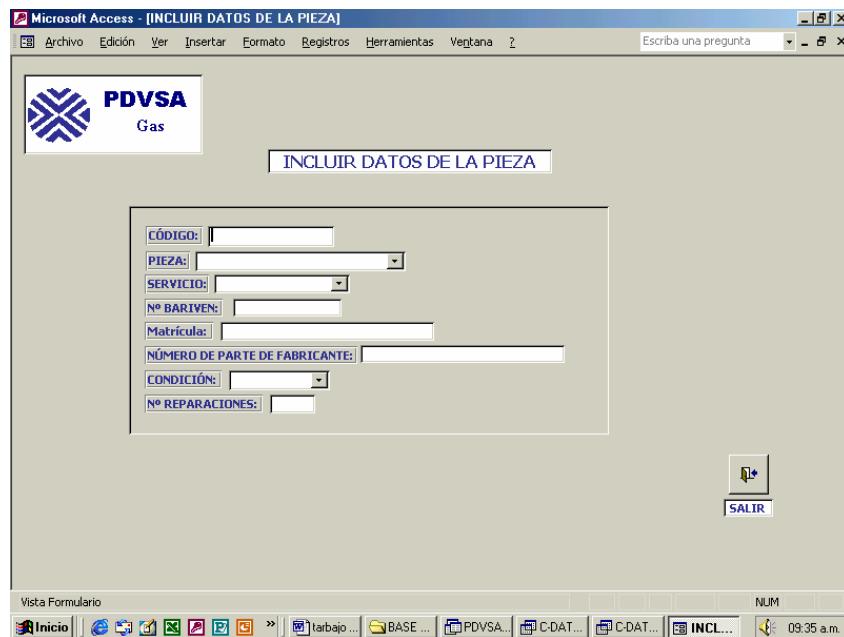


Figura 16. Formulario para Incluir Datos de la Pieza, Base de Datos (BSC)



Figura 17. Formulario Principal para Acceso a los otros Formularios

El método de uso de estas herramientas (HSC y BSC) están claramente explicados en la Manual de Uso de las Herramientas de Seguimiento y Control de Piezas, ver Apéndice 5

8.8. IMPLANTACIÓN, SEGUIMIENTO, CONTROL, EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y ACTUALIZACIÓN DE LA GESTIÓN Y EL MANUAL

El Seguimiento y el Control de la implementación y ejecución de todas las Actividades que se han planteado a lo largo del trabajo, es quizás, lo que realmente haga de este una aplicación realmente útil, pues así se permitirá evaluar los resultado y poder confirmar que realmente está siendo útil y que no, y así afirmar o modificar las actividades que sean necesarias. Los Equipos Naturales de Trabajo deben ser factor fundamental en todo esto, pues son ellos los que con sus actividades y reuniones favorecerán el continuo mejoramiento.

Se pueden establecer como “Indicadores” de la Gestión los siguientes:

1. El número de piezas recibidas en planta que presenten defectos.
2. La clase de defectos que se estén presentando.
3. El cumplimiento de las diferentes exigencias de contrato, por parte de los proveedores.
4. Las opiniones de los diferentes entes involucrados en las actividades, las cuales deben ser reflejadas por los miembros de los equipos Naturales de Trabajo.

Las Reuniones deben ser periódicas y realizarse en períodos de tiempo máximo de seis (06) meses, después de la última Reunión. Haciéndose Registros de lo que allí se plantee, como “Actas de Reuniones del Equipo Natural de Trabajo”, las cuales deben ser manejadas y registradas por un secretario el cual debe ser asignado por el Supervisor de la Unidad de Turbomáquinas, preferiblemente debe ser miembro de esta misma Unidad.

Luego de entregarse este trabajo debe hacerse una primera Reunión la cual tenga como puntos a tratar los siguientes:

- ✓ Implementación de la Herramienta de Seguimiento y Control de Piezas: debe designarse el responsable del uso de esta herramienta y dar fecha de inicio de aplicación de la misma.

La actualización de la gestión será el resultados de los diferentes trabajos que realicen los Equipos Naturales de Trabajo. Estos trabajos deben, siempre, buscar el establecer que se

puede hacer mejor y como hacerlo, en lo referente a recursos técnicos, administrativos y humanos.

- ✓ Establecimiento de un Cronograma que establezca la fechas y lugares de:
 1. Reuniones con los Miembros de los diferentes entes que se pretendan involucrar en los Equipos Naturales de trabajo.
 2. Envió de necesidades:
De almacenamiento de Piezas Críticas.
De Ensayos no destrutivos a INTEVEP.
 3. Preparación de propuestas para la Modificación de los Contratos, previa discusión.
 4. Reunión con el Auditor asignado de PDVSA, para el Taller de Reparación TURBIMECA.
 5. Visita de integrantes en diferentes disciplinas a los talleres de reparación, con la idea de conocer las diferentes actividades técnicas-administrativas involucradas con las piezas.
 6. Próxima reunión del Equipo Natural de Trabajo.

CONCLUSIONES

- Las normas reflejan el conjunto de experiencias acumuladas por variadas organizaciones, empresas e instituciones, que estandarizándolas han permitido mejorar las actividades en pro de la calidad del producto y servicio, de las mismas empresas y otras. En PDVSA se han establecido y/o adaptado aquellas normas que favorezcan la política de la empresa, de acuerdo a su Visión y Misión.
- Los problemas encontrados en el “Ciclo de Vida Útil Actual de las Piezas Críticas”, se pueden atribuir a la poca observación y aplicación de las Normas de carácter corporativo (Administración de materiales, de calidad, etc.) y de las internacionales (ISO 9000, ASME, etc.), que rigen la Gestión y el Control de la Calidad.
- El buen cumplimiento de las normas relacionadas con las actividades técnicas y administrativas, asociadas con las Piezas Críticas, es uno de los factores que permitirá asegurar la mejora en la calidad de la administración de estos repuestos.
- Para que se cumplan las Normas y por lo tanto las políticas de calidad de la empresa, tal como se refiere en este trabajo, debe implementarse un sistema de mejora continua, tal como el que se propone: La Gestión de Activos de Clase Mundial. Esto asegurará el éxito a mediano y largo plazo, de todos los cambios propuestos, tanto en este trabajo como por los futuros equipos naturales de trabajo.
- El cumplimiento de las normas como principio, el Aseguramiento de la Calidad como fin, y la Gestión de Activos de Clase Mundial como herramienta, permitirán mejorar la calidad de las actividades relacionadas con las Piezas Críticas, trayendo esto como consecuencia: la disminución de costos, y una mejora en el servicio prestado y en la calidad del producto final.
- Se puede entender que cualquier problema asociado a equipos, piezas y sistemas, parte de la planta, podrán ser abordados de la misma forma en que se hizo en este trabajo, pues la Gestión de Clase Mundial, puede ser adaptada a cualquiera de las situaciones por ser versátil en su principio: La mejora continua de las actividades, a través del

seguimiento y observación de las mismas, la investigación y el estudio, aplicación y evaluación de propuesta que puedan dar los Equipos Naturales de Trabajo.

- Es de suma importancia el establecer un adecuado ambiente técnico y administrativo, para iniciar las investigaciones pertinentes a los estudios de Reparabilidad y Tiempo de Vida Remanente de las piezas. Sin este ambiente adecuado, cualquier esfuerzo emprendido en ese orden será totalmente inútil y tan solo acarreará pérdidas económicas.

Este ambiente debe estar regido por el conocimiento de las características y propiedades físicas y químicas del material (aleación) del cual están hechas las piezas, recordando que es la “degradación” de las propiedades del propio material, (debido a las exigentes condiciones de temperatura y tiempo a la que se exponen las piezas) el factor principal que afecta mayormente la potencialidad de una pieza para ser reparada. Y debe igualmente tomarse en cuenta, el registro de información valiosa, como los resultados de las inspecciones que permitirá establecer estudios, como el análisis de fallas, gracias a la data recolectada y a la estadística.

- El desarrollo y establecimiento de criterios y métodos científicos, de aceptación y rechazos de piezas potencialmente reparables, que se apliquen de parte del personal de PDVSA en la propia planta, no solo disminuirá los costos de mantenimiento, si no que favorecerá a la independencia tecnológica respecto a los talleres de reparación, permitiéndole a la empresa tener las herramientas para la defensa y mejora de sus propios intereses y derechos adquiridos como Clientes, que como tal deberían ser tratados bajo los lineamientos de la Norma ISO 9000.

-
- Se tienen a disposición, las facilidades técnicas y administrativas suficientes, y de recurso humano calificado para desarrollar cada una de las propuestas hechas en este trabajo, así que cualquier problema presentado sólo puede ser consecuencia de la no aplicación de las normas por indiferencia.
 - Este trabajo constituye una fuente importante de apoyo, no tan solo a la mejora de la calidad de las actividades relacionadas con las Piezas Críticas, si no también con cualquier elemento de la Planta de Extracción Santa Bárbara y de plantas similares a ella, en todo el conjunto que integra la empresa. Además de favorecer la aplicación de otras Gestiones de Clase Mundial (Seguridad, Paradas de Planta, Confiabilidad Operacional, etc.), por sus similitudes y estrecha relación.
 - Para el desarrollo de este trabajo, se debió consultar variadas normas, tanto corporativas como internacionales, que establecen las disposiciones para la correcta aplicación de operaciones y actividades técnicas y administrativas en una gama de áreas, como el almacenaje, la procura, las inspecciones, ensayos no destructivos, etc. De igual manera, se consultó en variadas reuniones a personal involucrado con las diferentes etapas del Ciclo de Vida Útil de las piezas Críticas, tomando en cuenta sus experiencias y recomendaciones. Lo cual debe constituir una garantía de éxito en su implantación.

RECOMENDACIONES

- Integrar lo más rápido posible un equipo multidisciplinario, bajo la figura del Equipos Natural de Trabajo, que estudie las propuestas que en este trabajo se han presentado. Así mismo, establecer comunicación inmediata con los diferentes entes de la Empresa y otros ajenos ella, que puedan contribuir con el desarrollo de lo propuesto en este trabajo, y de las investigaciones futuras.
- Crear un Cronograma de trabajo, en el cual se establezcan reuniones del Equipo Natural de Trabajo.

Mensuales: del personal de planta involucrado con el Equipo.

Primero trimestrales y luego de un tiempo prudencial de acuerdo a resultados. semestrales: con el personal que no pertenezcan a la nómina de la Planta de Extracción Santa Bárbara.

- Crear un programa de implementación de cambios propuestos, tomando en cuenta los lineamientos expuestos en este trabajo.
- Establecer las responsabilidades, de las actividades de uso de las herramientas de seguimiento y control de piezas.
- Aplicar en lo posible, cada una de las propuestas hechas en este trabajo y evaluarlas a corto plazo, mientras se instala el Equipo Natural de Trabajo, las consecuencias de esto.
- Tener como principal objetivo del equipo natural de trabajo, el establecer el ambiente adecuado de la calidad, para las futuros cambios y mejoras. Para ello debe hacerse una revisión inmediata de los contratos de reparación y adquisición de pieza, y hacer modificaciones sustanciales, como el almacenaje, tomando en cuenta las propuestas de este trabajo.

-
- Activar los mecanismos necesarios para que las normas, procedimientos y guías que deban ser aplicadas a corto plazo, no generen traumas mayores al recurso humano. Entendiendo que todo cambio representa que las personas indicadas como responsables alteren el común de sus labores.

Preparar y capacitar al recurso humano para los cambios futuros, estableciendo mecanismos de comunicación, información, y formación tales como charlas acerca de las Normas, sus alcance, objetivos, responsabilidades, etc., o cursos de capacitación relacionados con materiales (Metalurgia), interpretación de ensayos no destructivos, para el personal de ingenieros y técnicos de la Unidad de Turbomáquinas y de la de Inspección y Corrosión

- Establecer un registro fotográfico organizado de las inspecciones, de las imágenes digitales tomadas durante la ejecución de las inspecciones. Y se recomienda que este registro sea administrado por personal de la Unidad de Turbomáquinas.
- Establecer, luego de una profunda revisión de todos los formatos de inspección de campo para Piezas Críticas existentes, cuales son los más adecuados y que modificaciones se les podría hacer (tanto en su diseño como a los criterios de aplicación y registro), para la aplicación de estas actividades y el registro de sus resultados, para que así favorezcan a futuro el estudio de reparabilidad y tiempo remanente de las piezas. Tomando en cuenta las recomendaciones del personal de los Talleres de Reparación, por lo que debe ser esto tema de discusión y de investigación de los futuros Equipos Naturales de Trabajo.
- Revisar el Procedimiento de Inspección de Turbomáquinas, que es utilizado en la Planta de Extracción Santa Bárbara, y realizar cambios en su estructura, tomando en cuenta lo señalado en este trabajo.

-
- Realizar una visita a los talleres de TURBIMECA, previa al establecimiento del Equipo Natural de Trabajo, para reconocer las características técnicas y administrativas, y las debilidades en el proceso de reparación y en Control de la Calidad del mismo, e intercambiar expectativas y recomendaciones de su personal con el de PDVSA. Incluyendo en las reuniones al Auditor de la Calidad por parte de PDVSA.
 - Es de suma importancia el conocer la composición química y física del material que conforma las Piezas Críticas, por ello es recomendable establecer los mecanismos previos a la revisión del contrato, para solicitar esa información al fabricante. Si esto no fuera posible se debe tratar de realizar los Ensayos No Destructivos propuestos en este trabajo para el estudio de reparabilidad, de las Piezas Críticas que se tengan en planta y que no han estado en operación, tal que con ayuda del personal de INTEVEP y de otras Gerencias de PDVSA se pueda hacer una caracterización del material, y así poder iniciar las actividades propuestas en este trabajo, que llevarán a establecer los criterios de reparabilidad, desechabilidad y reusabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

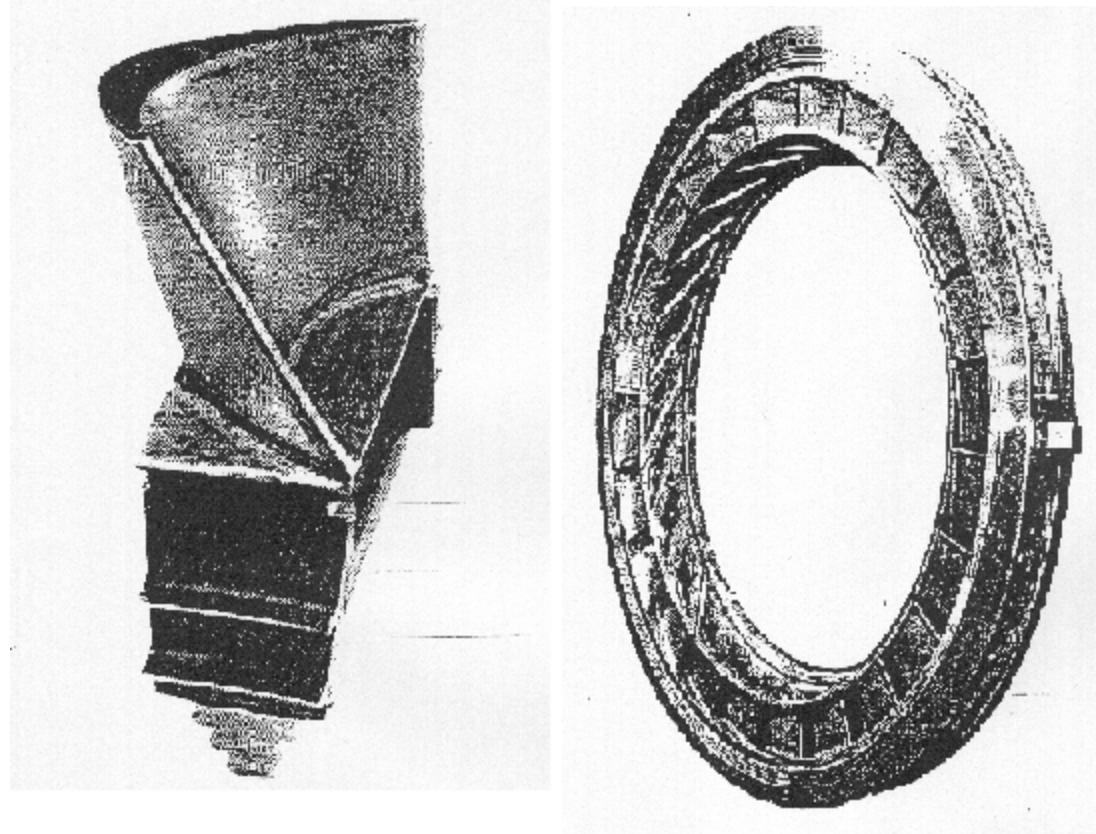
1. ASM. 1999. ASM International Handbook. Volumenes:
 - V.1. Properties and Selection Irons, Steels and High Performance Alloys.
 - V.10. Materials Characterization.
 - V.17. Non Destructive Evaluation and Quality Control.
 - V.19. Fatigue and Fracture.
2. Avner, Sidney. 1969. Introducción a la Metalurgia Física. Editorial Mc Graw-Hill, México.
3. Douglas, Krauss. 1998. ASNT, Study Guide Level II: Visual and Optical Testing Method. USA.
4. George, Dieter. 1976. Metalurgia Mecánica. Editorial Mc Graw –Hill.
5. George, Kehl. 1974. Fundamentos de la Práctica Metalográfica. Editorial Aguilar S.A., Madrid, España.
6. ISO. 1997. Quality Management and Quality Assurance Standard, Part 2: Generic Guidelines, for the Application of ISO 9000 . Suiza
7. José, Burgos. 2000. Recuperación de Piezas por Soldadura, Jornadas de Investigación. Facultad de Ingeniería, Caracas, Venezuela.
8. José, Nava. 2001. Aplicación Práctica de la Teoría de Mantenimiento. Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
9. Lawrence, Van Vlack. 1973. Materiales. Editorial Continental. México.
10. Oscar, Folgar. 1997. ISO 9000, Aseguramiento de la Calidad. Ediciones Mechí, Buenos Aires, Argentina.

-
11. PDVSA. 2000. Guías de Políticas de Mantenimiento. Caracas, Venezuela.
 12. PDVSA-Gerencia de Procesamiento de Gas. 2000. Guía para la Elaboración de Procedimientos Operacionales. Maturín, Venezuela.
 13. PDVSA. 1985. Manual de Inspección. Caracas, Venezuela.
V.1 Aseguramiento de la Calidad.
 14. PDVSA. 2001. Manual de Procedimientos Operacionales: Procura y Administración de Inventarios. Puerto la Cruz, Venezuela.
 15. Rafael, Rodes. 1968. Metales y Aleaciones. Madrid, España.
 16. Ramón, Caballero. 1995. Análisis de Falla. Universidad Central de Venezuela, Escuela de Metalurgia y Ciencia de los Materiales.
 17. Richard, Graves. 1984. Metalografía Microscópica Práctica. Ediciones Urmo, Bilbao, España.
 18. Technip-Inelectra-D.I.T-Harris. 1993. Operation Plant Mechanical, ACCRO Project-NGL, Extraction Plant Santa Barbara. Venezuela
 19. Technip-Inelectra-D.I.T-Harris. 1993. Mechanical Data Book, ACCRO Project-NGL, Extraction Plant Santa Barbara. Venezuela
- Part XVIII: Compressors And Drivers
- Chapter XVIII.3: Residue Gas Compressors, Volumes (of 19):
- V.1 Compressors Instruction Manual
 - V.2 Compressors Drawings And Parts List Manual
 - V.8 Service Manual For Gas Turbine, Description And Operation
 - V.9 Service Manual For Gas Turbine Maintenance
- Chapter XVIII.4: Propane Refrigeration Compressors, Volumes (OF 17):

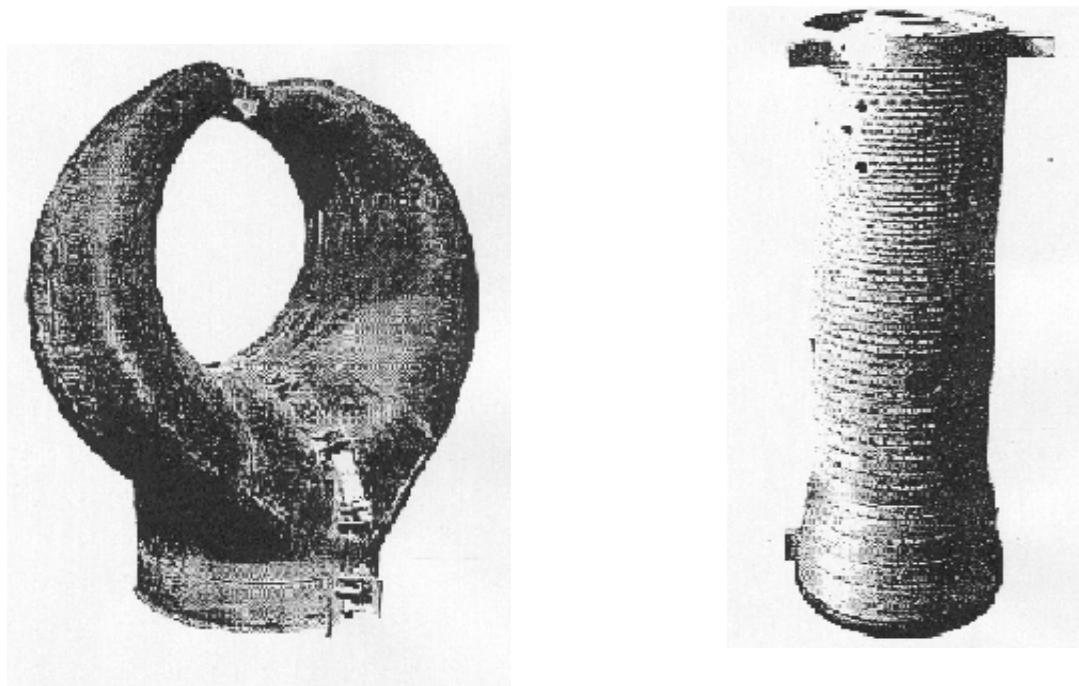
-
- V.1 Compressors Instruction Manual
 - V.2 Compressors Drawings And Parts List Manual
 - V.9 Service Manual For Gas Turbine, Description And Operation
 - V.17 Service Manual For Gas Turbine Maintenance

20. Víctor, Salazar.1989. Técnicas de Mantenimiento Organizado. Caracas, Venezuela.

Anexos



Anexo 1.1. Tobera de primera Etapa, álabe y conjunto.



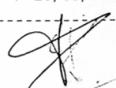
Anexo 1.2. Pieza de Transición y Cesto Combustor

Nuovo Pignone		RE/74731	<small>Firenze</small>	Spare Parts
Stab. 15	OCNME8A, JOB 1443415	Servizio Ricambi		
OGGETTO DA FORNIRE / MATERIAL TO BE SUPPLIED				
POZITIVUM	DESCRIZIONE / DESCRIPTION			PIEZZA UNIT
1	0000663407 TRANSIT LUN. PIECE			2
ORDINE GUARICHO ORDER 5100013291		NOTE: —		

Anexo 2. Uno de los Documentos con que las Piezas son recibidas en Planta.

Anexo 2. Uno de los Documentos con que las Piezas son recibidas en Planta.

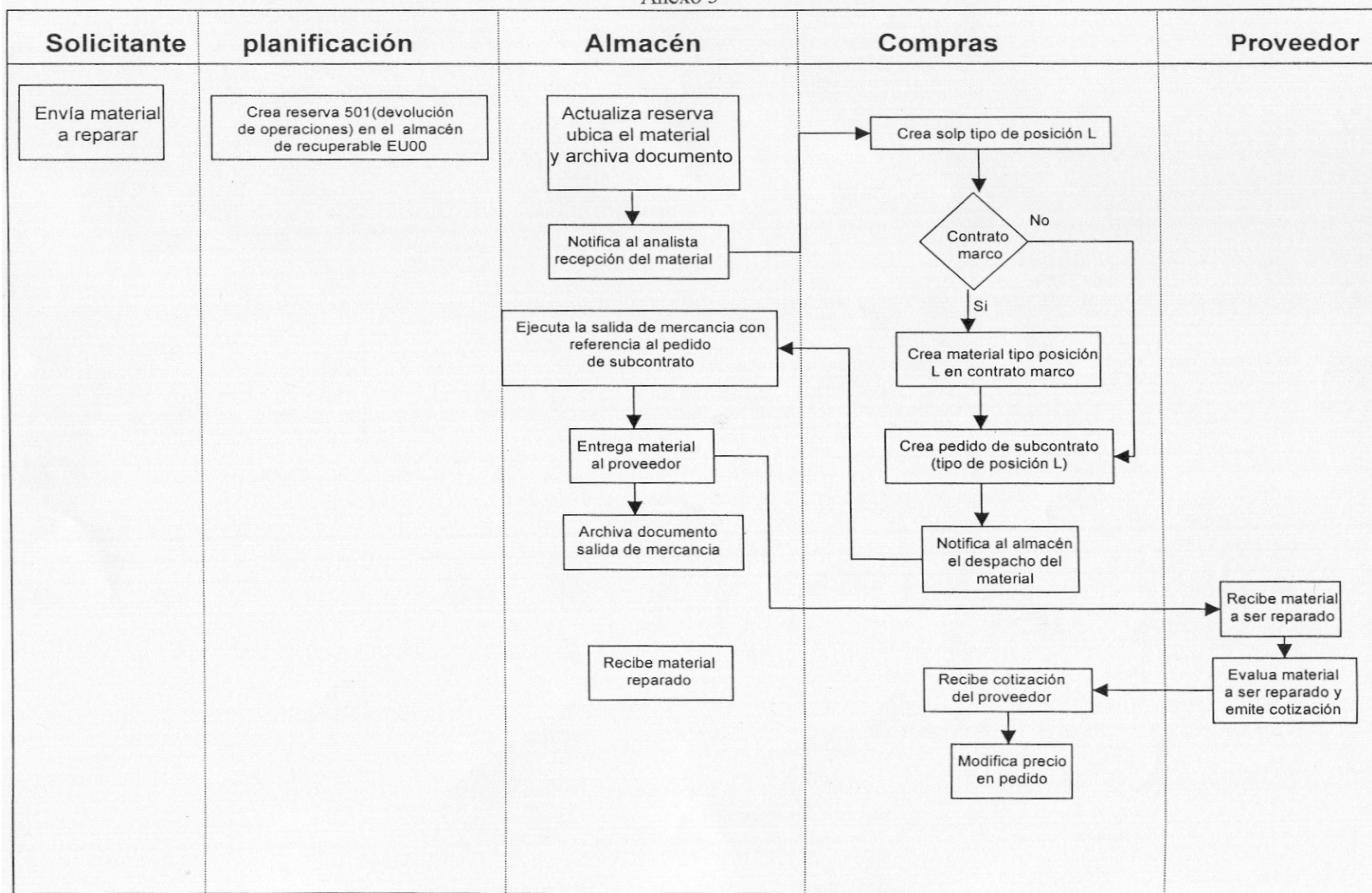
NUM, MOD-54	0017708	DESTINATARIO					
		Cod. Fiscale:					
		DATA					
		10/03/2001					
CAUSALE		COMMESSA	DESTINAZIONE				
VENDITA		5052003	00000				
ORDINE	RDI	POS	MO	COLLI			
000000							
SALDO	IN CONTO	IN PORTO					
POS.	CODICE	DESCRIZIONE	U.M.	QTA.	MATRICOLE		
1	SM00472007	INSIEME LINER PGT10 C.S. SMO0472007	0	N	5,000	G13328L G13334L G13335L	G13329L G13330L
BOLLA 0623358		DATA E FIRMA COMPILATORE		PESO NETTO KG.	PESO LORDO KG.		
		10/03/2001 ALBAMONTE CHRISTIAN					



Anexo 2. Uno de los Documentos con que las Piezas son recibidas en Planta.

Flujograma de planificación compras y recepción materiales reparados

Anexo 3



Anexo 3.

VERIFICACION DE CONCORDANCIA DE MATERIALES

Código:
BRV-MO-AI-008-PR

Fecha de vigencia:
19-11-01

Revisión:
0

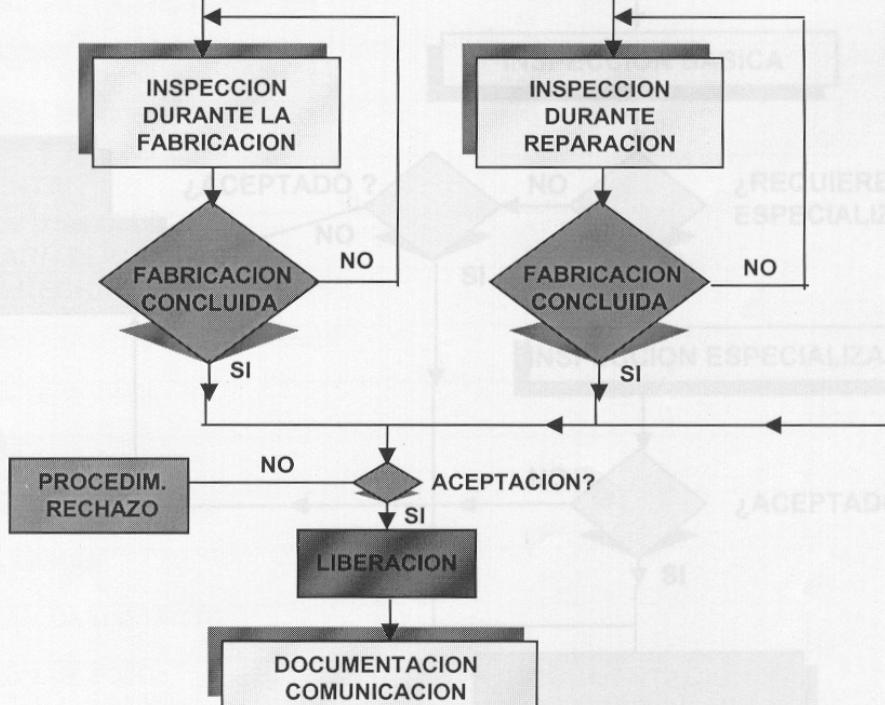
Página:
Página 13 de 24

ANEXO 9.1

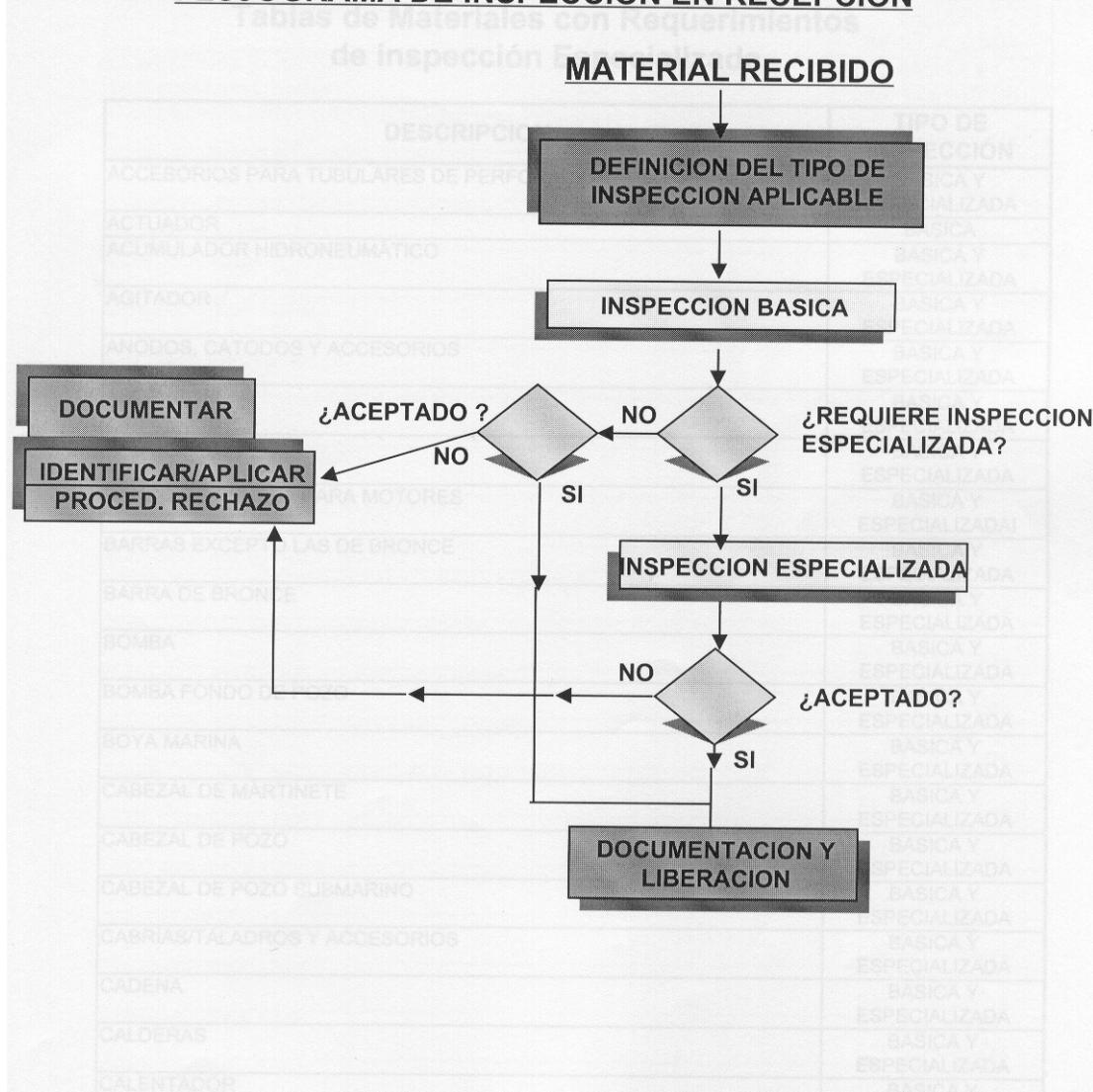
FLUJOGRAMA DE INSPECCION EN PLANTA

SOLICITUD DE INSPECCION

**ASIGNACION DEL PERSONAL RESPONSABLE
SEGUN ESPECIALIDAD TECNICA**



FLUJOGRAMA DE INSPECCION EN RECEPCION



APÉNDICE 1

Características técnicas de los equipos

Las unidades PGT5



son, de acuerdo al fabricante, equipos para servicios pesados, para altas exigencias de carga, con un diseño de concepto modular de fácil accesibilidad y mantenibilidad. Este equipo consiste en un compresor axial de 15 etapas, de alta eficiencia el cual está acoplado directamente a una turbina simple de una etapa.

Figura 1. Turbocompresor PGT5

El árbol de baja presión es de una sola etapa simple, una turbina de alta capacidad energética que cuenta con una tobera como segunda etapa, la cual permite la mayor flexibilidad en el servicio de conducción mecánica.

Las turbinas PGT5 tienen un sistema de cámara de combustión sencillo que es robusto, confiable y capaz de quemar un amplio rango de combustibles, desde líquidos destilados y residuales hasta todos los combustibles gaseosos, incluyendo los de bajo poder calorífico. Según los fabricantes las más apropiadas aplicaciones para estos modelos de máquinas son el bombeo en sistemas de tuberías de aceites y compresores en sistemas de gaseoductos.

Información básica de diseño y de desempeño

Esta es la información que suministra el fabricante como datos básicos de diseño:
Compresor: Compresor de flujo axial, de 15 etapas, Relación de presiones 9,1:1.

Combustión: Simple, combustión en flujo reverso.

Turbina de dos árboles: Turbina de alta presión de una etapa de reacción, Turbina de baja presión de una etapa de reacción.

Paquete: El módulo de la turbina de gas en plato base simple, que incluye la máquina, el sistema de arranque, sistemas auxiliares y el recinto acústico.

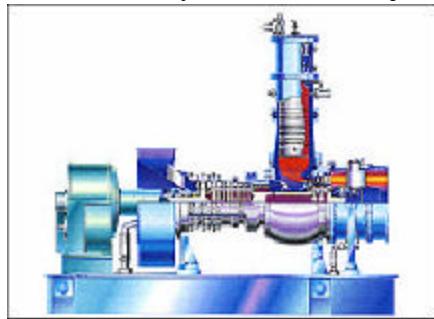
Dimensiones (no incluye los sistemas de admisión, de ductos de gases de escape):
Largo x Profundo x Ancho = 8,5 m x 2,5 m x 3,0 m y Peso = 28 Ton.

Control de emisiones: Sistema de inyección de vapor y agua para el control de las emisiones de NOx.

La siguiente información que suministra el fabricante como "Datos Básicos de Desempeño", bajo condiciones ISO, usando como combustible Gas Natural, como es el caso de los equipos de la Planta de Extracción Santa Bárbara:

- ✓ Potencia de Salida: 7.310 Hp, 5.450 Kw.
- ✓ Heat Rate: 9.500 Btu/Hp-Hr, 13.450 Kj/Kw-Hr.
- ✓ Flujo de los gases de escape: 57 Lb/seg, 25.8 Kg/seg.
- ✓ Temperatura de los gases de escape: 991 °F, 553 °C .

La PGT10 es una turbina a gas de alta eficiencia diseñada para ceder un rango de potencia entre 9,500 y 15,000 HP bajo las condiciones ISO. Desde su primera introducción en el



mercado en 1988, la PGT10 ha sido un exitoso diseño a lo que labor se refiere, se ha desempeñado con altos niveles de seguridad y de disponibilidad mientras se mantiene un concepto de diseño simple y de fácil de mantenibilidad.

Figura 2. Turbocompresor PGT10

Para alcanzar altos rangos de eficiencia y aumentar a lo más altos posibles los de potencia entregada, una combinación adecuada de características ha sido incorporada en el diseño de estos equipos haciendo mejoras continuas como en las altas relaciones de presión, aspas del estator del compresor axial y toberas de la turbina.

El sistema de combustión de la PGT10, consiste en una cámara simple diseñada para emitir muy bajos niveles de NOx, adaptable a una gran variedad de combustibles gaseosos y

Líquidos. Las típicas aplicaciones para las PGT10 de dos ejes pueden ser para compresión de gas natural, bombas centrífugas y aplicaciones en procesos variados, también para la generación de energía.

Información básica de diseño y de desempeño

Esta es la información que suministra el fabricante como datos básicos de diseño:

Compresor: Compresor de flujo axial, de 17 etapas, Relación de presiones 14,1:1.

Combustión: Cámara de combustión sencilla.

Turbina de dos árboles: Turbina de alta presión de dos etapas, Turbina de baja presión de dos etapas de reacción.

Paquete: El módulo de la turbina de gas en plato- base simple contiene a la máquina, los sistemas auxiliares están en un plato- base unidos por el recinto acústico. Dimensiones (no incluye los sistemas de admisión, de ductos de gases de escape): Largo x Profundo x Ancho = 9,1 m x 2,5 m x 3,0 m, Peso = 32 Ton.

Control de emisiones: Sistema de inyección de vapor y agua para el control de las emisiones de Nox.

La siguiente información que suministra el fabricante como “Datos Básicos de Desempeño”, bajo condiciones ISO, usando como combustible Gas Natural, como es el caso de los equipos de la Planta de Extracción Santa Bárbara:

- ✓ Potencia de Salida: 14.300 Hp, 10.660 Kw.
- ✓ Heat Rate: 7.950 Btu/Hp-Hr, 11.250 Kj/Kw-Hr.
- ✓ Flujo de los gases de escape: 93.3 Lb/seg, 42.3 Kg/seg.
- ✓ Temperatura de los gases de escape: 919 °F, 493 °C.

Bariven S.A., es una empresa especializada en la procura de bienes para la industria petrolera, la cual cuenta como principal cliente con PDVSA y sus empresas filiales. Maneja variadas estrategias y modelos de procura según los adelantos tecnológicos mundiales. Adecua sus acciones de adquisición a la naturaleza del bien y a las particularidades del mercado, de allí que está en capacidad de realizar la compra de un bien bajo diseño individualizado, o de bienes para consumo general, bajo la modalidad de una compra puntual, de un convenio de suministro, de una alianza estratégica, o de un acuerdo comercial específico a conveniencia de su cliente y con el beneficio razonable del fabricante o proveedor. Presta, por otro lado, el servicio de administración de los inventarios de materiales, bajo la premisa de mantener en existencia la cantidad que garantice la continuidad operacional, evitando que el capital permanezca ocioso y afecte los beneficios del negocio petrolero. Este servicio incluye la custodia de los materiales en los almacenes distribuidos geográficamente en las áreas con operaciones petroleras; la preservación de tales materiales; y la disposición final, cuando éstos no tengan uso futuro en las operaciones.

Adicionalmente, BARIVEN ofrece el servicio de ventas de materiales y activos no productivos, que van desde excedentes de inventario y sobrantes de proyectos hasta una diversidad de activos. Este servicio de venta tiene un alcance nacional e internacional gracias a la utilización de la tecnología, actividades de promoción en eventos de la industria petrolera y la búsqueda continua de nuevos mercados. BARIVEN es el resultado de la consolidación de las organizaciones de materiales de las antiguas operadoras y de la filial que bajo la denominación de Bariven, realizaba las compras internacionales.

MISIÓN: Lograr la satisfacción del cliente, mediante el suministro de bienes y servicios de acuerdo a la calidad requerida, oportunidad y al menor costo total, creando así el máximo valor para la industria petrolera, petroquímica y carbonífera, contribuyendo al desarrollo de una industria nacional competitiva, apoyándose en una plataforma tecnológica adecuada, un personal excelente y una base de suministro optimizada, en armonía con el ambiente.

VISIÓN: Ser reconocida por la cultura de servicio al cliente, la excelencia de su gente, el trato justo a sus proveedores, agregando el máximo valor y ser así la mejor opción de la industria petrolera, petroquímica y carbonífera para el suministro de bienes y servicios.

TURBIMECA, Desde sus inicios en 1981, en General Electric TURBIMECA se ha constituido como la principal fuente de suministro de una amplia gama de productos General Electric en Latinoamérica, tales como: Turbogeneradores a gas y a vapor, plantas de vapor de ciclo combinado y plantas eléctricas integrales.

Desde entonces, son el único taller de General Electric, y desde 1992, taller autorizado Nuovo Pignone para Venezuela y otros países cercanos. Sus productos y servicios, son establecidos bajo el concepto de la casa matriz General Electric en Estados Unidos, trabajando bajo el aseguramiento continuo de la calidad en todos sus procesos, logrando eficiencia y confiabilidad en cada servicio prestado.

VISIÓN: GE -TURBIMECA, empresa de servicios pionera en el área de suministro de partes, reparación y mantenimiento de turbogeneradores, servicio de asesoría técnica, servicio de ingeniería de campo y a la vanguardia en el mercado de fabricación y reparación de intercambiadores y construcciones metálicas con el compromiso de trabajar bajo el aseguramiento continuo de la calidad, dirige sus esfuerzos a seguirse manteniendo como la número uno y la más competitiva del mercado.

MISIÓN: Ser la número uno en la región en participación del mercado y en satisfacción del cliente, mediante la venta de nuevas unidades, partes y el suministro de servicios de alta calidad de forma tal que cumplan con las expectativas del cliente y las metas trazadas por la gerencia.

POLÍTICAS DE CALIDAD: La empresa considera un compromiso establecer y mantener un sistema de aseguramiento continuo de la calidad, que nos lleve a lograr la máxima satisfacción del cliente.

Cada operación de GE TURBIMECA, está avalada por la Hartford Steam Boiler and Insurance, Co. , N° 096, certificación de calidad bajo los requerimientos de las normas ISO 9002, renovado y vigente hasta el 18 Junio del año 2002.

De igual manera cuenta con el certificado ASME (R y U stamps) por reparación y fabricación de: intercambiadores de calor y de recipientes a presión.

En búsqueda de la mejoría de los procesos y de la satisfacción al cliente, se emplea el compromiso de calidad Six Sigma 6σ . Six Sigma es un Programa de Calidad reconocido internacionalmente que tiene como finalidad corregir un estándar de 3.4 defectos por millón de oportunidades, lo que significa prácticamente la eliminación de defectos en cada proceso de producción. De esta manera se han comprometido a involucrar al cliente en este programa.

TALLER DE SERVICIOS: Cuentan con un área de 5.500 m²., totalmente equipada para el mantenimiento completo y la reparación de todos los componentes y máquinas GE, turbinas, generadores y maquinaria de otros fabricantes.

Las capacidades ofrecidas son:

- ✓ Pruebas de dimensionales y geométricas.
- ✓ Soldaduras TIG/MIG y tratamientos térmicos.
- ✓ Cámara de soldadura bajo atmósfera controlada.
- ✓ Reparación de toberas en frío (ADH).
- ✓ Hornos al vacío con atmósferas controladas.
- ✓ Máquinas balanceadoras hasta de 22 Ton y 8 m de largo, para un diámetro de 3 m.
- ✓ Grandes capacidades de ensamblaje.
- ✓ Capacidad de maquinarias, perforadoras, tornos, fresadoras entre otras.
- ✓ Máquina de calentamiento por inducción.
- ✓ Grúa de 40 Ton. Con facilidad de muelle en el Lago de Maracaibo.
- ✓ Cámara de limpieza con óxido de aluminio y arena (12 x 8 m).
- ✓ Recubrimiento rotor compresor (CC1).
- ✓ Recubrimiento cerámico (TBC).

APÉNDICE 2



GE Turbomeca

ISO 9000

INSTRUCTIVO SOBRE LAS NORMAS ISO 9000





midut 30

GE Turbomeca

ISO 9000

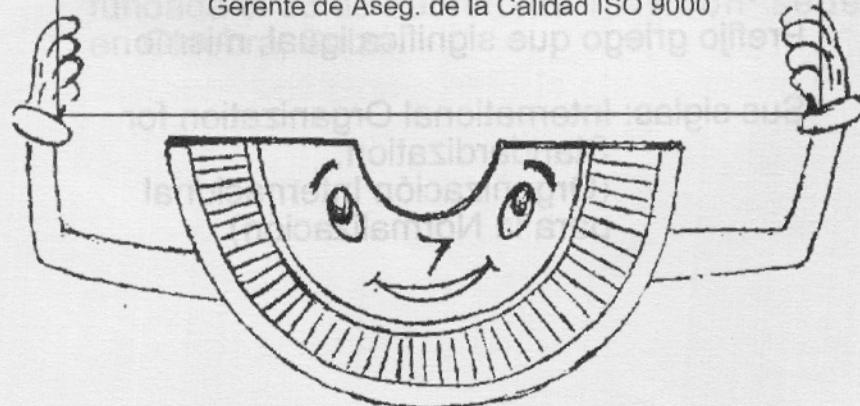
POLITICA DE CALIDAD GE Turbomeca

“Nuestro compromiso es establecer y mantener un Sistema de Aseguramiento Continuo de la Calidad que nos lleve a lograr la máxima satisfacción del cliente”

Gerente general

Gerente Serv. de Taller.

Gerente de Aseg. de la Calidad ISO 9000





GE Turbomeca

ISO 9000

COMITÉ DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
que trabaja en la mejora continua

*GE Turbomeca como parte
de sus labores ha creado el
Comité ISO 9000, integrado
por un grupo de
trabajadores, cuya finalidad
es la de organizar, coordinar
y dirigir los esfuerzos en
conjunto hacia la perfección
del Sistema de
Aseguramiento de la Calidad
cumpliendo con los
requerimientos de la Norma ISO
9002.*





GE Turbomeca

GE Turbomeca

ISO 9000

Por qué GE Turbomeca adopta la Norma ISO 9002?

GE Turbomeca adopta esta norma porque es una empresa que ofrece sus servicios al mercado Nacional e Internacional teniendo como finalidad fundamental lograr la satisfacción del cliente a través de la prevención de errores en todas las etapas del proceso, desde la producción hasta el servicio post-venta.

Asimismo, la obtención del Certificado ISO 9002 ha permitido a GE Turbomeca confirmar que es la empresa número uno bajo el concepto único de Calidad, la más competitiva del mercado en donde la tendencia es la exigencia del Certificado ISO a los proveedores externos.



GE Turbomeca
ISO 9002

GE Turbomeca

ISO 9000

En Conclusión

La obtención del certificado nos ha garantizado a nivel mundial la permanencia del liderazgo en calidad de servicios y continuar enalteciendo con orgullo el emblema 



1er Lugar

APÉNDICE 3

CLIENTE: PDVSA

O.T.: 6929

**REPORTE DE INSPECCION DE
DIEZ (10) CESTOS
COMBUSTORES**



GE TURBIMECA

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE INSPECCION VISUAL INCALOT # 6929 FECHA 09/03/2001 CLIENTE PDVSA JOSEEQUIPO RECIBIDO: 10 PIEZAS DE TRANSICIONMODELO: MS-5001 SERIAL: NO. DE PLANO: 81550462INSPECCION EFECTUADA POR: OSMAR BRAVO
(Escribir Nombre Legible)RESULTADOS DE LA INSPECCION

SE REALIZO LA INSPECCION OBSERVANDOSE DESGASTE CON FALTA DE MATERIAL EN EL SELLO
FLOTANTE LADO EXTERNO Y SELLO FIJO LADO EXTERNO.

TANBIEN SE OBSERVA DESGASTE CON FALTA DE MATERIAL EN LA ZONA DE ENCASTRE CON CESTO-
COMBUSTORES.

ESTE DANO SE OBSERVA EN UN 100% DE LAS PIEZAS DE TRANSICION.

NOTA: ESTA INSPECCION SE REALIZO SIN LIMPIEZA PREVIA. POSTERIORMENTE SE EFECTUARA LA
LIMPIEZA CON OXIDO DE ALUMINIO Y SE REALIZARA OTRA INSPECCION.

APROBADO POR:
CONTROL DE CALIDAD
GE TURBIMECA

Chavez
04/03/01

F-CCP-04

*Objeto P-0
P-2131001*

P-0 1 de 1

Preparado por:

Angel Contreras

Page 1

GE Power Systems

Se observa rayas leves en sentido circunferencial en ambas caras y ataque erosivo severo (Activo e Inactivo).

- **Plato de Empuje.**

El plato de empuje presenta rayas en sentido circunferencial, además de que el espesor del plato de empuje está fuera de especificaciones espesor 1.893", 0.011" por debajo del límite permitido.

- **Zona de sellos:**

Presenta ataque erosivo severo.

- **Sección Compresor:**

Inspección de Entrada Cuadro #1.

Etapa	Observaciones
0 & 1	Presenta ataque erosivo severo en un 100% de las paletas en el borde de entrada, además de golpes leves.
2 & 3	Presentó golpes fuertes con distorsión y desprendimiento de material en el borde de salida en un 100% de las paletas.
4 & 5	Presentó golpes fuertes con distorsión y desprendimiento de material en el borde de entrada en un 100% de las paletas.
6 a 16	Presentó golpes fuertes con distorsión y desprendimiento de material en el borde de entrada en un 100% de las paletas.

- **Sección Turbina:**

Inspección de Entrada Cuadro #2.

Etapa	Observaciones
1	Presenta golpes fuertes con perdida de material en el borde de entrada en un 50% de los alabes.
2	No trajo alabes instalados, la zona de encastre presenta ataque erosivo severo.

- **Zona de sellos de Inner Barrell:**
Presenta ataque erosivo severo.

APÉNDICE 4

B.-Reparación de piezas de transición de las unidades PGT-10:

Alcance del trabajo:

1.- Recibir y descargar.

2.- Inspección de entrada.

3.- Limpieza con óxido de aluminio.

4.- Inspección de recubrimiento cerámico

5.- Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).

6.- Reparar Grietas.

7.- Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).

8.- Limpieza con óxido de aluminio.

9.- Inspección final por control de calidad.

10.- Reporte técnico.

11.- Cargar y despachar.

C.-Aplicación de recubrimiento cerámico de piezas de transición de las unidades PGT-10:

Alcance del trabajo:

1.- Recibir y descargar.

2.- Inspección de entrada.

3.- Limpieza con óxido de aluminio.

4.- Aplicación de recubrimiento cerámico.

5.- Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).

6.- Reparar Grietas.

7.- Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).

8.- Limpieza con óxido de aluminio.

9.- Inspección final por control de calidad.

10.- Reporte técnico.

11.- Cargar y despachar.

D.-Reparación de toberas de primera etapa de las unidades PGT-10:

Alcance del trabajo:

1.- Recibir y descargar.

2.- Inspección de entrada.

- 3.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 4.- **Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T) zyglo a paredes y particiones.**
- 5.- Efectuar tratamiento térmico.
- 6.- Preparar paredes y particiones para soldar.
- 7.- Reparar con soldadura áreas dañadas.
- 8.- Fresar para dar contornos y perfiles originales.
- 9.- Ajustar medidas finales a segmentos.
- 10.- Efectuar análisis armónicos a pasajes de gas.
- 11.- Efectuar tratamiento térmico de envejecimiento.
- 12.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 13.- Reparaciones menores.
- 14.- Armar tobera.
- 15.- Limpieza final con óxido de aluminio.
- 16.- Proteger tobera para almacenamiento.
- 17.- Preparar para despacho.
- 18.- **Reporte técnico.**

E.-Reemplazo de Cap's de cestos combustores de las unidades PGT-5:

Alcance del trabajo:

- 1.- Recibir y descargar.
- 2.- **Inspección de entrada.**
- 3.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 4.- **Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).**
- 5.- Retirar Cap.
- 6.- Soldar nuevo Cap.
- 7.- Maquinar Cap a medidas.
- 8.- Reparar Grietas.
- 9.- **Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).**
- 10.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 11.- **Reporte técnico.**
- 12.- Cargar y despachar.

F.-Reparación de piezas de transición de las unidades PGT-5:

Alcance del trabajo:

- 1.- Recibir y descargar.
- 2.- **Inspección de entrada.**
- 3.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 4.- **Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).**
- 5.- Reparar Grietas.
- 6.- **Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T).**
- 7.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 8.- **Inspección final por control de calidad.**
- 9.- **Reporte técnico.**
- 10.- Cargar y despachar.

G.-Reparación de toberas de primera etapa de las unidades PGT-5:

Alcance del trabajo:

- 1.- Recibir y descargar.
- 2.- **Inspección de entrada.**
- 3.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 4.- **Inspección con ensayos no destructivos(N.D.T) zyglo a paredes y particiones.**
- 5.- Efectuar tratamiento térmico.
- 6.- Preparar paredes y particiones para soldar.
- 7.- Reparar con soldadura áreas dañadas.
- 8.- Fresar para dar contornos y perfiles originales.
- 9.- Ajustar medidas finales a segmentos.
- 10.- Efectuar análisis armónicos a pasajes de gas.
- 11.- Efectuar tratamiento térmico de envejecimiento.
- 12.- Limpieza con óxido de aluminio.
- 13.- Reparaciones menores.
- 14.- Armar tobera.
- 15.- Limpieza final con óxido de aluminio.
- 16.- Proteger tobera para almacenamiento.
- 17.- Preparar para despacho.
- 18.- **Reporte técnico.**

APÉNDICE 5



1. Objetivos:

- 1.1. Establecer las pautas a seguir para las actividades de uso de las Herramientas de Seguimiento y Control de Piezas.
- 1.2. Dar a conocer detalles de las Herramientas de Seguimiento y Control de Piezas, que permitan al conocerlos, dar mejor uso a estas.

2. Alcance:

- 2.1. El campo de aplicación de las Herramientas es el Ciclo de vida Útil de las Piezas Críticas que manejan los Equipos (Turbocompresores) Modelo PGT5 y PGT10, Fabricados por Nuovo Pignone

3. Definiciones

3.1. Piezas Críticas de Turbinas: Son consideradas Críticas las Piezas que están sometidas a condiciones de operación extremas, y que además representan riesgo elevado en diferentes situaciones, paradas de operación, seguridad y ambiente, etc. Para el caso de las Turbomáquinas de gas, las Piezas Críticas son: Cesto Combustor, Tobera de Primera Etapa y Pieza de Transición. Estas están sometidas a altas temperaturas, durante largos períodos de tiempo.

3.2. Hoja de Seguimiento y Control de Piezas (HSC): Es una Herramienta diseñada para que sirva de registro de las actividades o etapas más relevantes, por las cuales pasa la pieza durante su Ciclo de Vida Útil. A cada Ciclo de Vida Útil que se Cumpla de la Pieza, corresponderá una HSC.

3.3. Base de Datos de Seguimiento y Control e Piezas (BSC): Es una Herramienta en Formato electrónico diseñada para que sirva de registro de las actividades o etapas más relevantes, por las cuales pasa la pieza. La información que se registre en la Base de Datos, provendrá de la que se encuentre en las HSC.

3.4. Ciclo de Vida Útil: Es el ciclo que cumple cada pieza, donde estas están sometidas a actividades secuenciales con características técnicas, administrativas y operacionales las cuales caracterizan su uso en las instalaciones de la empresa. Cada ciclo está determinado por actividades específicas o Etapas

3.5. Etapa de un Ciclo: Las Etapas representan el inicio y el final de cada actividad que la pieza dentro de un ciclo de vida efectúa. Cada actividad es independiente de la otra en objetivo, responsables, equipos utilizados, etc.

3.6. Sección (de la Herramienta): Para fines prácticos de diseño y aplicación de las Herramientas (HSC y BSC) las etapas de interés en las cuales se necesitó registrar información, se dio a cada una el nombre de Sección de la Herramienta, donde se presentan formularios con campos que permiten introducir, modificar y mostrar información en campos bien específicos de los diferentes formularios utilizados.

3.7. Formulario: Es el formato diseñado para las Herramientas de Seguimiento y Control, este contiene de manera organizada y con el suficiente espacio e indicación (HSC y BSC) los Campos donde se registrará toda la información.

3.8. Campo: Es el espacio destinado para registrar la información, este esta debidamente indicado con su nombre.

3.9. Código Arbolado: Para el uso de estas herramientas, se estableció un Código que se caracteriza por contener información sencilla representada en una serie de números, con un orden definido. Este Código permitirá reconocer detalles de la pieza que facilitan su búsqueda para registro e introducción de información.

3.10. Botón: Es un elemento de “Control de Formulario” de Acces2002 (formato del Programa “Base de Datos”), el cual permite que se ejecuten acciones tales como cerrar, salir, desplegar otros formularios, dando así dinámica al uso de los mismos.

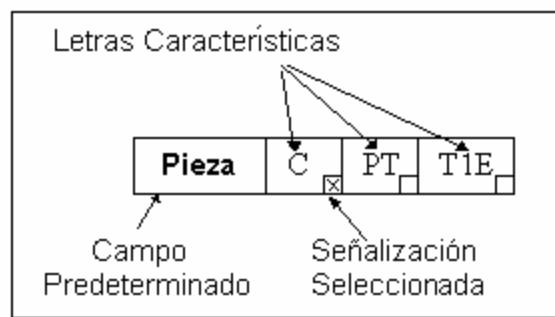
3.11. Campo Combinado: Son Campos que presentan una lista de elementos que obligan al usuario de la Base de Datos electrónica, a seleccionar para el campo uno de ellos, sin poder ni alterarlo ni sustituirlo.

3.12. A partir de aquí se presentarán los Campos que se presentan en los formularios de las Herramientas de Seguimiento y Control.

Pieza: Es el Tipo de pieza a la cual se está registrando las actividades. Para este caso en específico los valores están predeterminados en los Formularios.

En los formularios se predetermina y selecciona el elemento de la siguiente manera:

HSC: por ser una hoja que se llenará con lápiz o bolígrafo, los elementos predeterminados serán vistos como “Letras Características” y con un pequeño recuadro (Señalización) en la esquina inferior derecha, el cual permite al marcarlo con una **X** definir cual es el elemento seleccionado. Como ejemplo se presenta el campo Pieza:



Donde las letras predeterminadas corresponden:

C: Cesto Combustor (Pieza Seleccionada, marcada con una X).

PT: Pieza de Transición.

T1E: Tobera de la Primera Etapa.

Servicio: La Función que tiene el equipo al cual pertenece en la Planta donde opera. Este es un Campo Predeterminado

GR: Gas Residual (PGT10).

GP: Gas Propano (PGT5).

Número de Bariven: Es número asignado por Bariven para establecer el ingreso de la pieza a su sistema de administración de materiales.

<i>Componente</i>	<i>Modelo Turbina (NP)</i>	<i>Número Bariven</i>
Cesto Combustor	PGT 10	78-710-25-953
Pieza de Transición	PGT 10	78-710-25-954
Tobera 1ra Etapa	PGT 10	78-710-25-959
Cesto Combustor	PGT 5	78-710-25-454
Pieza de Transición	PGT 5	78-710-25-456
Tobera 1ra Etapa	PGT 5	78-710-25-463

Número de Parte del Fabricante: Es necesario conocer bien la diferencia entre este número y la matrícula. El Número de parte del fabricante identifica la parte de acuerdo a su diseño, esto puede variar si el diseño varía, sin embargo encuentro variadas piezas que pueden tener igual número de parte del fabricante.

Matrícula: Esta permite establecer la individualidad de cada pieza, a pesar de tener igual número de parte del fabricante. Es el código que le impone el fabricante para identificar cualquier pieza en un lote de estas iguales.

Condición: Campo predeterminado que establece cual es la condición de la pieza en el momento de iniciar la inclusión de data en la HSC.

N: Nueva (es adquirida y traída directamente de la fabrica).

U: Usada (esta es reutilizada, tiene horas de operación previas sin recibir ninguna reparación).

R: Reparada (ha sido reparada en los talleres destinados para tal fin).

Número de Reparaciones: Es el número de reparaciones que se le han realizado a la pieza para el momento de iniciar la introducción de data en la HSC.

Planta: Es la Planta de todo el conjunto de ellas, donde está recibiendo la pieza, indiferentemente de cual sea su origen. Este es un Campo Predeterminado:

SB: Planta de Extracción Santa Bárbara (las piezas administradas por la Planta de Jusepín se considerará como de la Planta de Santa Bárbara).

J: Planta de Extracción San Joaquín.

SJ: Complejo Criogénico de Jose

Fechas de: Las fechas son “Campos Predefinidos” tanto en la HSC como la BSC, de manera tal que el usuario debe introducir la data de la siguiente manera:

Día / Mes / Año, Ejemplos:

24 / 04 / 2002 (24 de Abril del año 2002).

01 / 12 / 1999 (Primero de Diciembre del año 1999).

Existen fechas que corresponden a diferentes Secciones (Sec.) y las cuales deben llenarse de acuerdo a lo antes establecido, según cuando sea ejecutada la actividad respectiva.

Recepción (Sec. Datos de Recepción): fecha en que se recibe la pieza en la Planta.

Montaje (Sec. Datos de Montaje): Fecha en que se ejecute la actividad de montaje de la pieza de acuerdo a los diferentes mantenimientos.

Desmontaje (Sec. Datos de Desmontaje): Fecha en que se ejecute la actividad de desmontaje de la pieza de acuerdo a los diferentes mantenimientos.

Envío (Sec. Datos de Envío): Fecha en que se ejecute la actividad de envío a otras instalaciones.

Responsable de: Campo donde se debe escribir el nombre y cargo de la Persona que asume la responsabilidad de los resultados de las actividades que se ejecuten de acuerdo a cada sección.

Recepción (Sec. Datos de Recepción).

Montaje (Sec. Datos de Montaje).

Desmontaje (Sec. Datos de Desmontaje).

Envío (Sec. Datos de Envío).

Inspecciones (Secciones, Montaje y Desmontaje)

Empresa: en el caso de las Inspecciones de Desmontaje y Montaje, se da el caso de que sea personal contratado de otras empresas lo que ejecuten esta actividad. Es precisamente la empresa que ofrece los servicios la que se debe registrar en este Campo.

Causas de: las causa a la cual se atribuye el Montaje y Desmontaje de las pieza, es el Mantenimiento, el cual está presentado en tres distintos tipos de acuerdo a sus alcances. Este es un campo Predeterminado.

PC: Mantenimiento de Pasos Calientes.

ZC: Mantenimiento de Zona de Combustión.

M: Mantenimiento Mayor.

O: Otro Mantenimiento, sea o no programado

Se debe hacer breves comentarios de cual es el otro mantenimiento que se realizó, cuando sea el caso (**O**:Otro Mnatenimiento), en el Campo destinado a “Resultados de la Inspección”.

Resultados de las Inspecciones: En este “Campo de Texto”, el más amplio se deben describir brevemente los resultados de las inspecciones de las secciones de: Recepción, Desmontaje y Montaje.

Horas de operación previstas: Son las horas, que se espera opere la pieza sin intervenciones ni reparaciones. Ej. 8.000 (esto son 8000 horas).

Horas de operación cumplidas: Son las horas, que ha operado realmente la pieza, para el momento de su desmontaje. Ej. 8.000 (esto son 8000 horas).

Estado de la pieza: Corresponde a un campo predeterminado. Se espera luego de realizar las inspecciones especializadas y analizar sus resultados determinar cual es la condición de la pieza que ha operado durante un cierto período de tiempo, esta presentará ciertas características físicas, químicas y metalúrgicas que permitirán decidir si la pieza esta en las siguientes condiciones:

RU (Reusable): Se puede usar la pieza durante otro período sin intervenciones para reparación.

D (Desechable): Se debe desechar la pieza no se aceptan ni más reparaciones ni reusos.

R (Reparable): Se puede reparar, para luego reutilizarla durante otro período de operación

O (Otra): Cualquier otra condición que sea consecuencia del análisis de los Resultados de las Inspecciones.

Si se tiene el último caso, se debe hacer un breve comentario acerca de esto en los “Resultados de la inspección d la pieza desmontada”.

Destino de la Pieza y Razón de Envío: Estos Campos Predeterminados, obliga a establecer la razón de que la pieza sea enviada a un destino fuera de las instalaciones propias de donde se encuentra.

Razón de Envío:

R: Reparación

CP: Condición de Préstamo

O: Otros.

Destino de la pieza:

TI (Talleres de reparación en Italia): Son los talleres de reparación del Propio Fabricante.

TV(Talleres de reparación autorizados en Venezuela): Son los talleres que realizan las actividades de mantenimiento de piezas en el territorio Venezolano.

J (Complejo Criogénico de Jose): se puede enviar la Pieza en “Calidad de Préstamo”, para su uso en equipos similares en esa planta.

4. Formulario (Principal): Base de datos de Seguimiento y Control de Piezas (BSC)

Al iniciar el Programa Base de datos de Seguimiento y Control de Piezas, se muestra en el



Figura 1. Formulario Principal

“Formulario Principal” (Fig.1), este contiene la Ficha Principal que presenta dos Pestañas: Mostrar, Modificar e Incluir y Realizar Búsqueda de Datos. Cada pestaña representa operaciones de Edición y Búsqueda, respectivamente.

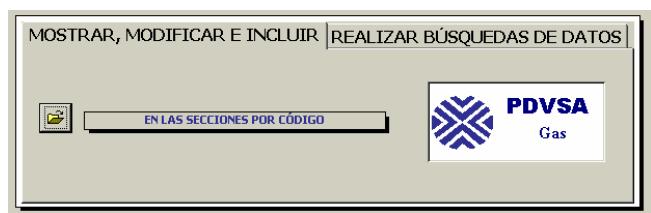


Figura 2. Formulario de Edición.

Edición: Las operaciones de Edición se podrán hacer en cada una de las Secciones, estableciendo como elemento de búsqueda, muestra e inclusión de data, el Código arbolado.

Búsqueda: Estas operaciones permiten conocer toda la información histórica de cada pieza estableciendo una búsqueda combinada entre la Matricula de la Pieza y su Código arbolado.

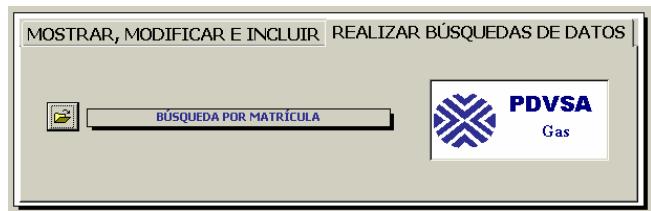


Figura 3. Formulario de Búsqueda.

2.1. Elementos del Formulario Principal



Salir de la Base de Datos: Este es un Control de Formulario (Botón) que permite cerrar la aplicación del programa.

Figura 4.

Abrir Formulario: en cualquier formulario que se encuentre, este Botón permite que se despliegue el formulario que se encuentra referido a su lado. Para este caso se despliega los formularios para las operaciones de Edición ó de Búsqueda antes Mencionadas.



Figura 5.

4.2. Edición y Búsqueda

La Edición y la Búsqueda son las operaciones básicas que se realizan con esta Base de Datos, permiten incluir la data en necesaria en las tablas destinadas para esto y además facilitan la modificación y la muestra inmodificable de esta información, generando así el histórico de cada pieza.

Con la Edición como operación, se permite al usuario de la Base de Datos, suministrar por Secciones la información que en cada una se solicita. Se establecen tres Sub-operaciones:

- ✓ **MOSTRAR**: Permite consultar previamente, antes de cualquier inclusión y modificación, cual es la data que cada pieza tiene en cada Sección.
- ✓ **INCLUIR**: Permite suministrar los datos establecidos en cada uno de los campos para el cual ha sido diseñada la Base de Datos.
- ✓ **MODIFICAR**: Permite modificar la data que se introdujo previamente en cada Sección, con la condición de no poder alterar el código arbolado a la pieza. Esta información se podrá modificar (igualmente la inclusión) únicamente con la autorización de la persona que posea el “**Código de Seguridad de Modificación e Inclusión**”, esto para evitar dañar el Histórico de las piezas.

5. Formulario: Mostrar Modificar e incluir, por Código y Sección

Para acceder a este Formulario se debe hacer “Clic”, sobre el Botón “En las Secciones por Código” del Formulario Principal, teniendo acceso así, a las Sub-operaciones de Mostrar,

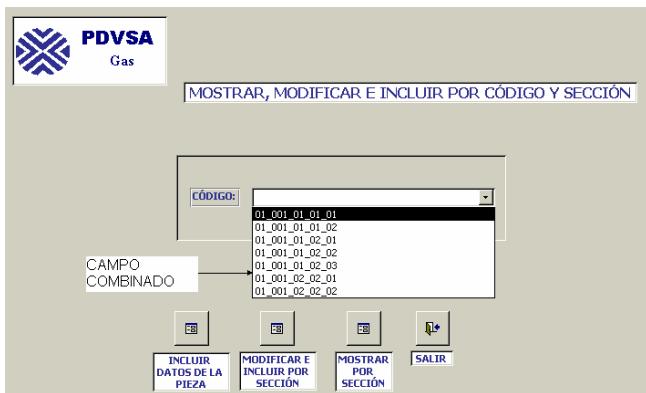
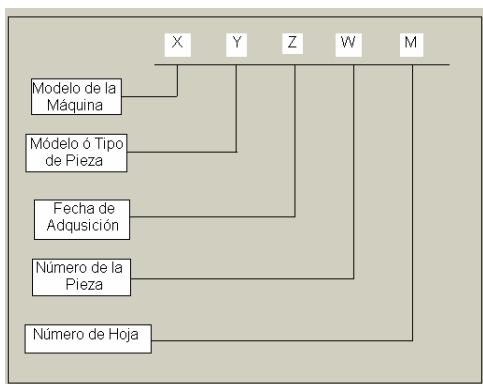


Figura 6. Formulario de Mostrar, Modificar e Incluir.

Incluir y Modificar data. El acceso para la Modificación e inclusión, y Mostrar se hace estableciendo primero el llamado, en el Campo Combinado de Código (Código Arbolado).

5.1. Código Arbolado

El código arbolado es una forma de clasificar partes y piezas de acuerdo cierta información de consideración importante conocer y que permita saber a simple vista identificando el código, como se caracteriza la pieza.



Se estableció un código arbolado para el caso específico de las Pieza de los equipos de la Unidad de Turbomáquinas. Y este está establecido de la siguiente forma:

X (Modelo de la Máquina): Este se asignará un valor de 0 a 99, para cada máquina o equipo que se desee, el Histórico de sus partes esté registrado en esta Base de Datos, haciendo uso de la Hoja de Seguimiento y Control de Piezas.

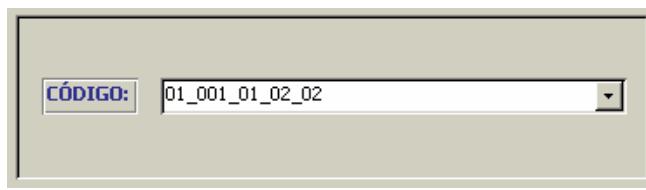
Y (Modelo o Tipo de Pieza): Cada pieza tendrá asignado un valor del 0 al 999, para establecer su individualidad entre el conjunto que conforma los repuestos y piezas de cada equipo.

Z (Fecha de Adquisición): La fecha de Adquisición permitirá reconocer en que año la pieza fue adquirida Nueva, y el número que esto representa será del 0 al 99 representando los años respectivamente. Para el caso de piezas adquiridas del año 1994 hasta 1999 se usarán los números, del 94 al 99 correspondiendo el número a la decena de esos años respectivos, y las piezas adquiridas a partir del año 2000 serán representadas por los números del 0 en adelante según sea el caso.

W (Número de la Pieza): Habiendo la posibilidad de que cada pieza puede verse en cantidades, se debe establecer la individualidad de cada una, haciendo entonces de este número del 0 al 99 su identificación individual.

M (Número de la Hoja): si cada pieza al terminar un Ciclo de Vida Útil, para cada pieza, reinicia otro y cada uno se le asignará una Hoja de Seguimiento y Control de Piezas, para cada Ciclo Nuevo, entonces se especifica con este valor del 0 al 99.

5.2. Elementos del Formulario



Campo Combinado: Selecciona de una lista de valores (Código Arbolado) el correspondiente al que se quiera realizar la operación respectiva.

Figura 8. Campo Combinado Código Arbolado .



Incluir datos de la pieza: Este Botón permite desplegar el Formulario con el mismo nombre, donde se establecerá la introducción inicial de los datos propios de cada pieza, que la hacen un elemento único en la Base de Datos.

Figura 9.



Mostrar por Sección: Permite el despliegue de el Formulario para mostrar la data acumulada en cada Sección, de cada uno de los Códigos Arbolados. Sin poder alterar la información allí mostrada.

Figura 10.



Modificar e Incluir por Sección: En el Formulario que permite desplegar este Botón se podrán realizar modificaciones a la data y de igual manera establecer la nueva información en las Secciones, cuyas actividades se realicen.

Figura 11.



Regresar a la página anterior: En todos los formularios donde se presenten estos Botones se podrá, haciendo uso de ellos, regresa a la página anterior.

Figura 12.

5.3. Modo de uso

Aquí se darán cuales deben ser los pasos para realizar satisfactoriamente la introducción de la Data en la Base de datos, iniciándose esta por la introducción de los Datos de la Pieza. Esto debe realizarse por Primera vez de acuerdo a la necesidad de establecer la existencia de la individualidad de cada pieza, para luego seguir con las instrucciones útiles para llenar los campos de las diferentes Secciones, en tanto se realicen las Actividades relativas a estos.

Figura 13. Formulario Incluir Datos de la Pieza.

5.4. Incluir por primera vez, Procedimiento.

5.4.1. Hacer “Clic” en Botón “Incluir Datos de la Pieza” del Formulario “Mostrar, Modificar e Incluir por Código y Sección”. Esto es independiente del valor que se coloque en el Campo Combinado (3.2 Fig. 8), pues aun no hay asignación del Código Arbolado. Consecuencia, se despliega el Formulario “Incluir Datos de la Pieza”.

5.4.2. En este último Formulario se debe introducir la data solicitada en los diferentes Campos.

5.4.3. Hacer “Clic” en el Botón “Incluir Nueva Matrícula”, esto despliega el Formulario de mismo nombre, donde se deberá **OBLIGATORIAMENTE**, introducir la “Matrícula” (Única) de la Pieza, quedando así integrada como un nuevo elemento de la Base de Datos.

5.4.4. Hacer “Clic” en el Botón “Salir” para regresar a la página anterior.

5.5. Modificar e Incluir por Sección, Procedimiento.

Se establece aquí la forma de introducir y modificar la data relativa a cada una de las Secciones, recordando que esta información se debe obtener de la Hoja de Seguimiento y Control de Piezas, y que es consecuencia de la ejecución de cada una de las actividades de campo y administrativas asociadas a las Secciones.

5.5.1. Seleccionar el Código Arbolado de la Lista que se Presenta en el Campo Combinado (3.2 Fig. 8), que corresponda a la pieza de la Data a ser introducida o modificada.

5.5.2. Hacer “Clic” en Botón “Modificar e Incluir por sección” del Formulario “Mostrar, Modificar e Incluir por Código y Sección”, esto permita el despliegue Ventana de selección de la Sección (Fig.14).

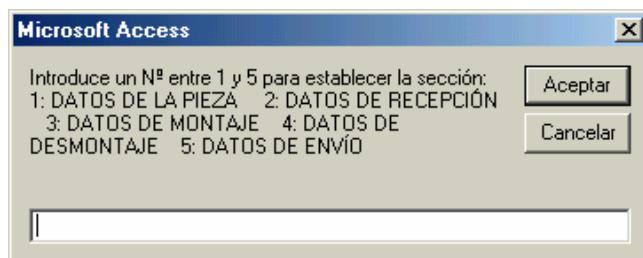


Figura 14. Ventana de selección de la Sección .

5.5.3. Colocar el Número al que corresponda la Sección, en el área destina para ello, de acuerdo a lo que se establece en la propia ventana. Luego de hacerlo hacer “Clip” en Aceptar.

5.5.4. Introducir o Modificar la Data de acuerdo al caso, en los espacios correspondientes a cada campo.

5.5.5. Hacer “Clic” en el Botón “Salir” para regresar a la página anterior.

5.6.Mostrar por Sección, Procedimiento.

En esta parte se especifica la información de datos de la pieza por Sección sin modificar e incluir la data, son datos de “sólo lectura”.

5.6.1. Seleccionar el Código Arbolado de la Lista que se Presenta en el Campo Combinado (3.2 Fig. 8), que corresponda a la pieza de la Data a ser vista.

5.6.2. Hacer “Clic” en Botón “Mostrar por Sección” del Formulario “Mostrar, Modificar e Incluir por Código y Sección”, esto permita el despliegue Ventana de selección de la Sección (Fig.14).

5.6.3. Introducir el Número al que corresponda la Sección, en el área destina para ello, de acuerdo a lo que se establece en la propia ventana. Luego de hacerlo hacer “Clip” en Aceptar.

5.6.4. Observar la Información mostrada en el Formulario.

5.6.5. Hacer “Clic” en el Botón “Salir” para regresar a la página anterior.

6. Formulario: Realizar Búsqueda de Datos

Este Formulario permite revisar toda una Data referente a un Ciclo de Vida Útil en específico, de una pieza, y se puede obtener gracias a la introducción de la Matrícula y del Código Arbolado de la Pieza. En este Formulario no se puede Modificar ni Introducir información, este es sólo lectura.

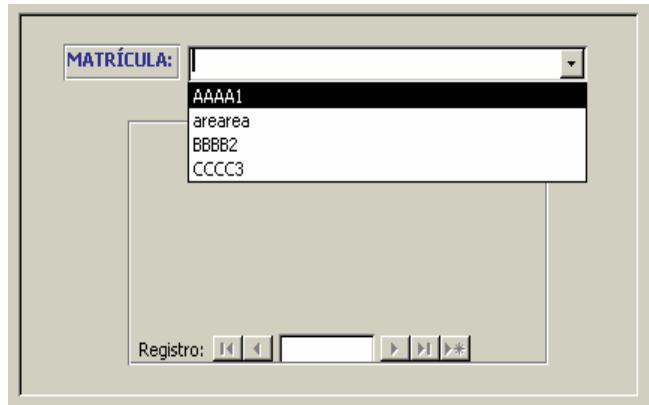
6.1. Elementos del Formulario



The screenshot shows a Windows-style application window titled 'BÚSQUEDA POR MATRÍCULA Y CÓDIGO'. In the top left corner is the PDVSA Gas logo. Below the title is a label 'MATRÍCULA:' followed by a dropdown menu. To the right of the dropdown is a large, empty rectangular box. At the bottom of the window is a 'Registro:' section with several small buttons for navigating through the results. In the bottom right corner are 'SALIR' (Exit) and a help icon.

Figura 15. Formulario de Búsqueda por Matrícula y Código.

El Formulario de Búsqueda por Matrícula y Código se presenta de manera sencilla, tal y como se puede observar en la figura adjunta (Fig.15), en ella se presenta un Campo Combinado: Matrícula.



The screenshot shows a dropdown menu for 'MATRÍCULA:' with the following options listed: 'AAAAA1', 'arearea', 'BBBB2', and 'CCCC3'. The menu is part of the same application window as Figure 15, showing the registration navigation bar at the bottom.

Figura 16. Campo Combinado : Matrícula .

Campo Combinado “Matrícula”:
Este campo muestra todas las piezas que teniendo obligatoriamente un código único, están registradas en la Base de Datos, y que tienen además un Histórico.

Sub-Formulario: al seleccionar una de las piezas de acuerdo a su Matrícula, aparecerá en el Propio Formulario, lo que se denomina el Sub-formulario de Búsqueda por Código, tal que la búsqueda que se realiza es una búsqueda combinada de dos (02) variables. Se

MATRÍCULA:	AAAAA1	<input type="button" value="▼"/>						
<table border="1"><tr><td>01_001_01_01_01</td><td><input type="button" value="E"/></td><td><input type="button" value="▲"/></td></tr><tr><td>01_001_01_01_02</td><td><input type="button" value="E"/></td><td><input type="button" value="▼"/></td></tr></table>			01_001_01_01_01	<input type="button" value="E"/>	<input type="button" value="▲"/>	01_001_01_01_02	<input type="button" value="E"/>	<input type="button" value="▼"/>
01_001_01_01_01	<input type="button" value="E"/>	<input type="button" value="▲"/>						
01_001_01_01_02	<input type="button" value="E"/>	<input type="button" value="▼"/>						
Registro:	<input type="button" value="◀"/> <input type="button" value="◀"/> <input type="button" value="1"/> <input type="button" value="▶"/> <input type="button" value="▶"/> <input type="button" value="*"/>	de 2						

Figura 17. Sub-Formulario de Búsqueda por Código.

Figura 18. Formulario de la Hoja de Seguimiento y Control .

6.2. Búsqueda de Datos, Procedimiento

6.2.1. Haga “Clic” el Botón “Búsqueda por Matrícula” en la Pestaña “Realizar Búsqueda de Datos” de el Formulario Principal, esto permitirá el despliegue del Formulario “Búsqueda por Matrícula y Código”.

6.2.2. Seleccione en el “Campo Combinado”: Matrícula, la que corresponda a la pieza.

6.2.3. Seleccione el Código correspondiente en el Sub-formulario que allí aparece.

presentarán en pantalla, los diferentes Códigos, los cuales corresponden a los diferentes Ciclos de Vida Útil de la Pieza a la cual corresponde la Matrícula.

Hoja de Seguimiento y Control de Piezas: al seleccionar cualquiera de los Códigos del Sub-formulario, aparecerá desplegado en pantalla el Formulario (sólo lectura) con toda la información correspondiente a la Pieza, con la información de cada una de las Secciones, que igualmente corresponderían a la propia HSC.

6.2.4. Observe y verifique la data en cuestión.

6.2.5. Hacer “Clic” en el Botón “Salir” para regresar a la página anterior.

7. Hoja de Seguimiento y Control de Piezas (HSC)

Esta Herramienta debe permitir registrar en tiempo real la información más relevante de las actividades de Recepción, Montaje, Desmontaje, Montaje y Envío de las piezas, de tal manera que se pueda manejar esta información finalizado cada Ciclo de Vida Útil de estas.

7.1. Elementos de la HSC

Esta Herramienta está dividida en igual número de Secciones y con iguales características que las de la Base de Datos. Los Campos de registro son exactamente iguales y al igual que en la BSC, representan la data que se define en el punto 3.12 de este Manual.

APÉNDICE 6



Puesto en práctica nuevo procedimiento de inspección

Incrementamos confiabilidad de turbinas

MARÍA DE MIRABAL

○ CABIMAS.- Mayor confiabilidad operacional y una reducción de costos del orden de los 390 millones de bolívares, asociada con el mantenimiento preventivo de las turbinas a gas, son algunos de los beneficios directos del Procedimiento de Inspección de Discos de Turbinas por la Técnica de Corrientes Inducidas.

Este fue creado por la Unidad de Ensayos no Destructivos de la Gerencia de Ingeniería de Mantenimiento en Occidente, para la detección temprana de grietas de mínimo tamaño que pueden afectar la integridad física y normal operación de las turbinas, informó Luis Bravo, supervisor de la Uni-

dad de Ensayos No Destructivos; quien junto a Harrison Ferrebus, inspector de la misma unidad, dirigió su atención a la elaboración del procedimiento.

Luis Bravo explica que los componentes de turbinas a gas son susceptibles a fallas por diversas causas: fatiga, corrosión y fluencia. Dichos componentes están diseñados para alcanzar una vida útil de 100.000 horas en servicio; sin embargo, en razón de la variabilidad de sus condiciones operacionales, se hace necesario realizar mantenimientos e inspecciones periódicas a los álabes y discos de la sección caliente, considerados componentes críticos.

En la inspección con la Técnica

de Corrientes Inducidas en Discos de Turbinas se establecen las condiciones y requerimientos para garantizar un adecuado diagnóstico, entre estas: calificación del personal inspector, una adecuada limpieza y preparación de la superficie del material a evaluar, disposición de patrones adecuados de referencia y calibración del equipo de corrientes inducidas.

Beneficios

- Incrementa la confiabilidad en las operaciones de turbinas, al descartar la presencia de defectos incipientes que puedan afectar su integridad física y normal operación.
- Contribuye a reducir costos por mantenimiento al incrementar el periodo de mantenimiento de 40 mil a 60 mil horas, y por reutilización de discos con exceso de horas.

El procedimiento forma parte del programa del VII Encuentro de Transferencia de Mejoras Operacionales, organizado por el Área de Protección y Licenciamiento de Tecnología, PDVSA Intevep.



Luis Bravo y Harrison Ferrebus explican la utilidad y ventajas del procedimiento

somos
la Energía