

**DISEÑO MODELO PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD DE JUNTAS
BRIDADAS PARA EL OLEODUCTO CENTRAL S.A.**

VICTOR HUGO GUTIERREZ LEIVA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2011

**DISEÑO MODELO PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD DE JUNTAS
BRIDADAS PARA EL OLEODUCTO CENTRAL S.A.**

VICTOR HUGO GUTIERREZ LEIVA

**Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: Carlos Humberto Nieves
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría, que ilumina mi mente, fortalece mi espíritu y guía mi vida.

A mi mamá, por su amor, enseñanza y ejemplo, ya que cada día fortifica y promueve en mí grandes valores.

A mis hermanos para que no pierdan el espíritu de ser grandes.

A Diana Blanco mi apoyo y constante motivación.

¡Gracias Señor por todo lo que me has dado y me sigues dando!

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Carlos Humberto Nieves y Carlos Vergara por sus valiosos aportes y colaboración permanente para la elaboración del presente trabajo.

Al Ingeniero Jorge Alberto Castiblanco, compañeros de trabajo y a el Oleoducto Central S.A por apoyarme en este gran proyecto de vida profesional.

Al Cuerpo Directivo, Docente y Administrativo de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento por la constante asesoría y permanente acompañamiento durante el curso del Posgrado y durante el desarrollo de la monografía.

A los Compañeros del Posgrado en Gerencia de Mantenimiento por compartir sus conocimientos y experiencias que sin duda aportaron a nuestro ejercicio profesional.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. MARCO CONTEXTUAL.....	19
1.1 RESEÑA HISTORICA OLEDUCTO CENTRAL S.A	19
1.2 OLEDUCTO CENTRAL S.A (OCENSA).....	21
1.2.1 Operaciones On-Shore.....	25
1.2.2 Operación Off-Shore	28
1.3 MISIÓN, VISIÓN Y VALORES DE OCENSA	30
1.3.1 Misión.....	30
1.3.2 Visión.....	30
1.3.3 Valores.	30
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y MAPA DE PROCESO.....	32
1.5 GESTIÓN HSE Y SISTEMA DE RESPUESTA A EMERGENCIAS.....	33
1.5.1 Salud, Seguridad Industrial Y Medio Ambiente.	33
1.5.2 Sistema de Respuesta a Emergencias – SER.	35
1.5.3 Cero Derrames Costa Adentro y Costa Afuera.	36
1.5.4 Estadísticas de Fugas por Bridas en OCENSA.....	37
1.6 INTEGRIDAD EN OCENSA, PROGRAMA DE OPERACIÓN SEGURA	38
1.6.1 Objetivos del Programa de Gestión de Integridad (PGI).	39
1.6.2 Elementos del PGI.....	41
1.6.3 Características del PGI.....	41
1.6.4 Planes del PGI.	42
1.6.5 Actividades Realizadas en el PGI.....	43
1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	44
1.8 OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	45
1.8.1 Objetivo General.	45
1.8.2 Objetivos Específicos.	46

1.8.3 Justificación.....	46
2. MARCO TEORICO.....	48
2.1 JUNTAS BRIDADAS EN OLEODUCTOS	48
2.1.1 Que es una Junta Bridada.....	48
2.1.2 Compactado de una Junta Bridada.....	49
2.1.3 Documentos Internacionales para Juntas Bridadas en Oleoductos	50
2.1.4 Bridas y tipos.....	55
2.1.5 Caras e Identificación de las Bridas.....	59
2.1.6 Tipos de Empaques y Anillos de Sello.....	62
2.1.7 Sujetadores.....	65
2.3 INTEGRIDAD DE LAS JUNTAS BRIDADAS.....	67
2.3.1 Causas Comunes de Fuga en Juntas Bridadas.....	68
2.3.2 Consecuencias por Fugas en Juntas Bridadas.....	71
2.3.3 Legislación Colombiana en Hidrocarburos.....	73
2.4 DISEÑO CONCEPTUAL DEL PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD PARA JUNTAS BRIDADAS	79
3. PROPUESTA MODELO PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD DE JUNTAS BRIDADAS (PGIJB).....	80
3.1 LIDERAZGO PARA EN EL PLAN DE GESTION DE INTEGRIDAD DE JUNTAS BRIDADAS	83
3.2 TECNOLOGÍA Y BUENAS PRÁCTICAS PARA JUNTAS BRIDADAS.....	85
3.2.1 Principios del Montaje y Desmonte de una Junta.....	88
3.2.2 Apriete Controlado de la Junta Bridada.....	91
3.2.3 Confiabilidad en Juntas Bridadas:	94
3.2.4 Prueba de Integridad.....	97
3.3 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD BASADO EN API 580.....	99
3.3.1 Clasificación de Juntas.....	100

3.3.2	Códigos de Fallas.....	102
3.3.3	Valoración de probabilidad ocurrencia en función del estado.	103
3.3.4	Clasificación de probabilidad.....	103
3.3.5	Consecuencia total residual.	104
3.3.6	Valoración del riesgo potencial en la matriz.	104
3.4	FORMACIÓN Y COMPETENCIA	108
3.4.1	Entrenamiento.	109
3.4.2	Niveles de entrenamiento.....	113
3.5	REGISTROS, GESTIÓN DE DATOS Y ETIQUETADO.....	115
3.5.1	Identificación de la Junta Bridada.....	116
3.5.2	Registros y Gestión de Datos.....	117
3.5.3	Revisión del sistema.....	119
3.6	GESTIÓN DE FUGAS	119
3.6.1	Aspectos para aplicar la metodología SEEND en Juntas bridadas.	123
3.6.2	Etapas en las que se producen las fugas.....	124
3.6.3	Acciones Correctivas en Junta Bridadas.	125
3.6.4	Detección de fugas.....	125
3.6.5	Gestión de Fugas y Reparaciones.	126
3.6.6	Aprender de las Fugas.	126
3.7	INSPECCIÓN EN SERVICIO	126
3.7.1	Evaluación del Riesgo.....	128
3.7.2	Mecanismos de degradación.....	129
3.7.3	Técnicas de Inspección.....	130
3.7.4	Medidas de Mitigación de Defectos.....	131
3.8	ANÁLISIS APRENDIZAJE Y MEJORA CONTINUA.....	133
4.	QUE SE HA IMPLEMENTADO EN OCENSA EN EL PGIJB	135
4.1	ESTÁNDAR, INSTRUCTIVOS Y FORMATOS.....	135

4.1.1 Estándar ajuste de uniones bridadas.	135
4.1.2 Instructivos para el ajuste de uniones bridadas.....	137
4.1.3 Formatos para ajuste de uniones bridadas.	144
4.2 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	148
4.2.1 Capacitación y entrenamiento de ajuste de bridas en tierra.....	148
4.2.2 Capacitación y entrenamiento de ajuste de bridas submarinas.	149
4.3 ACTIVIDADES EJECUTADAS EN CUSIANA	150
4.3.1 Inventario de juntas bridadas de la estación Cusiana	150
4.3.2 Identificación e instalación de placa en las juntas bridadas.	150
4.3.3 Inspección en servicio y evaluación de criticidad.	152
4.3.4 Campañas de Prevención entre las áreas de Integridad y Protección Ambiental.	153
5. CONCLUSIONES	155
BIBLIOGRAFÍA.....	157

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Capacidad de Diseño y Nominal del Oleoducto Central S.A.....	26
Tabla 2. Estadísticas de fugas por bridas 2007 a 2010 OCENSA	38
Tabla 3. Cantidad de juntas bridadas instaladas en OCENSA	47
Tabla 4. Temas claves para la inspección en servicio.	127
Tabla 5. Inventario de Juntas Bridadas estación Cusiana	150
Tabla 6. Inventario de Falla en Bridas estación Cusiana	153
Tabla 7. Inventario de Fallas en espárragos estación Cusiana	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Composición accionaria de OCENSA a Junio 2011	20
Figura 2. Trazado del Oleoducto Central S.A en Colombia	22
Figura 3. Segmentos del Oleoducto Central S.A	26
Figura 4. Cargue de un buque con la TLU 2 en Coveñas	29
Figura 5. Exportación de crudo en Colombia por OCENSA.....	29
Figura 6. Estructura Organizacional de OCENSA.....	32
Figura 7. Mapa general de Proceso OCENSA.....	33
Figura 8. Fuga Brida 20x900 Julio del 2011 Estación Cusiana.....	38
Figura 9. Normas de integridad en la industria en estaciones o plantas.....	40
Figura 10. Junta Bridada y sus partes	48
Figura 11. Principio de funcionamiento de una junta bridada	49
Figura 12. Tipos de bridas	59
Figura 13. Tipos de caras de bridas.....	61
Figura 14. Identificación de una brida según ASME B 16.5.....	62
Figura 15. Empaque o junta semi-metalica tipo espiral	64
Figura 16. Identificación de una junta / Anillo tipo ring joint octagonal.....	64
Figura 17. Estampado de pernos y tuercas	66
Figura 18. Espárragos o pernos y tuercas	66
Figura 19. Costos visibles Vs Costos invisibles por fugas	68
Figura 20. Estadística en donde se presentan las fugas en bridas.....	69
Figura 21. Propuesta Modelo PGIJB	83
Figura 22. Tolerancia de Alineación en las juntas Bridadas	90
Figura 23. Consecutivo de apriete en juntas bridadas.	92
Figura 24. Uso de herramienta de torque múltiple	93
Figura 25. Elementos que garantizan una unión confiable	94
Figura 26. Consecuencia total residual Vs Probabilidad.....	105
Figura 27. Ejemplo de riesgo potencial.....	105
Figura 28. Matriz de riesgo potencial propuesta para juntas bridadas.....	107

Figura 29. Aspectos en el ciclo de vida de una junta bridada	109
Figura 30. Placa propuesta para identificación de juntas bridadas	116
Figura 31. Mapa de alcance del SEEND	121
Figura 32. Ciclo que se cumple en el SEEND	122
Figura 33. Consecuencias por corrosión en sujetadores	129
Figura 34. Consecuencias por corrosión en bridas.....	129
Figura 35. Imagen grafica de ultrasonido en sujetadores	131
Figura 36. Mejora continua Enfoque sistémico	134
Figura 37. Portada del Estándar Ajuste de Uniones Bridadas	136
Figura 38. Contenido del Estándar Ajuste de Uniones Bridadas	137
Figura 39. Portada del Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas en Tierra	138
Figura 40. Contenido del Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas en Tierra	139
Figura 41. Definición de Materiales para Juntas Bridadas.....	139
Figura 42. Tabla de Torque Definidas.....	140
Figura 43. Cantidad y diámetro de espárragos (Ref. ASME B16.5 y B16.47)	141
Figura 44. Tabla Tamaños de tuercas y copas	141
Figura 45. Portada del Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas Submarina.....	142
Figura 46. Contenido Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas Submarina.....	143
Figura 47. Equipos y Componentes definidos	143
Figura 48. Formato Planificación para ensamble y ajuste de uniones	144
Figura 49. Formato Control y aseguramiento en el ajuste de uniones.....	145
Figura 50. Formato Lista de Chequeo en el ajuste de uniones.....	146
Figura 51. Formato Evaluación de desempeño en el ajuste de uniones.....	147
Figura 52. Registro Fotográfico Capacitación Tunja	148
Figura 53. Registro Fotográfico Equipos Utilizados en Capacitación.....	149
Figura 54. Registro Fotográfico Capacitación Coveñas	149
Figura 55. Registro Fotográfico 1 Instalación de Placas en Juntas	151
Figura 56. Registro Fotográfico 2 Instalación de Placas en Juntas	151
Figura 57. Registro Fotográfico3 Instalación de Placas en Juntas	152
Figura 58. Grafico evaluación de criticidad Juntas Cusiana	152

Figura 59 Soporte Campañas Ni Gota de Derrames154

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO MODELO PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD DE JUNTAS BRIDADAS PARA EL OLEODUCTO CENTRAL S.A.*

AUTOR: VICTOR HUGO GUTIERREZ LEIVA**.

PALABRAS CLAVES: Gestión de integridad, Evaluación de criticidad, Inspección basada en Riesgo, Tecnología y buenas prácticas para torque, Formación y competencias, Gestión de datos, Infraestructura de transporte hidrocarburos.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: El Oleoducto Central S.A es una compañía colombiana de economía mixta, que transporta petróleo a través de su sistema de oleoducto entre los campos de Cusiana y Cupiagua, en Casanare, hasta el puerto de exportación en Coveñas. Basa la seguridad de su operación en exigentes normas que rigen la industria norteamericana y ofrece a sus clientes un servicio de clase mundial, flexible, eficiente y con excelencia operacional.

Esta monografía presenta una propuesta del desarrollo de un plan de gestión de integridad de juntas bridadas el cual contempla los elementos de Liderazgo, Tecnología y buenas prácticas, Evaluación de la criticidad, Formación y Competencia, Registros, Gestión de datos y etiquetado, Inspección en servicio, Gestión de Fugas e Indicadores, Análisis, Aprendizaje y Mejora que deben aplicarse y poder asegurar que el sistema está implementado y sigue siendo eficaz. Basado en las Directrices para la gestión de la integridad de las uniones atornilladas para los sistemas de presión 2^a edición.

Una junta bridada es uno de los muchos componentes críticos de un sistema presurizado. Depende de los contenidos y la presión del sistema, la fuga o el fracaso de un apernado de junta puede tener consecuencias potencialmente catastróficas. Frente a este reto, todos los involucrados que trabajan en sistemas presurizados deben contar con un sistema de forma positiva y gestionar activamente la integridad de las juntas bridadas.

La propuesta modelo de este documento busca definir las mejores prácticas hacer aplicadas en el Oleoducto Central S.A en las juntas bridadas y poder garantizar la integridad de estas. A su vez no pretende ser una guía de diseño para juntas bridadas, sino un plan del cómo manejar las juntas bridadas durante la construcción, puesta en marcha y a través de su vida.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Carlos Humberto Nieves, Ingeniero Mecánico.

SUMMARY

TITLE: MODEL DESIGN INTEGRITY MANAGEMENT PLAN OF FLANGED JOINTS FOR THE OLEODUCTO CENTRAL S.A.*

AUTHOR: VICTOR HUGO GUTIERREZ LEIVA**

KEY WORDS: Integrity Management, Evaluation of criticality, inspection based in risk, technology and best practices for torque, Training and competences, Data Management, Oil transport infrastructure.

CONTENT DESCRIPTION: Oleoducto Central S.A is a Colombian mixed economy company, which transports oil through its pipeline system between the fields of Cusiana and Cupiagua, in Casanare, to the export port in Coveñas. Bases its operation safety that govern the U.S. industry and offers its customers a world-class service, flexible, efficient and operational excellence.

This monograph presents a proposal for developing a integrity management plan of flanged joints which includes the elements of leadership, technology and best practices, Criticality Assessment, Training and Competition, Registers, Data Management and labeling, In-service inspection, Leak Management and Indicators, Analysis, and Improvement Learning to be implemented and to ensure that the system is implemented and remains effective; based on Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressure systems, second edition.

A flanged joint is one of many critical components of a pressurized system. It depends on the content and system pressure, leakage or failure of a bolted joint can have potentially catastrophic consequences. Faced with this challenge, all involved working at pressurized systems must have a positively system and actively manage the integrity of flanged joints.

The proposed model, this paper seeks to define best practices applied at Oleoducto Central S.A flanged joints and to ensure the integrity of these. At the same time not intended as a guide flanged joint design, but a plan of how to manage meetings Flanged during construction, commissioning and through life.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Carlos Humberto Nieves, Mechanical engineer.

INTRODUCCIÓN

El oleoducto Central S.A “OCENSA” ha estado operando durante quince años. Para el desarrollo de esta operación, Ocesa ha trabajado de manera proactiva en mantener y asegurar la integridad de todas las instalaciones, y ha aplicado para ello estrictos programas de mantenimiento y controles de calidad. Su objetivo ha sido asegurar una operación confiable y libre de incidentes. Esta compañía adopta las normas técnicas ASME del American Society of Mechanical Engineer (Sociedad Americana de Ingeniería Mecánica) y las regulaciones gubernamentales NEB del National Energy Board de Canadá y el DOT¹ del Departamento de Transporte de Estados Unidos de Norteamérica, las cuales regulan la operación de transporte de hidrocarburos.

Para lograr esto tiene como objetivos prevenir fugas de crudo o rupturas en el oleoducto que puedan afectar a la comunidad, a los empleados de la compañía o al medio ambiente, Operar el oleoducto de forma segura, confiable y eficiente, Mantener un buen manejo de integridad del oleoducto en la compañía, permitiendo optimizar los recursos de los programas de mitigación y asegurar la eficiencia, Minimizar los daños e imprevistos no planeados, manteniendo los activos de la compañía en las condiciones operacionales especificadas, Cumplir con las normas y regulaciones nacionales e internacionales establecidas para la integridad de oleoductos, tomando en consideración el cumplimiento de las leyes colombianas en cuanto a operación y protección del medio ambiente, Realizar planes de control y mitigación, estableciendo de forma adecuada monitoreos, recolección de datos y análisis de resultados de las diferentes inspecciones y acciones proactivas de remediación, preventivas y correctivas.

¹ DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (USA). Code of Federal Regulations, Part 192. Washington: National Archives and Records Administration, 2004.

La propuesta del DISEÑO MODELO PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD DE JUNTAS BRIDADAS PARA EL OLEODUCTO CENTRAL S.A., surge como respuesta a la necesidad de asegurar la integridad de las juntas bridadas, además de obtener beneficios económicos por la prevención de fugas, reducir la incidencia de fugas de hidrocarburos en instalaciones de transporte de fluidos y evitar paradas no programadas en el Oleoducto.

Administrar la integridad de un sistema de Oleoducto es el objetivo principal de cualquier operador. Los operadores desean continuar transportando el crudo a sus clientes de una forma segura y confiable sin efectos adversos sobre los empleados, el público, los clientes o el ambiente. La operación sin incidentes ha sido y continúa siendo el mayor objetivo de la industria de Oleoductos.

Este trabajo permite contemplar de una manera clara y concisa los procedimientos para la recolección e integración de la información referente a las amenazas que afectan la integridad de las juntas bridadas del Oleoducto acordes con el diseño, operación y mantenimiento de los sistemas de tubería de transporte de hidrocarburos y basados en Normas Técnicas Internacionales, que le dan sustento y gran utilidad para su aplicación en los diferentes Oleoductos de Colombia y en especial para aquellas compañías operadoras que aún no poseen un plan definido.

1. MARCO CONTEXTUAL

1.1 RESEÑA HISTORICA OLEODUCTO CENTRAL S.A

Con el descubrimiento de los yacimientos en Cusiana y Cupiagua en el pie de monte llanero, en 1991 y 1993, respectivamente, Colombia pudo prolongar su autosuficiencia petrolera. En ese entonces solo existía un oleoducto propiedad de Ecopetrol, que podía ser utilizado para transportar el crudo de estos campos. Sin embargo, su capacidad no era suficiente para atender la totalidad de la producción que se esperaba, por lo que los dueños de los campos –Ecopetrol, Triton Colombia Inc., BP Colombia Pipeline Ltd. y Total Pipeline Colombie S.A.– y dos empresas canadienses expertas en el transporte de hidrocarburos –IPL Enterprises (Colombia) Inc. y TCPL (Bermuda) Ltd.– crearon, el 14 de diciembre de 1994, una compañía colombiana de economía mixta, llamada Oleoducto Central S.A. (Ocensa), con el objeto de diseñar, construir, operar, administrar y explorar comercialmente un sistema de transporte de petróleo, un activo estratégico para los planes de expansión de la industria y del país².

En el año 1995 inicia sus operaciones y transporto 185.000 barriles día y para finales de 1997 llego a transportar 500.000 barriles día de Crudo Cusiana y Cupiagua; ya en 1998 entró en total funcionamiento, el oleoducto más grande del país. En el 2005 SGS certificó su sistema bajo la Norma OHSAS 18001 de 2007 e ISO 14001 de 2004.

A partir del año 2006, Ocensa se establece como transportador capaz de manejar crudos de diferentes calidades, mediante modificaciones a su sistema y ajustes a su operación.

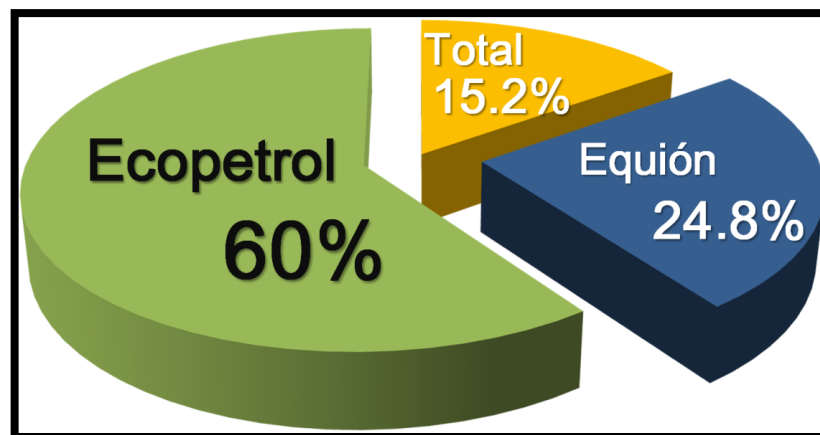
² OCENSA. Reporte de Sostenibilidad 2010. Bogotá, Abril de 2011.

Para el año 2008 los campos de castilla y rubiales vuelven a ser rentables gracias al alza que tienen los precios del crudo. OCENSA se preparo para recibir en la estación el Porvenir el aumento de la producción entre 120.000 y 270.000 barriles diarios de crudo pesado provenientes de los campos de Apiay.

Desde su creación, Ocesa ha sido responsable del transporte de gran parte del petróleo que produce el país, como en 2010 que transporto el 58% del crudo producido en el país (458.000 Barriles día), en comparación con el 45% transportado en 2009 (302.700 Barriles día), y el 43% en 2008 (253.000 Barriles día)³.

Durante el 2010, Ocesa trabajó para convertirse en la mejor opción logística para la industria de hidrocarburos, manteniendo durante todo el año su cuota frente al incremento de los volúmenes. Y para comienzos del 2011 se propuso y logró aumentar su capacidad de transporte a 560.000 barriles de crudo diario.

Figura 1. Composición accionaria de OCENSA a Junio 2011



Fuente: Área financiera OCENSA.

³ OCENSA. Reporte de Sostenibilidad 2010. Bogotá, Abril de 2011.

1.2 OLEDUCTO CENTRAL S.A (OCENSA)

Un Oleoducto es el medio más seguro y eficiente para transportar hidrocarburos. Consiste en un conjunto de estaciones de bombeo con todos los equipos, tanques de almacenamiento y subsistemas que las conforman, y una línea que se utiliza para distribuir los productos que transporta desde los yacimientos hasta los centros de refinación o hacia los puertos marítimos, para exportación. La capacidad de transporte de un oleoducto está dada, entre otras características, por el diámetro de su tubería, la topografía que atraviesa, el tipo(s) de producto(s) que se va(n) a transportar y la potencia de bombeo instalado en las estaciones.

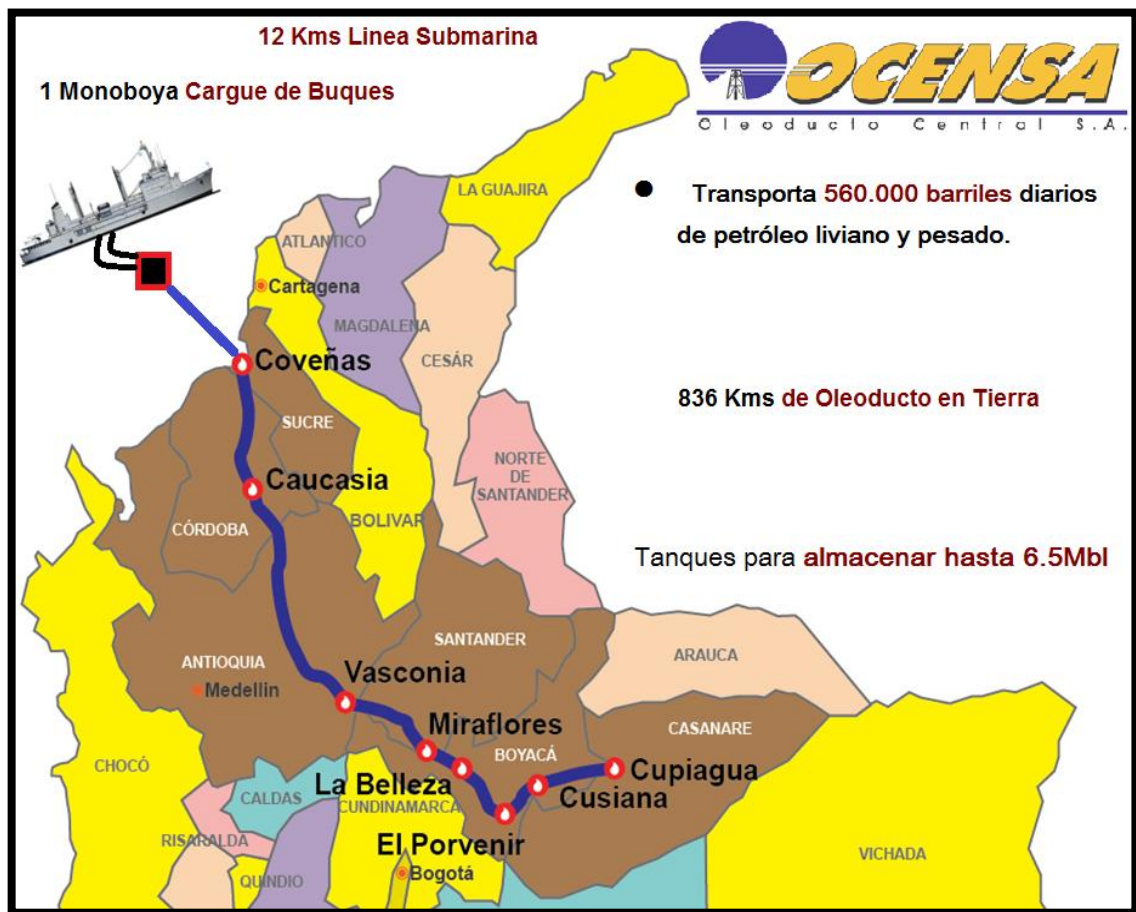
Ocensa es una compañía colombiana de economía mixta, que transporta petróleo a través de su sistema de oleoducto entre los campos de Cusiana y Cupiagua, en Casanare, hasta el puerto de exportación en Coveñas. Basa la seguridad de su operación en exigentes normas que rigen la industria norteamericana y ofrece a sus clientes un servicio de clase mundial, flexible, eficiente y con excelencia operacional. A finales del 2010 fue el mayor transportador de hidrocarburos del país y un enlace vital con los mercados internacionales.

Está abierta a brindar soluciones a la inversión petrolera y al país, pues utiliza su infraestructura de transporte para ofrecer alternativas innovadoras a sus clientes y para responder a la demanda del país y al desafío que representa el transporte de crudos pesados; además, es un activo estratégico para la nación, pues su operación genera importantes beneficios y recursos para la inversión social en los entes territoriales por los cuales atraviesa.

OCENSA se extiende a lo largo del país, desde los campos de producción de Cusiana y Cupiagua hasta el terminal marítimo de Coveñas. Las siete estaciones, Cusiana, Cupiagua, Porvenir, Miraflores, La Belleza, Vasconia y Coveñas, le imprimen energía al crudo para que pueda superar las grandes alturas que

alcanza al atravesar las cordilleras colombianas, o le restan energía para que cuando descienda sea seguro para la tubería. En su recorrido atraviesa 45 municipios, de los departamentos de Casanare, Boyacá, Santander, Antioquia, Córdoba y Sucre. Su trazado lo convierten en uno de los activos más significativos para los planes de expansión del sector de hidrocarburos de Colombia, pues en él confluyen importantes oleoductos que transportan los crudos del Alto Magdalena, los Llanos Orientales y el departamento del Meta.

Figura 2. Trazado del Oleoducto Central S.A en Colombia



Fuente: Área de transporte OCENSA

Las estaciones del Oleoducto central S.A son:⁴

Estación Cupiagua: Se encuentra ubicada a 300 msnm, en el área de influencia de la estación Cupiagua se encuentra ubicada en la vereda Unete, jurisdicción del municipio de Aguazul, al Occidente del departamento de Casanare, sector de Piedemonte llanero cordillera oriental. Esta estación recibe, almacena, mide, y despacha crudo Cupiagua.

Estación Cusiana: Se encuentra ubicada a 408 msnm en el área de cobertura de la estación compromete terrenos, ubicados en la vereda El Aceite del municipio de Tauramena, Departamento de Casanare, dista de la Cabecera Municipal de Tauramena 7,5 km y 5 km a la carretera marginal del llano. La Estación se encuentra aproximadamente a unos 408 msnm. Esta estación recibe, mide, almacena y despacha crudo Cupiagua, Cusiana y rubiales NOTA: Esta es la única estación que hace el proceso de separación.

Estación El Porvenir: Se encuentra ubicada a 1137 msnm en el área de cobertura de la Planta compromete terrenos, ubicados en la vereda El Porvenir, la cuarenta y Piñalera, jurisdicción del municipio de Monterrey, al suroeste del departamento de Casanare. Esta estación recibe, mide, almacena y despacha crudo Cupiagua, Cusiana, Floreña, Apiay, Araguaney, Mani, Castilla y Rubiales. A su vez despacha Livianos (Cupiagua, Cusiana, Floreña), Mezcla (Araguaney, Mani, Apiay) y (Rubiales y Castilla).

Estación Miraflores: Se encuentra ubicada a 1785 msnm en la vereda “El Guamal” jurisdicción del Municipio de Miraflores, al sur oriente del departamento de Boyacá. Esta estación recibe y despacha bombeando crudos provenientes del porvenir.

⁴ Manuales de Operaciones de las estaciones de OCENSA

Estación La Belleza: Se encuentra ubicada a 1970 msnm en la vereda Caracol, jurisdicción del municipio de Florián, al sur del departamento de Santander, a una distancia de 4,5 Km. al sur del casco urbano del municipio de La Belleza, en la vía que conduce a la población de Florián, cuyas coordenadas aproximadas son 1.137500 N y 1.012.400 E. Esta estación recibe, controla y reduce presión y despacha sin bombeo crudos provenientes del Miraflores.

Estación Vasconia: Se encuentra ubicada a 150 msnm, sobre la vía Troncal del Magdalena Media, 17 kilómetros al norte del casco urbano del municipio de Puerto Boyacá, al occidente del departamento de Boyacá, sobre la margen derecha del Río Magdalena en una extensión de 41 hectáreas. Esta estación recibe, entrega y despacha bombeando crudos provenientes de la Belleza.

Estación Caucasia: Se encuentra ubicada a 67.47 msnm en la vereda Man, del municipio de Caucasia, al norte del departamento de Antioquia, la vía de acceso a la estación parte de la troncal del occidente que une el municipio de Caucasia con Medellín y los departamentos de la Costa Atlántica. Esta estación recibe, y despacha bombeando crudos provenientes de Vasconia.

Terminal Coveñas: Se encuentra ubicado a 10 msnm y está localizado en el caserío El Porvenir, en los límites entre los municipios de Coveñas en el departamento de Sucre y San Antero en el departamento de Córdoba, en el golfo de Morrosquillo. Esta estación recibe, mide, almacena y despacha crudos provenientes de Vasconia. A su vez esta bombea hacia la TLU 2.

Esta compañía se ha convertido en una empresa estratégica para el transporte de hidrocarburos en Colombia. Su labor no sólo se destaca por ser segura, limpia y eficiente, sino también por su compromiso con las comunidades, por la protección del medio ambiente, la promoción de los derechos humanos en todas sus operaciones y la permanente preocupación por el bienestar de sus empleados.

La experiencia alcanzada en los años que lleva operando y su trazado estratégico convierten a Ocesa en uno de los activos más significativos de todo el sistema de transporte de crudos en el país y un apoyo importante a los planes de expansión del sector.

La aplicación y cumplimiento de estos estándares y regulaciones es auditado por firmas reconocidas internacionalmente, las cuales han destacado a la Compañía como un operador prudente y diligente.

Gracias a los altos estándares que enmarcan su operación, las prácticas del sistema de Oleoducto Central pueden ser comparadas con las de los mejores operadores de oleoductos internacionales.

Su gran potencial puede ser aprovechado por muchos de los actores del negocio de hidrocarburos, especialmente si se observa el desarrollo y la dinámica que se van dando en los Llanos Orientales y el Meta con el tema de crudos pesados.

1.2.1 Operaciones On-Shore. Se realizan con las siete estaciones de bombeo, 830 km de tubería, una base para la coordinación de las actividades de mantenimiento, tanques para almacenar hasta cinco millones de barriles y un centro de control. Para realizar la operación de transporte, el sistema cuenta con un esquema de comunicación que le permite tener control total de la misma, a través de instrumentos localizados a lo largo de la tubería y en las estaciones, que permiten controlar la disponibilidad de inventarios, la localización del crudo transportado y verificar el cumplimiento de compromisos⁵.

El Oleoducto está dividido por segmentos y tiene diferentes longitudes y capacidades como se muestra en la figura 3 y tabla 1 de la Pagina 26.

⁵ Manuales de Operaciones de las estaciones de OCENSA

Figura 3. Segmentos del Oleoducto Central S.A

Segmento 0: Cupiagua- Cusiana	Longitud de la línea= 39 km
	Diámetro de la línea = 16"
Segmento 1: Cusiana-El porvenir	Longitud de la línea = 33 km
	Diámetro de Línea = 30"
Segmento 2: El porvenir - Vasconia Tramo El porvenir - Miraflores Tramo Miraflores - La belleza Tramo La belleza - Vasconia	Longitud de la línea = 287 km
	Diámetro de Línea = 30"
	Diámetro de Línea = 36"
	Diámetro de Línea 30"
Segmento 3: Vasconia - Coveñas	Longitud de la línea = 477 km
	Diámetro de Línea 30"

Fuente: Área de transporte OCENSA

Tabla 1. Capacidad de Diseño y Nominal del Oleoducto Central S.A

Capacidad	Segmento 1 (BPD)	Segmento 2 (BPD)	Segmento 3 (BPD)
Diseño	556.000 (*)	556.000 (*)	326.500 (*)
	556,000 (**)	406,415 (**)	250,900 (**)
Nominal	556,000	406,415	250,900
(*) Capacidad de Diseño calculada con base en la canasta de Petróleos de 1995.			
(**) Capacidad de Diseño calculada con base en la canasta de Petróleos actual.			
(BPD) Barriles por día.			

Fuente: Área de transporte OCENSA

Ocensa adopta las normas técnicas ASME del American Society of Mechanical Engineer (Sociedad Americana de Ingeniería Mecánica) y las regulaciones gubernamentales NEB del National Energy Board de Canadá y el DOT del Departamento de Transporte de Estados Unidos de Norteamérica, las cuales

regulan la operación de transporte de hidrocarburos a través de oleoductos de esos dos países.

Los principales procesos principales en on-shore son:

- **Recibo:** Todas las estaciones reciben crudo algunas de la misma línea del Oleoducto y otras de otros Oleoductos. Los crudos más significativos que recibe el Oleoducto son:
 - ✓ En Cusiana: Cupiagua y Cusiana
 - ✓ En Porvenir: Floreña, Apiay, Araguaney, Mani, Castilla y Rubiales.
- **Medición de crudo:** Todo el crudo que recibe OCENSA debe ser medido ya que desde que se recibe se convierte en una transferencia en custodia. Estas medidas son realizadas por unidades de medición dinámica las cuales deben certificadas.
- **Almacenamiento de crudo:** Los crudos Cupiagua, Cusiana, Floreña son crudos livianos y se deben almacenar independientes ya que son los más importantes para los procesos de refinería en Colombia y tienen grados API entre 45 y 48. Los otros crudos se consideran pesados y se agrupan o almacenan según su grado API, entre 18 y 20 llamados Castilla (Rubiales y Castilla), entre 21 y 28 llamado Mezcla (Araguaney, Mani, Apiay). Estos crudos se almacenan en tanque que opilan en tamaños entre 50.000 y 420.000 barriles.
- **Despacho de crudo:** Los despachos de crudo de cada estación se realizan con equipos de bombeo los cuales llevan la operación a una presión entre 600 y 1800 PSI con caudales de hasta 25.000 barriles por hora. El transporte de crudo se realiza en forma de baches de Crudos de acuerdo al

programa de bombeo planeado (Cupiagua, Cusiana, Floreña, Castilla y Mezcla).

- **Entrega de Crudo:** Del total que transporta el Oleoducto Central S.A en la estación Vasconia entrega aproximadamente ente el 30% y 40% para el Oleoducto de Colombia y Refinería de Barrancabermeja. El Otro crudo restante se transporta hasta el terminal Coveñas.

1.2.2 Operación Off-Shore⁶. El Terminal marítimo de OCENSA en Coveñas TLU2, se encuentra ubicado en el Golfo de Morrosquillo, en los límites de los departamentos de Sucre (Coveñas) y Córdoba (San Antero), en la costa norte de Colombia, a una distancia de aproximadamente 12.3Km costa afuera.

Allí los crudos son almacenados y cargados en buques tanques a través de una línea submarina y la unidad de cargue (TLU). La unidad de cargue (TLU2) puede atender buques tanques hasta de 160.000 toneladas de peso muerto y 17,3 metros de calado máximo, a una velocidad de 60.000 barriles por hora, como se muestra en la figura de la Pagina 29. Estos crudos son exportados a diferentes países como se muestra en la figura 5 de la Pagina 29.

Esta labor es monitoreada desde los cuartos de control del buque tanque y de Ocesa en tierra, y buzos especializados realizan inspecciones periódicas durante toda la operación de cargue, con el fin de asegurar la integridad del sistema. Una vez finaliza esta operación, un inspector independiente certifica la calidad y cantidad de los crudos entregados por Ocesa. Las mediciones se realizan siguiendo estándares del American Society for Testing and Materials (ASTM) y el American Petroleum Institute (API).

⁶ OCENSA. OCENSA. Reporte de Sostenibilidad 2010. Bogotá, Abril de 2011.

Figura 4. Cargue de un buque con la TLU 2 en Coveñas



Fuente: Coordinación de O&M estación Coveñas

Figura 5. Exportación de crudo en Colombia por OCENSA



Fuente: Coordinación de O&M estación Coveñas

1.3 MISIÓN, VISIÓN Y VALORES DE OCENSA

1.3.1 Misión. Ocesa será el transportador de hidrocarburos preferido en Colombia, creando valor a sus socios al dar un servicio de clase mundial en transporte y otros servicios relacionados. A su vez cumplirá con los objetivos estratégicos de:

- Transportar y entregar toda la producción de crudo de sus clientes, siendo flexible, direccionada a sus necesidades, y demostrando su experiencia y proactividad para brindar soluciones de transporte.
- Aplicar los estándares con los cuales está comprometida, para alcanzar la máxima eficiencia en costos.
- Garantizar la sostenibilidad a largo plazo, buscando la rentabilidad a través de una operación prudente, ética y socialmente responsable, que incorpore las mejores prácticas para lograr la excelencia operacional y que fomente la capacidad de liderazgo para la innovación y el cambio.

1.3.2 Visión. Compañía transportadora de hidrocarburos de clase mundial, íntimamente relacionada con el mercado internacional del petróleo colombiano. Independiente y abierta a nuevos negocios. Incentivo adicional para inversiones petroleras en Colombia. Negocio valioso para sus accionistas.

1.3.3 Valores. Los valores de la compañía OCENSA son:

- **Legalidad:** este valor recoge la atención y observancia de las normas vigentes y aplicables.
- **Transparencia:** los comportamientos de los trabajadores de Ocesa deben estar orientados a soportar su evaluación, observación y vigilancia, a fin de que se garanticen actuaciones acordes con los intereses de la compañía.
- **Objetividad:** las decisiones, comportamientos y actuaciones de los empleados y contratistas de Ocesa deben estar orientados por una visión

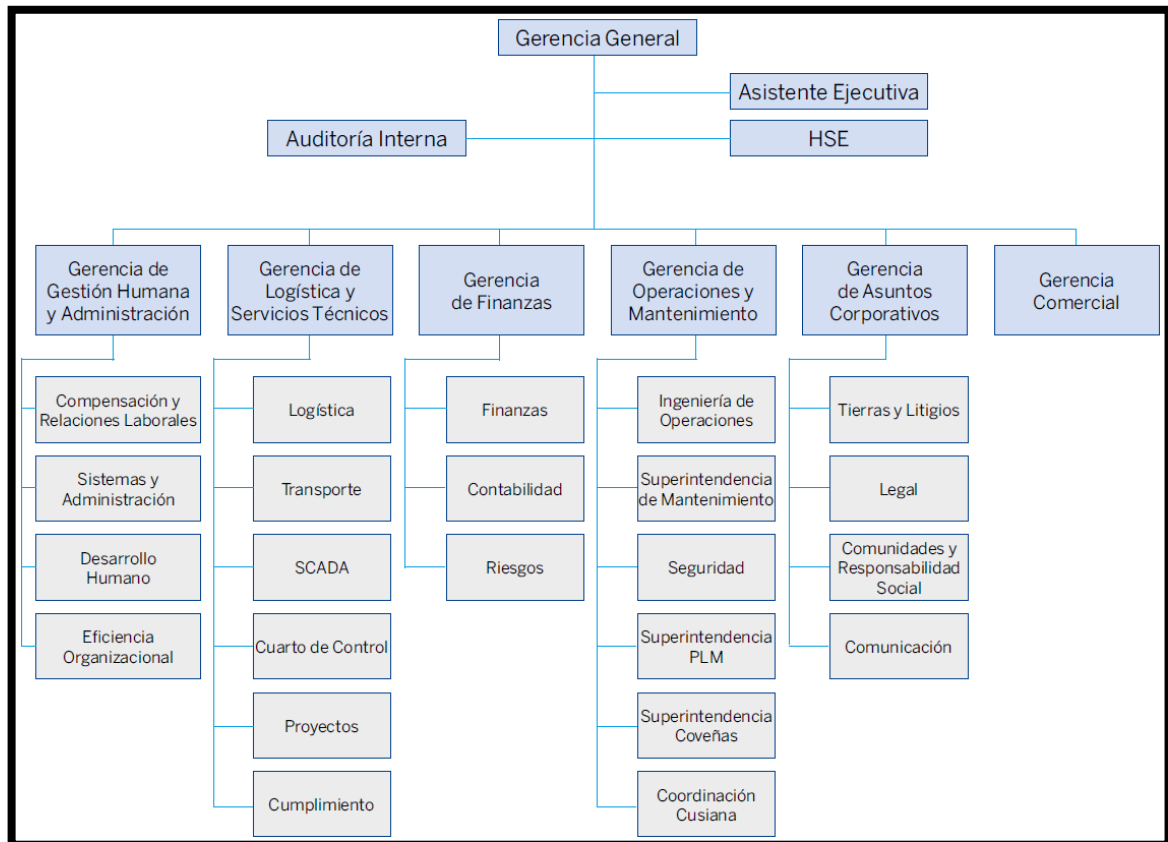
clara, acorde y alineada con los intereses de la compañía, por encima de los particulares que pudieren resultar.

- **Liderazgo:** la búsqueda del mejoramiento personal y de la empresa habrá de delimitar el cumplimiento de las labores y obligaciones, con visión de liderazgo y abanderamiento en todas las funciones cumplidas por sus destinatarios.
- **Respeto:** la aceptación de las diferencias y la convicción de que la razón ha de superar la fuerza, nos dan las bases para considerar que no existe motivo para admitir la agresión a las personas en su integridad, incluidas sus ideas. El respeto se constituye en el eje fundamental de las relaciones a todo nivel y en toda actividad, y su observancia, en un principio esencial de procedimiento personal.
- **Responsabilidad:** la ejecución consciente de nuestras funciones, labores y actividades lleva implícita la asunción de las consecuencias que de ellas resulten. Entender en la cotidiana labor y desempeño, tanto en lo personal como en lo laboral, la trascendencia que tiene nuestro actuar, y asumir directamente tales hechos, con sentido crítico y de mejoramiento permanente, resulta esencial a nuestra labor al servicio de Ocesa.
- **Integridad:** la capacidad de actuar con una línea definida, manteniendo siempre un compromiso con dichos criterios, aun a pesar de que la decisión o resolución que debamos tomar sea adversa a nuestros intereses o los de nuestros amigos o familiares, constituye la visión de integridad deseada por Ocesa y esperada de sus funcionarios.

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y MAPA DE PROCESO

La estructura Organizacional del Oleoducto Central S.A se muestra en la Figura 6.

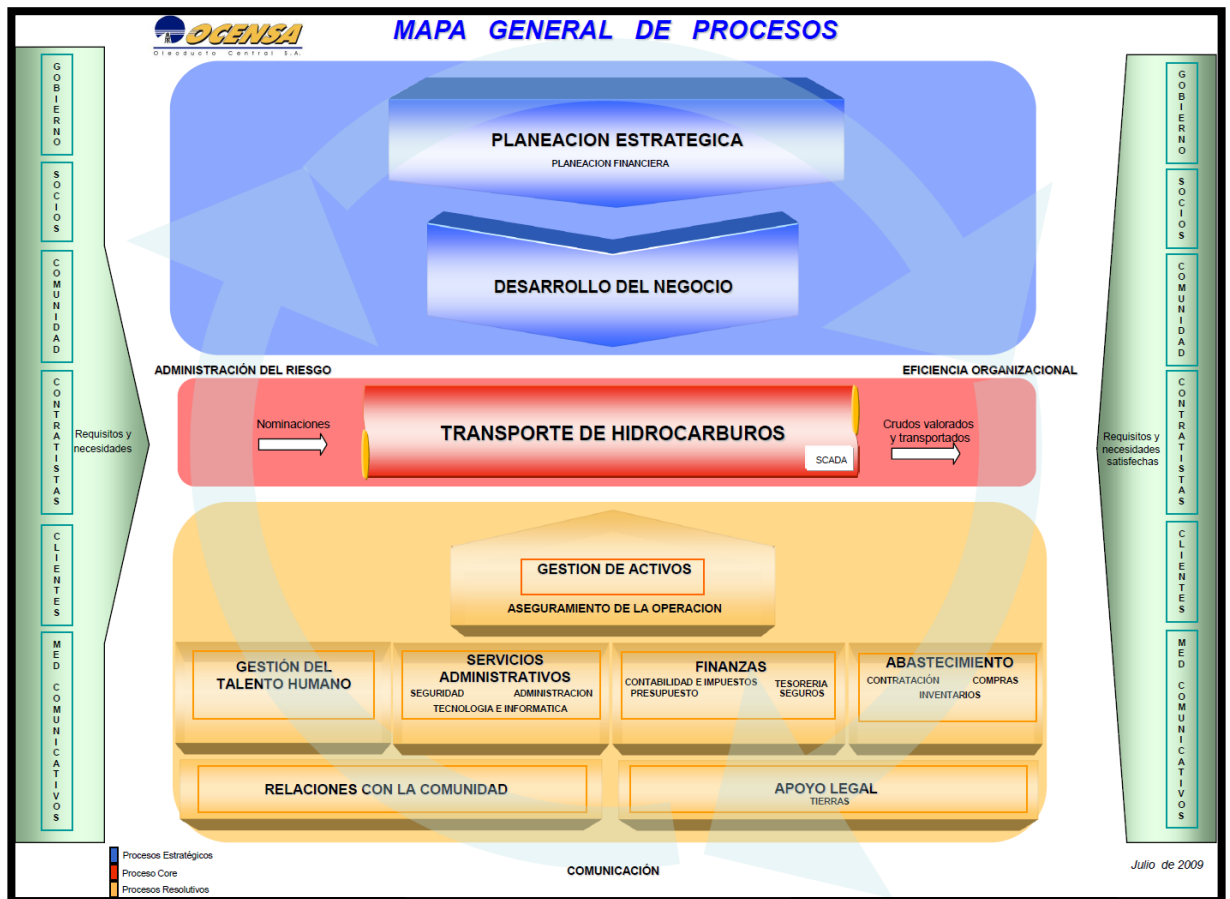
Figura 6. Estructura Organizacional de OCENSA



Fuente: Reporte de sostenibilidad 2010 OCENSA

Ocensa cree que la fuente estratégica de mayor valor es su gente; es con los empleados y a través de ellos que se logran los resultados de la compañía. Por esta razón, la gestión del talento humano se ha orientado en tres perspectivas, tendientes a que este recurso apoye la implementación de las estrategias del negocio y el cumplimiento de sus objetivos: gente motivada, gente competente y empresa efectiva. El resultado de la interacción de estas perspectivas busca la transformación de la cultura organizacional.

Figura 7. Mapa general de Proceso OCENSA



Fuente: Área de procesos de OCENSA

1.5 GESTIÓN HSE Y SISTEMA DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

1.5.1 Salud, Seguridad Industrial Y Medio Ambiente. Respondiendo a los principios que la orientan, de protección de la vida, la integridad de las personas y el medio ambiente, desde su concepción (diseño) Ocesa se ha caracterizado por adelantar la operación y mantenimiento del oleoducto utilizando las prácticas propias de un operador prudente, internacionalmente reconocidas. En el desarrollo de la política corporativa de HSE, Ocesa estructuró los procesos de identificación y control de riesgos e impactos de sus actividades, así como la preparación para

respuesta a emergencias, utilizando los lineamientos de los sistemas de gestión y aplicando las normas OHSAS 18001 e ISO 14001, en las cuales está certificada desde el año 2005. Según las auditorías de seguimiento realizadas por la entidad certificadora, el sistema de gestión en HSE de Ocesa cumple con pertinencia y eficacia los requerimientos establecidos.

Con el fin de mantener el proceso de mejoramiento continuo en el sistema de gestión en HSE, y con base en la experiencia y la retroalimentación obtenida de los grupos de interés, se actualizan los procedimientos y estándares y se definen las tareas críticas, en las cuales se incluyen los nuevos requisitos legales y avances en el estado del arte técnico en temas de HSE. A partir de este ejercicio se generan las actividades de capacitación, entrenamiento y divulgación, para garantizar su aplicación y alcanzar los objetivos y metas de la compañía en cuanto a la protección de la vida y el medio ambiente.

Como parte integral de la gestión en HSE, se realiza la actualización, divulgación y socialización de los planes de contingencia y emergencias para las instalaciones y lugares de trabajo de la compañía, con sus respectivos roles y responsabilidades y procedimientos operativos normalizados, así como el entrenamiento y la capacitación de personal, utilizando como referente el sistema comando de incidentes (SCI), aplicado durante la preparación y realización de simulacros.

La política en HSE está enfocada no solo a asegurar la protección de la vida y la integridad de las personas, y las relaciones de mutuo respeto con la sociedad, sino también a proteger el ambiente.

Específicamente, la responsabilidad ambiental plantea la identificación, evaluación y manejo de los impactos ambientales, y establece el compromiso de prevención de la contaminación y la conservación de los recursos naturales, a partir de normas y procedimientos que cumplen o superan los requisitos gubernamentales.

Adicionalmente, la gestión continua está encaminada a la prevención de eventos a partir de actividades de mantenimiento y monitoreo, así como de un plan de respuesta y atención de emergencias. Este compromiso se divulga a todos los empleados y contratistas, para que asuman su responsabilidad a través de campañas de sensibilización y de programas educativos.

El cumplimiento en la gestión ambiental sigue las directrices establecidas en los compromisos de la política de salud, seguridad y ambiente, que se basa en la protección ambiental y en el acatamiento a la regulación y a los controles de protección ambiental dados en el plan de manejo ambiental aprobado por la autoridad ambiental.

El objetivo de la gestión ambiental realizada por Ocesa es prevenir y controlar los impactos negativos sobre los recursos naturales, que se enmarcan en el plan de manejo ambiental y dan cumplimiento a las políticas de la compañía y a los requerimientos legales vigentes. El plan de manejo ambiental es el documento aprobado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que genera la licencia ambiental y compila las actividades necesarias para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por un proyecto durante las diferentes etapas.

1.5.2 Sistema de Respuesta a Emergencias – SER. Ocesa, consciente de la importancia de responder a cualquier tipo de evento que pueda poner en riesgo a la comunidad, al ambiente y a la propiedad, ha implementado el sistema de respuesta a emergencias (SRE), el cual, además de ser reactivo frente a la atención y respuesta de eventuales incidentes, cuenta con un nivel de prevención y planeación que garantiza la eficacia y la efectividad en la toma de decisiones y las acciones adoptadas.

Los planes de contingencia y emergencia, y los procedimientos, forman parte integral del SRE. En la atención de un incidente, la primera prioridad es la protección y preservación de la vida humana, y la segunda es la mitigación y minimización de los posibles impactos ambientales negativos.

El sistema contempla un procedimiento para el desarrollo de las actividades de prevención, respuesta y atención de eventuales incidentes que se puedan presentar en la línea principal de flujo y en las instalaciones; el objetivo es identificar y responder ante las situaciones potenciales de incidentes que puedan generar riesgos en la salud, la seguridad y el ambiente.

La respuesta a los eventuales incidentes, durante las etapas de control y mitigación, en las cuales la relación tiempo de respuesta consecuencias es “crítica”, requiere de un esquema de organización de excepción, en donde se definen roles y responsabilidades específicas para cada una de las personas involucradas en la organización.

A pesar de que durante el año 2010 no se presentaron derrames que obligaran a activar el plan de contingencia por afectación de recursos fuera de las instalaciones, se registraron algunos eventos de menor potencial, relacionados con pequeñas **fugas** en áreas confinadas, que afectaron el suelo en mínimas áreas dentro de las instalaciones industriales de Ocesa. Durante el 2009 se registraron dieciséis reportes de **goteos** o fugas en áreas confinadas, las que sumaron un total de 60,1 galones, todos recuperados; para el año 2010 se registraron veinte reportes, pero de volúmenes más bajos, que sumaron un total de 28 galones.

1.5.3 Cero Derrames Costa Adentro y Costa Afuera. El indicador de operación responsable establecido por OCENSA, es evitar los derrames (costa afuera o en tierra); para tal fin, ha establecido como meta de cumplimiento: cero derrames

costa afuera o menos de un derrame en tierra, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- a) **Derrames en tierra o costa adentro:** Cuando la cantidad total de suelo contaminado excede un metro cúbico en predios que no son propiedad de Ocesa (por ejemplo, en el derecho de vía) o diez metros cúbicos en predios de propiedad de la compañía. Cuando más de cinco barriles de crudo ingresan a un cuerpo de agua, puerto, río, lago, pantano (cualquier cuerpo de agua o uno superficial por escorrentía). Cuando el petróleo o el suelo contaminado está en contacto con aguas subterráneas. Cuando existe la posibilidad de que la contaminación migre (como crudo solo o disuelto en agua) a aguas superficiales

- b) **Derrames costa afuera:** el límite para el reporte de derrames de crudo costa afuera es de un barril. Los eventos reportados serán derrames resultantes de lo que razonablemente estaría dentro de la responsabilidad normal y control del operador, tales como los actos de la realización de operaciones y procedimientos de mantenimiento, pero no limitados a ellos, o la obligación de mantener los equipos en condición apropiada. La responsabilidad por cualquier evento se encuentra limitada a hechos causados únicamente por operaciones de Ocesa y equipos, y no incluye acciones de terceras partes.

1.5.4 Estadísticas de Fugas por Bridas en OCENSA. Las facilidades vulnerables a fugas en un Oleoducto son toma muestras, cambios de diámetro de tuberías, drenajes y conexiones a instrumentos, puntos bajos del piping, piping con bridas ciegas, líneas con válvulas cerradas, líneas de relevo, tanques y bridas.

Tabla 2. Estadísticas de fugas por bridas 2007 a 2010 OCENSA

Año	Barriles (Aprox)	Horas de Parada (Aprox)	Barriles No Bombeados (Aprox)
2007	4	16	208.000
2008	5	24	312.000
2009	1,5	12	156.000
2010	0,7	8	192.000

Nota: Todas fueron en contenidas sin afectar el medio ambiente

Fuente: Área ambiental y de transporte OCENSA

Figura 8. Fuga Brida 20x900 Julio del 2011 Estación Cusiana



Fuente: Autor de Monografía

1.6 INTEGRIDAD EN OCENSA, PROGRAMA DE OPERACIÓN SEGURA

Se define como Integridad el conjunto de actividades y procesos desarrollados con el fin de lograr una condición de confiabilidad para poder operar de forma segura y eficiente del Oleoducto dentro de requerimientos y regulaciones específicas de un operador prudente.

El oleoducto ha estado operando durante quince años. Para el desarrollo de esta operación, Ocesa ha trabajado de manera proactiva en mantener y asegurar la integridad de todas las instalaciones, y ha aplicado para ello estrictos programas de mantenimiento y controles de calidad. Su objetivo ha sido asegurar una operación confiable y libre de incidentes.

1.6.1 Objetivos del Programa de Gestión de Integridad (PGI). Ocesa ha adoptado para su operación el cumplimiento de normas y regulaciones internacionales, americanas y canadienses, para el transporte de líquidos peligrosos a través de tubería (oleoductos), tales como ASME B 31.4 (pipeline transportation system for liquid hydrocarbons), CSA Z662 (oil and gas pipeline systems) y los códigos federales de regulaciones americanas CFR 49 part 195 (transportation of hazardous liquids for pipeline), NEB SOR/099-294 (onshore pipeline regulations).

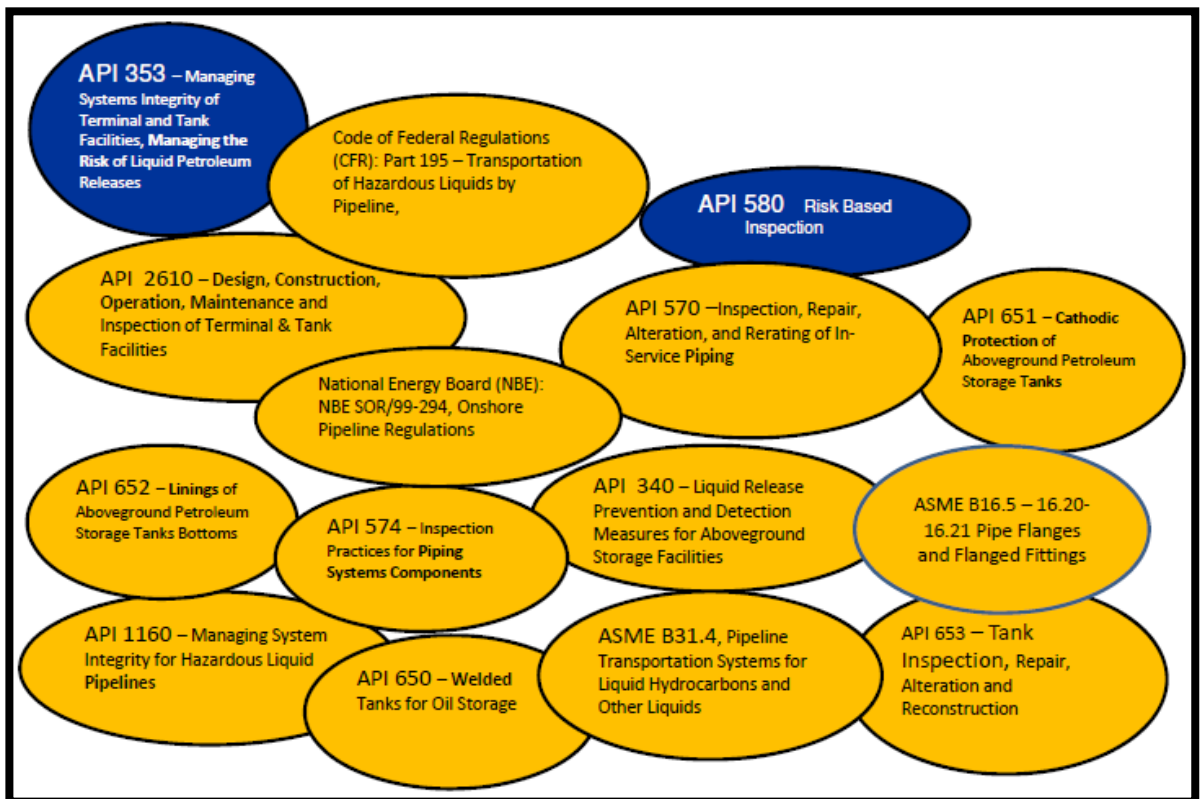
Los Objetivos del PGI complementan la visión y misión de la compañía y se reflejan en las metas corporativas. Estos objetivos se resumen así:

- a) Prevenir fugas de crudo o rupturas en el oleoducto que puedan afectar a la comunidad, a los empleados de la compañía o al medio ambiente.
- b) Operar el oleoducto de forma segura, confiable y eficiente.
- c) Mantener un buen manejo de integridad del oleoducto en la compañía, permitiendo optimizar los recursos de los programas de mitigación y asegurar la eficiencia.
- d) Minimizar los daños e imprevistos no planeados, manteniendo los activos de la compañía en las condiciones operacionales especificadas.
- e) Cumplir con las normas y regulaciones nacionales e internacionales establecidas para la integridad de oleoductos, tomando en consideración el cumplimiento de las leyes colombianas en cuanto a operación y protección del medio ambiente.

- f) Realizar planes de control y mitigación, estableciendo de forma adecuada monitoreos, recolección de datos y análisis de resultados de las diferentes inspecciones y acciones proactivas de remediación, preventivas y correctivas.

El PGI es un proceso dinámico y flexible, el cual se actualiza y revisa permanentemente, de acuerdo con los requerimientos operacionales del oleoducto. Esta evaluación continua permite un mejoramiento constante del programa, el cual contempla el uso de nuevas estrategias, planes, procedimientos, tecnologías y normas. Ver figura 9.

Figura 9. Normas de integridad en la industria en estaciones o plantas



Fuente: Quinta Jornada de ducto Noviembre 11 y 12 del 2010. ACIEM

1.6.2 Elementos del PGI. El Programa de Gestión de Integridad de Ocesa está soportado principalmente en elementos como la identificación de amenazas y riesgos, la adopción de acciones de prevención, mejoramiento, inspección, mantenimiento y remediación, el desarrollo y aseguramiento de calidad del manejo del cambio de las comunicaciones, la calificación y entrenamiento del personal.

Ocesa es reconocida por tener una operación segura, limpia y eficiente. De esta manera, se compromete con la protección de la vida, la seguridad de las personas y la protección y conservación del medio ambiente. Para garantizar que la operación se realice con éxito, Ocesa dispone de dos sistemas de comunicación: uno satelital o sistema de transmisión de datos, SCADA, y otro que funciona mediante microondas.

Para preservar la integridad de sus tuberías, Ocesa ha venido utilizando la tecnología de inspección de ductos más confiable que existe en la industria de transporte de hidrocarburos (inspecciones internas con herramientas inteligentes).

Estas inspecciones permiten evaluar la integridad mecánica del oleoducto, detectando abolladuras, ovalidades, curvas, arrugas y afectaciones de la tubería causadas por movimientos del terreno. Una vez entregados los reportes finales de la inspección con la herramienta inteligente, se inician análisis técnicos para desarrollar un programa de excavaciones estratégicamente relacionado con las anomalías encontradas.

1.6.3 Características del PGI. Ocesa ha desarrollado e institucionalizado un Programa de Gestión de Integridad (PGI), el cual involucra las actividades desarrollada para operar el oleoducto de forma segura y eficiente, dentro de los requerimientos y regulaciones existentes y los aspectos más relevantes para prevenir potenciales riesgos que atenten contra la seguridad de las personas o el ambiente.

Para Ocesa es prioridad una operación segura, limpia y confiable; por esta razón, el PGI está diseñado a partir de altos estándares y buenas prácticas de operación y mantenimiento de la industria, para cumplir de forma rigurosa las normas y regulaciones internacionales, tomando en consideración el cumplimiento de las leyes colombianas en cuanto a operación y protección del medio ambiente, parámetros y requerimientos exigidos en regulaciones como ASME B31.4, API 1160 (Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines), DOT CFR 49 Parte 195, secciones F y H (Departamento de Transporte de USA). Actualmente en Colombia no existen regulaciones o códigos específicos respecto al manejo de integridad en oleoductos.

Esta meta de prevención de fugas o rupturas causadas por el deterioro del oleoducto es de carácter corporativo y se traduce, por lo tanto, en un compromiso general a todo nivel por proteger la vida, la salud y la seguridad de empleados, comunidades y medio ambiente. Estos compromisos están incluidos dentro de la Política de Seguridad Industrial y la Directriz de Mantenimiento de la compañía.

1.6.4 Planes del PGI. Los planes del programa de gestión de integridad de OCENSA están divididos en tres grupos:

- a) **Planes de inspección y monitoreo:** Son los planes de inspecciones internas, con herramientas inteligentes, excavaciones, inspecciones de tanques, inspección de estaciones, corrosión interna y externa, evaluación de esfuerzos, integridad costa afuera, equipos críticos.

- b) **Planes de prevención y mitigación:** Son los programas de seguridad, capacitación, mantenimiento del derecho de vía, manejo de riesgos, manejo geotécnico, detección de fugas, manejo de comunidades y respuesta a emergencias.

- c) **Planes de mejoramiento y optimización:** Son los programas de manejo del cambio, control de registros, control de calidad, comunicaciones, auditorías y transferencia de información.

Para Ocesa es prioridad una operación segura, limpia y confiable; por esta razón, el PGI está diseñado a partir de altos estándares y buenas prácticas de operación y mantenimiento de la industria, para cumplir de forma rigurosa las normas y regulaciones internacionales.

1.6.5 Actividades Realizadas en el PGI. De acuerdo con lo planeado, se ejecutaron acciones para el control y monitoreo de corrosión interna, realizando actividades como la actualización del modelo de crecimiento de anomalías, el plan de limpieza con raspadores a la tubería, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua contenida en el crudo, inyección de inhibidores de corrosión y biocidas, y el control y monitoreo de corrosión interna, entre otras.

Las principales actividades que se realizaron hacen referencia a planes de monitoreo y control de corrosión interna, cambio de cupones de monitoreo de corrosión en tanques, recolección y análisis de muestras de crudo y agua en trampas de recibo y tanques, y planes de limpieza interna del ducto con raspadores, entre otras.

En cuanto a los planes para control y monitoreo de corrosión externa, en el 2010 se realizaron diversas actividades, como la inspección de sistemas de protección catódica de la línea offshore 2010, la inspección de sistemas de protección catódica en estaciones, la instalación de unidades de monitoreo remoto en rectificadores y la reparación y optimización de sistemas de protección catódica en Coveñas, entre otras.

Respecto al plan de inspecciones con herramientas inteligentes, en el 2010 se realizó la corrida de herramienta inteligente inercial-geométrica pv-mr & lb-vs 2010, y respecto al plan de evaluación y reparación de anomalías, se realizó la valoración y mitigación de corrosión en juntas offshore y las excavaciones, para valoración y mitigación de anomalías onshore.

1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Programa de Gestión de integridad de Líneas y estaciones del Oleoducto central S.A tiene como objetivo prevenir potenciales riesgos que amenacen contra la integridad y operación de sus tuberías, tanques y facilidades manteniendo la seguridad de la comunidad, empleados de la Compañía y protegiendo el medio ambiente de contaminación.

OCENSA cuenta con los siguientes planes dentro su programa de integridad:

- ✓ Plan Anual para Limpieza con Raspadores Oleoducto OCENSA.
- ✓ Plan Anual Inyección de Químicos control de corrosión interna
- ✓ Plan anual para Monitoreo Control de Corrosión Interna
- ✓ Plan Inspecciones Internas con Herramientas Inteligentes.
- ✓ Plan de Inspecciones con Herramientas de Geometría y Geoposicionamiento Inercial.
- ✓ Plan de Excavaciones por Corrosión
- ✓ Plan Anual Protección Catódica Tuberías
- ✓ Plan Anual Inspecciones Sistemas de Protección Catódica en Tanques y Estaciones
- ✓ Plan de Inspección API 653 Tanques en y fuera de Servicio
- ✓ Plan de Inspecciones API 570 Estaciones
- ✓ Plan Inspecciones Externas e Internas Integridad Línea Costa Afuera, PLEM y Boya.

- ✓ Plan de inspección y reemplazo de mangueras

Dentro de estos programas existen diferentes planes que soportan la gestión de integridad del Oleoducto más no existe el plan de gestión de integridad de Juntas bridadas que es fundamental para proporcionar el conocimiento de buenas prácticas que ayudan al operador y mantenedor a garantizar la integridad de las mismas.

Las juntas bridadas son uno de los muchos componentes críticos de un sistema que trabaja presurizado, tal cual como es el del Oleoducto Central S.A, y es allí donde se han presentado fugas de crudo las cuales pueden ser causadas por vibración, sobrepresión o sobrecargas cíclicas, expansión térmica, medio ambiente corrosivo, etc. conllevando al incumpliendo de la directriz de la compañía de “cero derrame de gotas de crudo” y a su vez generando altos costos por el manejo de estas contingencias.

Por tal razón se hace necesario elaborar un plan de gestión de integridad de junta bridadas para elevar las competencias del personal que permitan aumentar el nivel de confianza sobre la integridad de las uniones bridadas, reduciendo el número de fugas durante el arranque y operación del oleoducto y así mismo aumentando la seguridad de la comunidad, empleados de la Compañía y protegiendo el medio ambiente de cualquier contaminación.

1.8 OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.8.1 Objetivo General.

Diseñar un plan modelo para la Gestión de Integridad de Juntas Bridadas para el Oleoducto Central S.A.

1.8.2 Objetivos Específicos.

- Diseñar un modelo de matriz de riesgo que permita identificar los niveles de inspección a las juntas bridadas.
- Elevar las competencias del personal y documentar buenas prácticas que permitan aumentar el nivel de confianza sobre la integridad de las uniones bridadas.
- Diseñar un modelo de registros, gestión de datos y de etiquetado uniones bridadas que permita el análisis, aprendizaje y mejorar continua.
- Mantener una buena gestión de la integridad del Oleoducto previniendo fugas de crudo, que puedan afectar a la comunidad, empleados de la Compañía o al medio ambiente.
- Cumplir con las normas y regulaciones nacionales e internacionales establecidas para integridad de oleoductos, tomando en consideración el cumplimiento de las leyes colombianas en cuanto a operación y protección al medio ambiente.
- Aplicar el modelo diseñado a la estación Cusiana como prueba piloto para al Oleoducto Central S.A.

1.8.3 Justificación. El Oleoducto Central S.A para operar tiene en su orden las siguientes estaciones, cuyas facilidades albergan el siguiente número de juntas bridadas aproximadamente.

Tabla 3. Cantidad de juntas bridadas instaladas en OCENSA

ESTACIÓN	JUNTAS BIRDADAS (Aprox)	Valor
Cupiagua	400	Estimado
Cusiana	1596	Real
El Porvenir	2500	Estimado
Miraflores	1300	Estimado
La Belleza	500	Estimado
Vasconia	1500	Estimado
Caucasia	1400	Estimado
Coveñas	3250	Real
TOTAL	12406	

Fuente: Estaciones y Área de Integridad OCENSA

Esto significa que el Oleoducto tiene muchos puntos de probabilidad de fuga. Esto demuestra la necesidad de tener implementado un Plan de Gestión de integridad de Juntas Bridadas, el cual contribuiría a la labor de operar y mantener de una forma segura, limpia y eficiente, sin afectar el medio ambiente y las personas.

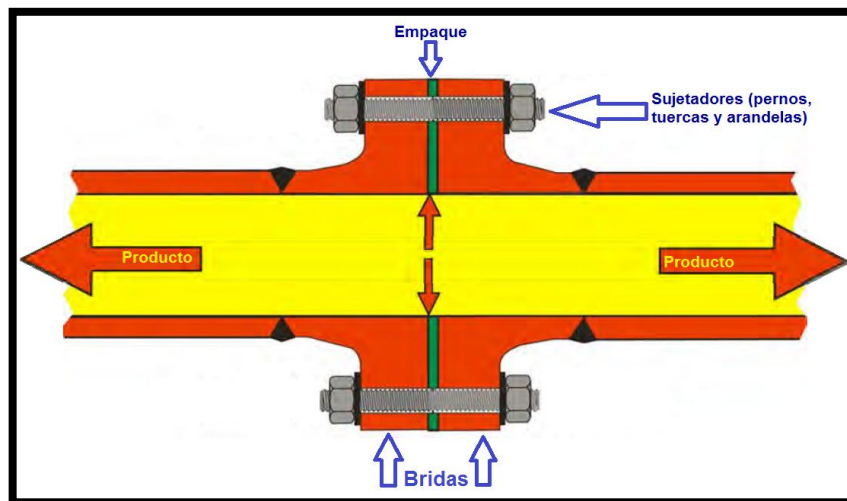
Además es evidente en la organización que se debe elevar el conocimiento y las competencias del personal con el fin de optar buenas prácticas que permitan aumentar el nivel de confianza sobre la integridad de las uniones bridadas y así mismo evitar altos de costos y paradas de Oleoducto por atención a emergencia asociadas a fugas.

2. MARCO TEORICO

2.1 JUNTAS BRIDADAS EN OLEODUCTOS

2.1.1 Que es una Junta Bridada. Una junta bridada es un conjunto mecánico conformado por dos bridas, sujetadores (pernos, tuercas y arandelas) y un empaque de por medio, montados en una tubería o recipiente de tal forma que puedan alojar o permitir el transporte de un fluido o un gas, garantizando la hermeticidad del sistema. La junta bridada une dos componentes de un sistema de tuberías para conectar tuberías con equipos (Bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, válvulas, etc.). La unión se hace por medio de dos bridas, en la cual una de ellas pertenece a la tubería y la otra al equipo o accesorio a ser conectado. La ventaja de las uniones bridadas radica en el hecho de que por estar unidas por espárragos, permite el rápido montaje y desmontaje a objeto de realizar reparaciones o mantenimiento⁷.

Figura 10. Junta Bridada y sus partes

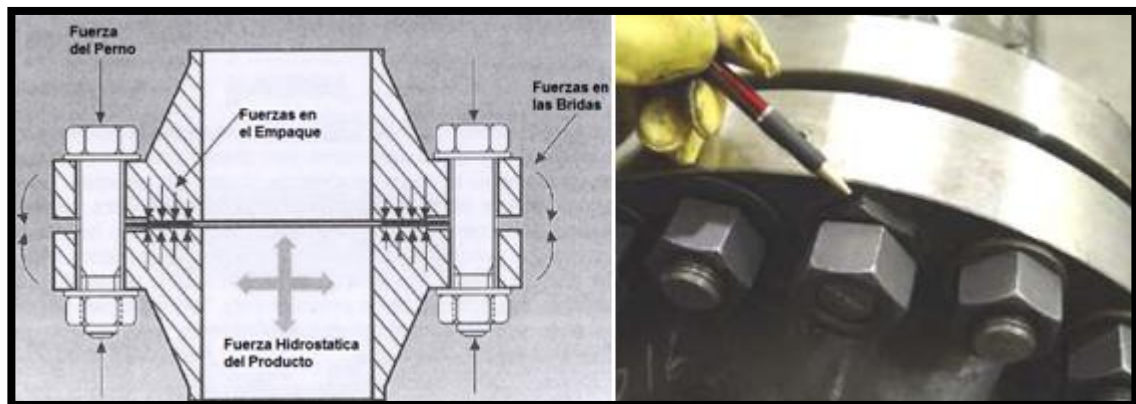


Fuente: Imagen Diapositiva Capacitación Hytorc en OCENSA 2011

⁷ Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007

2.1.2 Compactado de una Junta Bridada. El principio de una junta bridada se basa en la compresión de pernos aplicado a las bridas o articulaciones y la tensión suficiente para comprimir las juntas empaques o anillos para soportar la presión máxima de servicio y de las fuerzas. Para la integridad de un nivel mínimo de estrés operacional del asiento de la junta debe mantenerse a uniforme sobre toda la brida, por lo tanto, la carga del perno de diseño / target de compresión sobre la instalación debe permitir a la fluencia, la relajación, la incertidumbre sobre las cargas de servicio y las tolerancias de los componentes y herramientas utilizadas⁸.

Figura 11. Principio de funcionamiento de una junta bridada



Fuente: Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007.

Una junta bridada se convierte en una entidad estática, con un potencial mínimo de rotación de la brida. Las bridas deben ser compactas por el área de sellado y acerca las tuberías por medio de sujetadores garantizando el sello con un empaque.

La fuga en Juntas Bridadas han sido la causa principal de las emisiones de hidrocarburos en los sitios UKCS en alta mar y existe una preocupación similar por

⁸ PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010

la gran número de instalaciones de manejo de petroquímicos y otros materiales peligrosos en los sitios de tierra firme según el Instituto de Energía.

Una unión atornillada es uno de los muchos componentes críticos de un sistema presurizado. Depende de los contenidos y la presión del sistema, la fuga o el fracaso de un apernado de junta puede tener consecuencias potencialmente catastróficas. Frente a este reto, todos los involucrados que trabajan en sistemas presurizados deben contar con un sistema de forma positiva y gestionar activamente la integridad de las juntas bridadas.

2.1.3 Documentos Internacionales para Juntas Bridadas en Oleoductos

ASTM: American Society for Testing and Materials

ASME: American Society of Mechanical Engineers

ANSI: American National Standards Institut, Inc

MSS: Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry

AWWA: American Waterworks Association

API: American Petroleum Institute

- **ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings** (bridas de la tubería y accesorios de brida): Es una norma de construcción para el diseño de nuevas bridas y accesorios relacionados, tales como reductores, tees y similares. Esta es la más utilizada en el mundo. Incluye bridas forjadas, fundidas o de chapa, esta cubre presiones de servicio, temperaturas, materiales, dimensiones, tolerancias, marcado, y pruebas para bridas. Se describen todos los tipos de bridas en medidas de de 1/2" (1.3 cm) a 24" (60.1 cm) en clases de presión 150, 300, 400, 600, 900 y 1500 y de 1/2" a 12" en 2500lbs.

El término clase se utiliza para referirse a la presión nominal de diseño de una brida. De esta forma las bridas fabricados según dimensiones

ASME/ANSI se dividen en clase 150, clase 300, clase 400, clase 600, clase 900, clase 1500 y clase 2500 psi.

- **ASME B16.47 Large Diameter Steel Flanges** (De acero de gran diámetro Bidas): Incluye dos normas anteriores complementándolas con los materiales y rangos de presión, temperatura, de ANSI B16.5. La clase tipo A es similar a la MSS SP-44. La tipo B coincide con la API 605. Esta norma comprende temperatura, presión, materiales, dimensiones, tolerancia y las pruebas para bridas de tubería en tamaños de 26” hasta 60” y calificaciones en las clases 75, 150. 300, 400. 600 y 900. ANSI B16.47, afirma que la serie A bridas son de uso general y que la Serie B bridas para su uso compacto, ya que el diámetro del círculo es más pequeño que la Serie A bridas. Estas dos series de las bridas no son intercambiables. El uso de A o serie B depende del equipo que está atornillado hasta en el servicio.
- **ASME B31.3 Process Piping** (proceso de tuberías): Norma para tuberías de proceso de refinerías, plantas petroquímicas, químicas, farmacéuticas, textiles, papeleras, criogénicas, etc. Cubre requisitos generales del diseño de ingeniería de sistemas metálicos de tubería (diseño, selección de materiales, y componentes de tubería, fabricación, instalación, inspección y ensayos). Recomendaciones para reparaciones y modificaciones de sistemas en operación.
- **ASME B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids** (Tubería de Sistemas de Transporte de Hidrocarburos Líquidos y otros líquidos): Norma para el diseño, construcción, inspección, ensayos, operación y mantenimiento de tuberías de de transporte de hidrocarburos líquidos y otros líquidos.

- **ASME - VIII Mandatory appendix 2 Rules for bolted flange connections.** (Mandatorio el apéndice 2 Reglas para las conexiones de brida atornillada): En este documento indica las condiciones para asegurar la construcción de las juntas bridadas en recipientes que van a estar sometidos a presión ya sea interna o externa en cualquier proceso.
- **ASME PCC-1 Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly** (Directrices para límite de presión en ensamble de conjunto bridas atornilladas): El alcance de este documento describe directrices que se aplican a la presión límite de ensamble en juntas bridadas con empaques tipo anillo. Estas directrices puede ser utilizadas para desarrollar procedimientos efectivos de ensamble de juntas bridadas en diferentes tamaños y condiciones de servicio que se encuentran normalmente en la industria.
- **ASME B16.36 Orifice Flanges** (bridas con orificio): Esta norma es de aplicación en bridas para medición de caudales con placa orificio. Dimensionalmente las bridas son idénticas a las prescriptas por B16.5 excepto en el espesor mínimo que se incrementa para permitir los orificios de medición, además se agregan dos ranuras y bulones que permiten la separación de las bridas y el recambio de la placa de medición. Cubre medidas de 1" a 24" en series de presión 300 a 1500, y de 1" a 12" en 2500lbs.
- **MSS SP-44 Steel Pipeline Flanges** (Bridas de acero en tubería): Este estándar cubre Rating de Presión y Temperatura, materiales, dimensiones, tolerancias (por referencia a ASME B16.5), marcado y prueba de bridas. Una estandarización utilizada para tubo de espesor fino y alta resistencia. Cubre rangos de presión de 12" a 60" en clases de 150 a 600 y hasta 48" en 900lbs. únicamente con cuello para soldar y ciegas. El diámetro exterior

y la plantilla de perforar coincide con ANSI hasta 36", por lo tanto pueden usarse con válvulas y bombas construidas según ellas.

- **API 605 Large diameter carbon steel flanges** (de acero de gran diámetro de las bridas de carbono): Incluye bridas de 26" a 60" en clases de 75 a 600 y de 26" a 48" en clase 900. Solo se definen bridas con cuello para soldar, ya que no hay suficiente sección en el cuello como para sacar una deslizante. En diseños especiales las slip on toman la forma de un anillo sin cuello. Los diámetros exteriores y la plantilla de perforar no coincide con ANSI B16.1 por lo tanto no puede usarse con válvulas construidas según ella.
- **ASME B16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges: Ring Joint, Spiral Wound, and Jacketed.** Empaques metálicos para tubería Bridada, este estándar cubre materiales, dimensiones, tolerancias y el marcado de empaques RTJ (Ring-Joint), espirometálicos (Spiral-Wound) y Metaloplásticos (Jacketed)
- **ASME B16.21 Nonmetallic Flat Gaskets and grooves for Steel Pipe Flanges** (Empaques no metálicos para bridas planas): Esta estándar comprende los tipos, tamaños, materiales, dimensiones, tolerancias, y el marcado de los empaques no metálicos planos.
- **ASTM A182 Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service** (Especificación estándar para la aleación forjado o laminado y tubos de acero inoxidable bridas, accesorios forjados y válvulas y piezas de alta temperatura de servicio): Este cubre especificación de forjado de baja aleación y acero inoxidable en componentes de tuberías de acero para su uso en sistemas de presión.

Incluido bridas, accesorios, válvulas y piezas similares a las especificadas dimensiones o las normas de dimensiones, tales como el ASME.

- **ASTM A694 Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Pipe Flanges, Fittings, Valves, and Parts for High-Pressure Transmission Service** (especificación estándar para piezas forjadas de aleación de carbono y de acero para bridas de tuberías, accesorios, válvulas y elementos para el servicio de transporte de alta presión): Esta especificación cubre tubería de acero laminado o forjado, bridas, accesorios forjados, válvulas y partes apropiadas para su uso con de alta resistencia de transmisión de servicios de la tubería.
- **ASTM A707 Standard Specification for Forged Carbon and Alloy Steel Flanges for Low-Temperature Service** (Especificación estándar para carbono forjado y acero de aleación Bridas para baja temperatura de servicio): Esta especificación cubre carbono forjado y acero aleado bridas destinado principalmente para el petróleo, oleoductos y gasoductos en áreas sujetas a temperaturas ambientales bajas.
- **ASTM A193 Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High-Temperature Service** (especificación estándar para aleación de acero y acero inoxidable para espárragos de servicio en alta temperatura): Este estándar cubre materiales de aleaciones y acero inoxidable en pernos atornillados para recipientes a presión, válvulas, bridas y accesorios de alta temperatura de servicio. El material utilizado como término pernos en esta especificación cubre las barras, pernos, tornillos, pernos, espárragos, y alambre. Barras y alambre se caliente forjado. Existen diversos grados, cubiertos, incluyendo los aceros ferríticos y aceros inoxidables austeníticos designado B5, B8, y así sucesivamente.

La selección depende del diseño, las condiciones de servicio, mecánica propiedades y características de alta temperatura.

- **Guidelines for the Management of Integrity of Bolted Pipe Joints** (Directrices para la gestión de integridad de juntas de tuberías apernadas). Este documento establece los principios de gestión de integridad de juntas y ejemplos de las mejores prácticas.

2.1.4 Bridas y tipos. Una brida es un elemento o accesorios que se une a una tubería o equipo permitiendo ser desmontado sin operaciones destructivas, gracias a una circunferencia de agujeros a través de los cuales se montan pernos de unión.

Las bridas para tuberías según los estándares ASME/ANSI B16.5 o ASME/ANSI B16.47 normalmente están hechas a partir de forja con las caras mecanizadas. Se clasifican según su 'clase de presión' (una relación a partir de la cual se puede obtener una curva según la resistencia al efecto conjunto presión-temperatura).

Las partes de una Brida son el ala, cuello, diámetro de pernos, caras.

Las clases más usuales son: 150, 300, 600, 900, 1500 y 2500, aunque ASME B16.47 reconoce la clase 75# la cual está pensada para presiones y temperaturas de trabajo de baja exigencia.

Las bridas o flanges pueden ser forjados, fundidos o mecanizados a partir de planchas (sólo los ciegos). Los flanges forjados se fabrican según norma ASTM A182 (aceros aleados, aceros inoxidable), ASTM A105 (acero carbono), ASTM A350 (acero carbono y aceros aleados para baja temperatura), ASTM A694 (acero carbono y aceros aleados para líneas de transmisión), ASTM A707 (acero carbono y aceros aleados para oleoductos a bajas temperaturas), ASTM B564 (Alloy400, alloy600, alloy625) y otras según el material específico.

Las normas de bridas han sido estudiadas y publicadas por diversas instituciones como ASTM (en lo referente a fabricación y materiales), ASME/ANSI (en lo referente a medidas, tolerancias y presiones de trabajo), MSS (en lo referente a medidas) y otras como API (para aplicaciones en industria de petróleo), AWWA (para líneas de cañerías de agua potable), DIN (normas alemanas para dimensiones, fabricación y materiales). En nuestro medio son populares las normas americanas ASTM y ASME/ANSI, por lo que nos restringiremos a éstas. En menor grado se usan normas MSS, API y DIN.

Los tipos de bridas más utilizadas en la construcción de estaciones y líneas de Oleoductos son⁹:

- **BRIDAS CON CUELLO PARA SOLDAR (WELDING NECK):** Estas bridas se diferencian por su largo cuello cónico, su extremo se suelda a tope con el tubo correspondiente. El diámetro interior del tubo es igual que el de la brida, esta característica proporciona un conducto de sección prácticamente constante, sin posibilidades de producir turbulencias en los gases o líquidos que por el circulan. El cuello largo y la suave transición del espesor del mismo, otorgan a este tipo de bridas, características de fortaleza aptas en sectores de tuberías sometidos a esfuerzos de flexión, producto de las expansiones en línea. Las condiciones descriptas aconsejan su uso para trabajos severos, donde actúen elevadas presiones.
- **BRIDAS DESLIZANTES (SLIP-ON):** En este tipo de bridas, el tubo penetra en el cubo de la misma sin llegar al plano de la cara de contacto, al que se une por medio de cordones de soldadura interna y externamente. Puede considerarse de montaje más simple que la brida con cuello, debido a la menor precisión de longitud del tubo y a una mayor facilidad de alineación.

⁹ ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/ Inch Standard.2009

Sus condiciones mecánicas a la resistencia y fatiga son en general buenas, pero algo inferiores a las bridas con cuello, cuya sustitución por la brida deslizante –cuando las condiciones de trabajo son menos exigentes- se justifica por el menor costo de ésta.

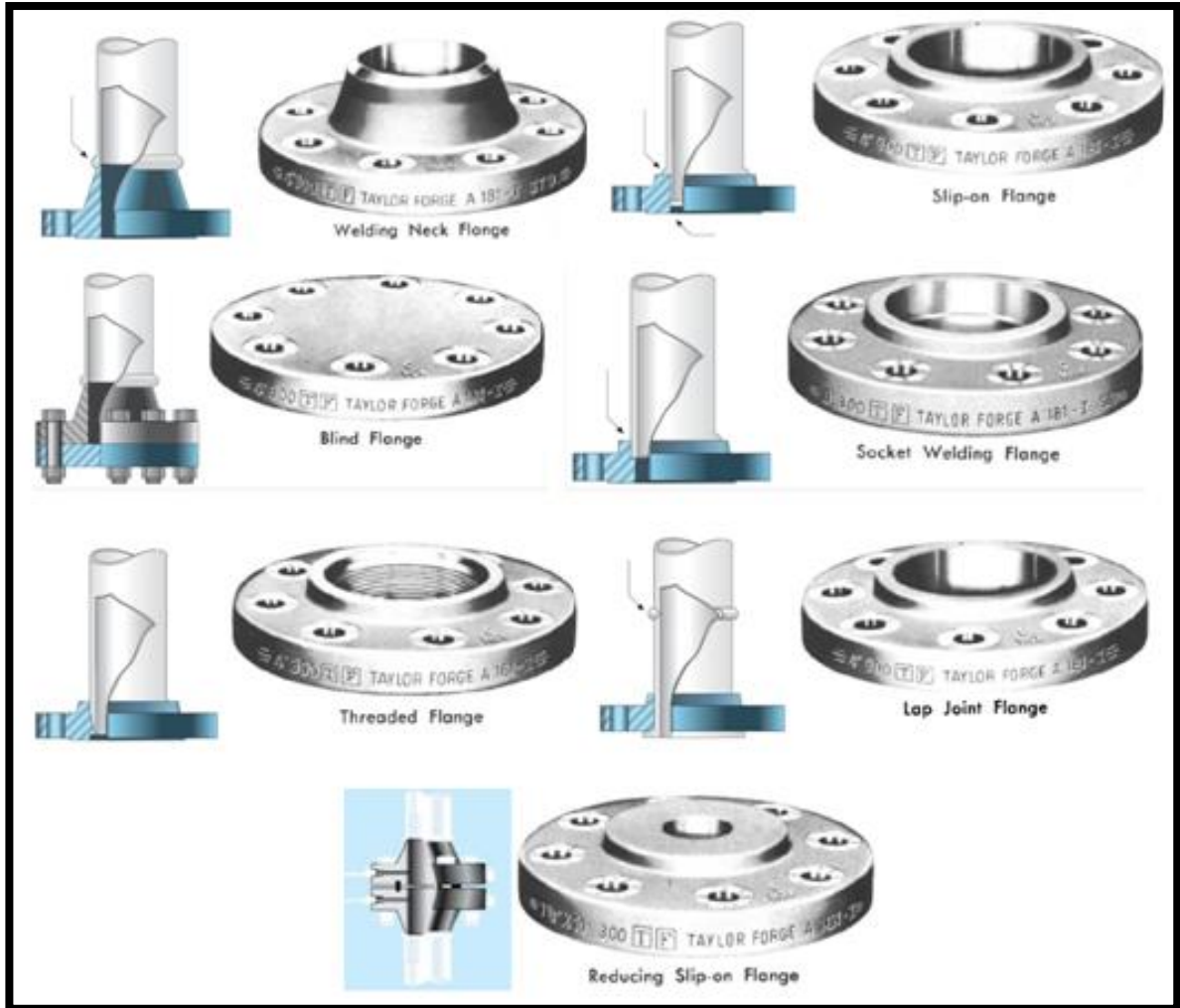
- **BRIDAS CIEGAS (BLIND):** Están destinadas a cerrar extremos de tubería, válvulas o aberturas de recipientes, sometidos a variadas presiones de trabajo. Desde el punto de vista técnico, este tipo de bridas, es el que soporta condiciones de trabajo más severas (particularmente las de mayores dimensiones), ya que al esfuerzo provocado por la tracción de los bulones, se le adiciona el producido por la presión existente en la tubería. En los terminales, donde la temperatura sea un factor de trabajo o actúen esfuerzos variantes o cíclicos, es aconsejable efectuar los cierres mediante el acople de bridas con cuello y ciegas.
- **BRIDAS CON ASIENTO PARA SOLDAR (SOCKET WELDING):** Su mayor rango de aplicación radica en tuberías de dimensiones pequeñas que conduzcan fluidos a altas presiones. De allí que las normas. ANSI B16.5 aconsejan su uso en tubos de hasta 3” de diámetro en las series 150, 300, 600, y de hasta 2 ½” en la serie 1500. En estas bridas el tubo penetra dentro del cubo hasta hacer contacto con el asiento que posee igual diámetro interior que el tubo quedando así un conducto suave y sin cavidades. La fijación de la brida al tubo se realiza practicando un cordón de soldadura alrededor del cubo. Es frecuente el uso de estas bridas en tuberías destinadas a procesos químicos, por su particular característica de conceder al conducto una sección constante.
- **BRIDAS ROSCADAS CON HILO (THREADED):** Si bien presentan la característica de no llevar soldadura lo cual permite un fácil y rápido montaje deben ser destinadas a aplicaciones especiales (por ejemplo, en

tuberías donde existan altas presiones y temperatura ambiente). No es conveniente utilizarlas en conductos donde se produzcan considerables variaciones de temperatura, ya que por efectos de la dilatación de la tubería, pueden crearse pérdidas a través del roscado al cabo de un corto período de trabajo.

- **BRIDAS PARA JUNTA CON SOLAPA (LAP-JOINT):** Son bridas destinadas a usos muy particulares. Ellas producen el esfuerzo de acople a sectores de tubos solapados, que posteriormente se sueldan a los tubos que conformarán la línea. La capacidad de absorber esfuerzos, puede considerarse muy similar a la de las bridas deslizantes. Generalmente, se colocan en tuberías de aceros comunes o especiales que necesiten ser sometidas con frecuencia a desmontajes para inspección o limpieza. La facilidad para girar las bridas, y alinear así los agujeros para bulones, simplifica la tarea, especialmente cuando las tuberías son de gran diámetro. No es aconsejable su uso en líneas que están sometidas a severos esfuerzos de flexión.
- **BRIDAS DE ORIFICIO:** Están destinadas a ser colocadas en puntos de la línea donde existen instrumentos de medición. Son básicamente iguales a las bridas con cuello para soldar, deslizantes o roscadas; la selección del tipo en función de las condiciones de trabajo de la tubería. Radicalmente tienen dos agujeros roscados para conectar los medidores. Frecuentemente es necesario separar el par de bridas para extraer la placa de orificio; la separación se logra merced al sistema de extracción que posee, conformado por un bulón con su correspondiente tuerca alojada en una ranura practicada en la brida. Existe otro sistema de extracción, en el cual el bulón realiza el esfuerzo de separación a través de un agujero roscado practicada en la brida. Este sistema tiene una desventaja con respecto al

anterior, ya que cuando se deteriora la rosca, se inutiliza la brida para tal función.

Figura 12. Tipos de bridas



Fuente: ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/ Inch Standard.2009

2.1.5 Caras e Identificación de las Bridas. Tanto las tuberías, bridas y conectores operan bajo condiciones variables de temperatura y presión. El área más crítica en una brida es la cara de sellado, en el que la junta o empaque toma su forma para hacer sello de retención de presión. Por tanto, es imprescindible que el terminado de la cara de sellado de la superficie cumpla con las

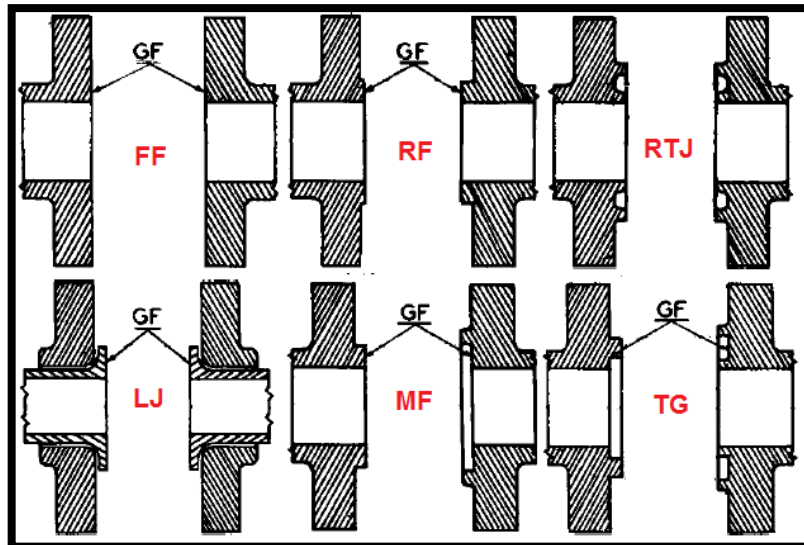
especificaciones de diseño, por tal razón deben ser protegidas y limpias en todo momento.

Existen diferentes tipos de caras de bridas que, a través de una empaquetadura, permiten obtener un sello hermético en cada unión. Estas son:

- **CARA PLANA FF (FLAT FACE):** Es una variante de la cara con resalte ya que muchas veces se logra desbastando 1/16" de una brida con resalte en las clase 150 y clase 300. Se usa principalmente para acoplarse a válvulas y fittings de hierro fundido clase 125 y clase 250. Una cara plana permite usar una empaquetadura con diámetro exterior igual al de la brida o tangente a los agujeros para los pernos. Esto evita fracturas, durante el apriete, de la brida de hierro fundido más frágil. Ambas bridas en una unión son iguales.
- **CARA CON RESALTE RF (RAISED FACE):** Es el tipo más común. El resalte es de 1/16" para la clase 150 y clase 300 y de 1/4" para las demás. La cara se termina con surcos concéntricos o en espiral, para una mejor adherencia con la empaquetadura. Se instalan usualmente con empaquetaduras planas compósitas blandas. Para usar empaquetaduras metálicas, la cara del resalte debe ser lisa. Ambas bridas en una unión son iguales.
- **UNIÓN RING-JOINT "CARA CON ANILLO" RTJ (O-RING):** Es la más costosa pero también la más eficiente. El sello se realiza por contacto de las paredes de un surco de fondo plano, con el anillo (o-ring) contenido en éste. La presión contribuye a aumentar el sello. Ambas bridas en una unión son iguales.

- **UNIÓN CON SOLAPA (LAP-JOINT):** La cara de la brida no sella contra la empaquetadura sino que es la cara del stub-end la que entra en contacto y sella contra la empaquetadura. Ambas bridas en una unión son iguales.
- **UNIÓN MACHO-HEMBRA (MALE AND FEMALE):** Se utilizan dos bridas diferentes en una unión: macho con un realce de 1/4 " y hembra con un sacado de 3/16 " de profundidad. Ambas caras son lisas y la empaquetadura es sostenida por el lado hembra. El diámetro interno de la empaquetadura coincide con el diámetro del orificio.
- **UNIÓN SURCO-ESPIGA (TONGUE AND GROOVE):** Se diferencia del tipo macho-hembra en que la empaquetadura es sujeta en un surco cuyo diámetro menor es superior al diámetro del orificio, evitando así que la empaquetadura entre en contacto directo con fluidos muy corrosivos o erosivos. Basta un pequeño apriete para lograr un buen sello.

Figura 13. Tipos de caras de bridas

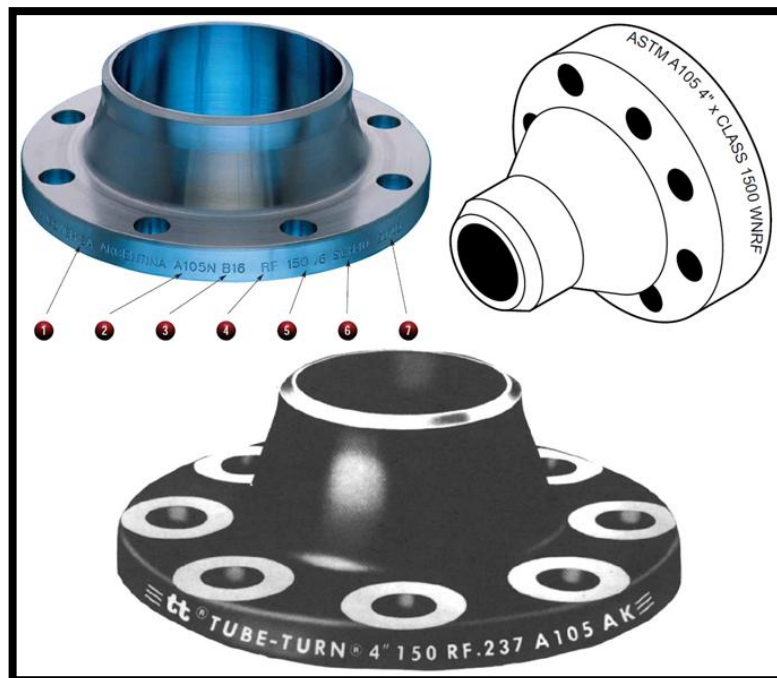


Fuente: ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/ Inch Standard. 2009.

Toda brida debe estar identificada según los requerimientos de ASME B 16.5 y esta información debe contener:

1. Logotipo que nos identifica como fabricantes.
2. Material designado según ASTM incluyendo el tratamiento térmico.
3. Norma utilizada en la construcción de la brida.
4. Tipo de cara y en caso que la brida sea para juntas de anillos, número de código del anillo correspondiente.
5. Rango de presión y diámetro nominal de la brida.
6. Para bridas W.N. o S.W. espesor nominal del tubo a la que será soldada.
7. Número de rastreabilidad e identificación.

Figura 14. Identificación de una brida según ASME B 16.5



Fuente: ASME PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010.

2.1.6 Tipos de Empaques y Anillos de Sello. La selección correcta del empaque o anillo de sello son importantes y dependen en el tipo de bridas y caras a ser

instalados. Este va instalado entre las dos caras de la brida y contiene la presión interna de la articulación. Estos deben ser adecuados para sus condiciones de funcionamiento previstas y ser capaz de proporcionar un sellado bajo las cargas variables impuestas por las fluctuaciones de presión y temperatura. Dependiendo de la aplicación, los requisitos principales son la dureza y compresibilidad, flexibilidad, la resistencia al calor, resistencia a la presión, resistencia a la acción corrosiva.

Bajo ninguna circunstancia se debe aplicar grasa en las juntas o bridas. Hay que tener en cuenta que para algunos conectores de sujeción, los fabricantes recomiendan que estos se lubriquen. Las juntas o empaques y anillos de sello deben ser almacenados en su embalaje original hasta su utilización, se debe mantener en forma horizontal y plana.

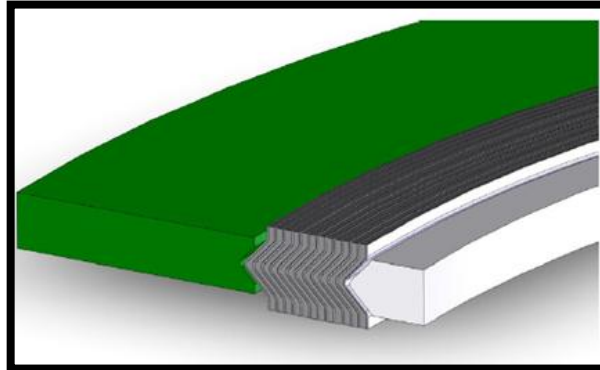
Hay tres tipos principales de la junta: no metálicos, semi metálicos y metálicos. Selección de aplicaciones depende de las condiciones de servicio.

NO METÁLICOS: Estos están hechos de elastómeros, corcho, fibras comprimidas, etc. Por lo general, la hoja de material se corta a la forma de la cara de sellado de la brida. Se utilizan generalmente para moderadas presiones y temperaturas.

SEMI-METÁLICAS: Estos se combinan una combinación de no metálicos de relleno para la compresibilidad y el metal para la fuerza. Se suelen utilizar para aplicaciones de alta temperatura y presión en comparación con los tipos no metálicos. El tipo más utilizado en Oleoductos es tipo espiral el cual están construido con un metal enrollado en espiral y el relleno suave (ver Figura 15 de la página 64). Una amplia gama de metales puede ser utilizados para la banda de bobinado y anillos de apoyo, así como diversos materiales de relleno. El espiral

debe ser instalada en la cara levantada bridas, la parte de apoyo exterior se localiza en el interior del perno. El anillo interior reduce la turbulencia en la tubería.

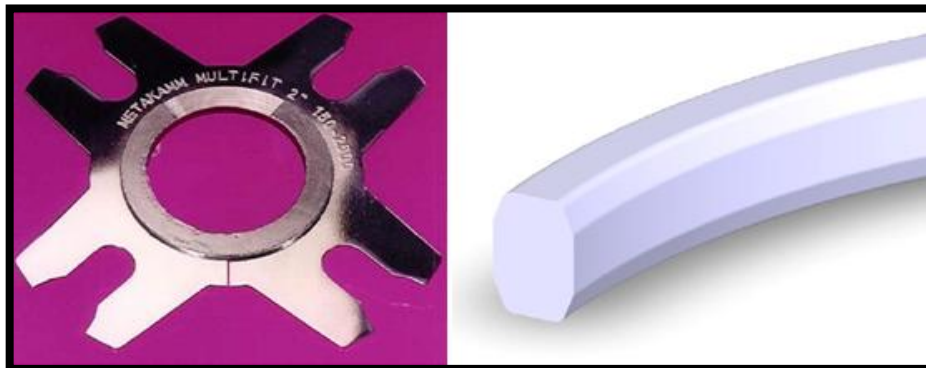
Figura 15. Empaque o junta semi-metalica tipo espiral



Fuente: ASME B16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed. 2007

Al igual que con las bridas, las juntas o empaques y anillos de sello pueden ser marcados para identificar las características principales, como se muestra en la Figura 16.

Figura 16. Identificación de una junta / Anillo tipo ring joint octagonal



Fuente: Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007

- **METÁLICOS:** Estos están hechos de uno o una combinación de metales en una variedad de formas y tamaños para altas temperaturas y presiones. El anillo metálico encaja en las ranuras que han sido mecanizados en las caras de la brida. Debido a la aplicación de altas presiones, el estrés y la tensión del tornillo estos se deforman y se acomodan a las caras (ranuras) de las bridas a fin de superar las altas presiones de servicio. Existen tipo oval y octagonal (véase la Figura 16 de la pagina 64) se utilizan comúnmente en aplicaciones de petróleo y gas en ASME B16.20 y API 6A.

Algunos equipos de diferentes fabricantes traen anillos especiales los cuales deben ser montados y apretados de acuerdo a la recomendación del fabricante.

2.1.7 Sujetadores. La correcta selección de pernos y tuercas, adquisición e instalación son cruciales. Los pernos o espárragos con tuercas están diseñados para transportar carga de presión final a la junta y también proporcionan la carga requerida para comprimir la junta en la cara de la brida a fin de efectuar un sello. Para Oleoductos los espárragos que se utilizan son construidos bajo ASTM A193 Gr. B7 estampados y para tuercas ASTM A194 Gr. 2H estampadas.

Los diámetros y longitudes de perno están especificados en el tipo de brida correspondiente y también debe ser indicada en el plano de detalle de fabricación y construcción. Especificaciones que muchos llaman para una longitud de tres campos de protrusión hilo a través de la tuerca. En caso de tensores hidráulicos se utilizan un mínimo de un diámetro del perno debe sobresalir de la tuerca para permitir la operación segura y eficaz tensor.

Los grados de tornillo y la tuerca y la identificación del fabricante que debe estar estampada por ambos lados y debe ser identificado correctamente antes de ser

utilizados (véase la Figura 17 de la pagina 64). Ambos deben estar en conformidad con las especificaciones del material de equipo.

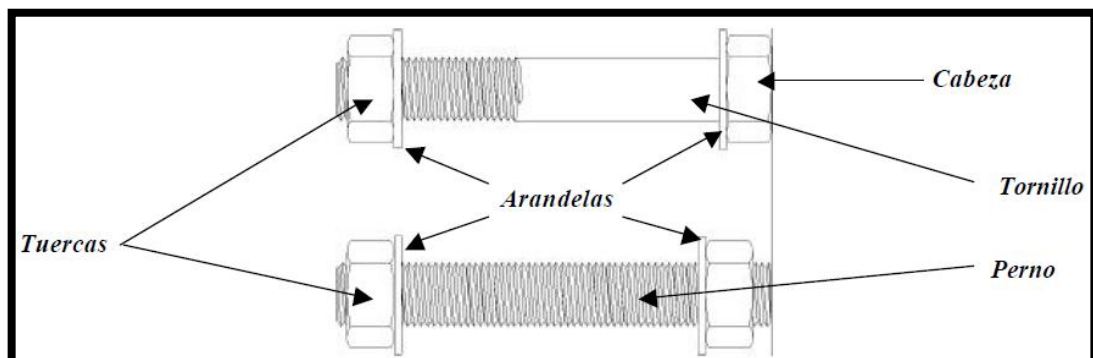
Figura 17. Estampado de pernos y tuercas



Fuente: PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010.

El material del perno y el diámetro seleccionado debe proporcionar suficiente elasticidad o capacidad de resistencia a la fluencia para sostener con seguridad el requisito de la carga de diseño, cargas de perno y cualquier sobrecarga de compensación que se necesita para el método de apriete.

Figura 18. Espárragos o pernos y tuercas



Fuente: BP AMOCO, Piping Joints Handbook. May 2000.

Los tornillos, tuercas y arandelas comunes utilizados para el maquillaje deben estar limpios, libres de óxido y sin daños. Los sujetadores pueden ser considerados para su reutilización después de considerar su historial de servicio, el entorno operativo y la evaluación del riesgo original. El número de reutilizaciones y la vida posterior del perno se debe basar en el nivel de seguridad proporcionado por la metodología de ajuste seleccionado.

La reutilización y la mayor vida útil de los sujetadores dependen de la tensión del perno el cual está asegurado mediante un control de carga con herramientas manuales o equipos de torque.

2.3 INTEGRIDAD DE LAS JUNTAS BRIDADAS

Las juntas bridadas deben operar de una forma íntegra para garantizar su función requerida de forma eficaz al mismo tiempo que se protege la vida, el medio ambiente y las instalaciones. Un fallo de integridad en cualquier sector puede ser costoso y dañino. En muchas zonas, las instalaciones funcionan bajo presiones rigurosas e incluso más allá de su duración estimada original, lo que aumenta el riesgo de fallos, incrementa los costos operativos y compromete la seguridad de los empleados¹⁰.

¹⁰ Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007

Figura 19. Costos visibles Vs Costos invisibles por fugas



Fuente: Capacitación Torque Tecnicontrol

2.3.1 Causas Comunes de Fuga en Juntas Bridadas. Grandes problemas pueden empezar con una pequeña fuga, es fácil buscar los responsables de que una junta no selle o de que una conexión apernada embridada tenga fugas. Normalmente, se piensa que se debe al empaque y, para intentar sellar la conexión, se suele aplicar una torsión/carga adicional sin tener en cuenta las consecuencias para los componentes implicados.

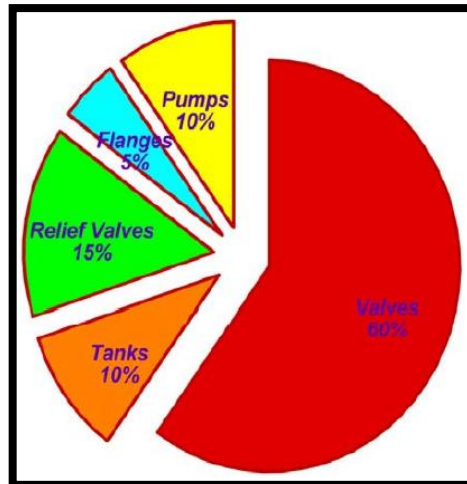
Sin embargo, aunque el empaque desempeña un papel muy importante en el sellado, la falla puede deberse a otros factores. El estudio PVRC (Pressure Vessel Research Council), observaciones y conclusiones tras los eventos documentan el motivo de que fallen los sellos y resalta las siguientes causas raíz del fallo:

- Desajuste de bridas (12%), Pernos flojos (15%), Empaque defectuoso (22%), Brida dañada (25%), Instalación incorrecta (26%).¹¹

¹¹ HYDRATIGHT. Joint Integrity Management Solutions™ Jims™.

Como indica el estudio, los componentes dañados, el equipo desajustado y el ensamble incorrecto de las juntas en su totalidad provoca más fallas de sellado que los empaques.

Figura 20. Estadística en donde se presentan las fugas en bridas



Fuente: HYDRATIGHT. Joint Integrity Management Solutions™ Jims™.

El factor humano sigue siendo la causa número uno de fuga de brida dado a que se presentan las siguientes situaciones.

Tensión irregular en los pernos. Un procedimiento incorrecto de apriete/ensamble o un difícil acceso a los sujetadores puede dejar algunos pernos flojos mientras otros están demasiado apretados, lo que puede aplastar el empaque. Esto puede causar fugas en servicios, especialmente en aquellos a altas temperaturas, al relajarse los pernos que están muy cargados.

Alineación incorrecta de bridas. La alineación incorrecta, especialmente el paralelismo entre las caras de las bridas, causa una compresión del empaque irregular, aplastamiento local y, por consiguiente, se pueden producir fugas. Una

alineación inadecuada de la línea central de las bridas también puede causar una compresión irregular del empaque y fugas de bridas.

Centrado incorrecto del empaque. Si un empaque se instala fuera de su centro en relación con las caras de las bridas, el empaque se comprimirá de forma irregular y propiciará que la junta tenga fugas. Los empaques de bobinado en espiral y los empaques con camisa doble tienen normalmente un anillo de centrado que se extiende hasta el borde interior de los pernos. Se puede cortar un empaque en lámina de modo que su diámetro exterior concuerde con el borde interior de los pernos.

Caras de bridas sucias o dañadas. La suciedad, oxidación, arañazos, salientes, salpicaduras de soldadura en superficies de asientos de los empaques y las superficies de asientos deformadas producen líneas de fuga o pueden causar una compresión del empaque irregular que puede tener como resultado una fuga de brida.

Cargas excesivas del sistema de tuberías en ubicaciones de bridas. Las fuerzas y los momentos de flexión excesivos pueden aflojar el apertado o deformar las bridas y provocar fugas. Las causas comunes son una flexibilidad inadecuada de las tuberías, el uso de pretensionado en frío para alinear las bridas y una ubicación inadecuada de los soportes o sistemas de sujeción.

Choque térmico. Las oscilaciones térmicas bruscas pueden causar una deformación temporal de las bridas. Normalmente esto supone un gran problema en las aplicaciones a alta temperatura. No siempre se pueden evitar las variaciones de los procesos. Un problema relacionado es la variación de temperatura alrededor de la circunferencia de la brida (por ejemplo, enfriamiento en la parte superior debido a la lluvia o líquido frío en la parte inferior y gas caliente en la parte superior). Si se produce este problema, se pueden instalar

blindajes con chapas de metal para proteger de la incidencia de lluvia o nieve, que puede causar gradientes térmicos en la brida y producir fugas. Estos blindajes sirven también para proteger las bridas y los pernos con temperaturas más uniformes.

Especificación y tamaño incorrecto del empaque. Esto puede tener como resultado la explosión o fuga de brida durante la puesta en marcha o en servicio.

Rectificado de bridas incorrecto. Una estriación más profunda de lo especificado impedirá que se asienten los empaques de bobinado en espiral o con camisa doble y provocará una línea de fuga.

Altos niveles de vibración. Una vibración excesiva puede aflojar los pernos y causar a la larga una fuga de brida.

Valores de tensionado o torsión no válidos. Éstos cuestionan la fuente de información suministrada.

2.3.2 Consecuencias por Fugas en Juntas Bridadas. Las fugas durante los procesos amenazan a los empleados, instalaciones y medio ambiente. En muchas zonas, las instalaciones funcionan bajo presiones rigurosas o incluso más allá de su duración estimada original, lo que eleva el riesgo de fugas de juntas. Varias agencias gubernamentales han examinado las causas de las fugas y han llegado a la conclusión de que su número y gravedad aumentará a menos que se establezcan procedimientos de gestión mejorados.

La integridad de juntas bridadas tiene una gran importancia ya que las fugas demoran la puesta en marcha de producción, provocan cierres no planificados y siempre afectan de forma negativa a los presupuestos. Son inaceptables y se pueden evitar.

Esto es lo que le pueden costar las fugas según Hydratight¹²:

- Cierre de una tubería de gas de 3" (7.6 cm) y 1500 lb (680.4 kg) debido a una carga de perno de servicio insuficiente: costo de producción pérdida de 2,25 millones de dólares.
- Válvula de 16" (40.6 cm) y 300 lb (136.1 kg) apretada por operadores sin formación, con un incendio posterior: valor de producción pérdida de 1.68 millones de dólares
- Pasar por alto una brida para agua de mar de 4" (10.2 cm) y 150 lb (68 kg), lo que provoca la parada de un generador de energía: costo de producción pérdida de 3 millones de libras
- El operador de varios activos ha evaluado el costo medio de todas sus fugas en 100.000 dólares por fuga.

Cuando las juntas bridadas no tiene una buena integridad compromete al resto de los activos que están a su alrededor a su vez a las instalaciones y a terceros ya que se pueden presentar incendios o contaminaciones ambientales.

Todas las juntas bridadas pueden tener fugas y en los últimos años, las investigaciones realizadas por las industrias del sector energético han resaltado la gravedad e importancia de evitar las fugas. Por ejemplo, HSE del Reino Unido ha descubierto que se produjeron 243 fugas en promedio año en alta mar durante el período de 1992 a 2002, el 17% de las cuales provenían de juntas bridadas. Así mismo, Pressure Vessel Research Council informó de que las plantas medias de América del Norte sufren 180 fugas al año, el 2 o 3% de las cuales llevan al cierre definitivo de la planta o a reparaciones muy importantes.

Ambos estudios también han revelado que el 29% de las fugas se atribuyeron a un mal diseño o acoplamiento incorrecto de componentes, el 26% se atribuyó a fallos mecánicos, el 12% se debió a escasa mano de obra o falta de competencia.

¹² HYDRATIGHT. Joint Integrity Management Solutions™ Jims™.

Estudios anteriores sobre integridad de juntas han revelado que, el 25% de las fugas se produjeron durante la puesta en marcha, el 51% de las fugas se produjeron durante el funcionamiento, el 17% de todos los escapes provenían de juntas apernadas.

Resulta fundamental para la integridad de juntas bridadas disponer de personal competente en el proceso de inspección/ensamble y apriete de las conexiones apernadas embridadas, incluidos los subcontratistas, durante una paralización cuando el personal está a pleno rendimiento.

2.3.3 Legislación Colombiana en Hidrocarburos.

Las emisiones fugitivas o fugas son descargas no planeadas en tuberías no confinadas, ductos o venteos. Las emisiones fugitivas de válvulas bombas y bridas en los válvulas, en Estados Unidos han sido estimadas en más de 300,000 toneladas de producto por año.

La legislación tiene que desempeñar una función fundamental, debido a los problemas de salud y seguridad que surgen a diario con respecto a las fugas y emisiones notificables, y la legislación suele exigir la formación.

Toda compañía de transporte de hidrocarburos por Oleoducto debe tener documentado y familiarizado el Plan de Respuesta a Emergencias el cual debe incluir con los procedimientos que proporcionen seguridad cuando ocurra una condición de emergencia, fugas, derrames, falla operacional, etc. Que cumplan con los parámetros establecidos en el decreto ley 321 de 1999 – Plan Nacional de Contingencia.

Estas son algunas de las leyes Colombianas que contempla el manejo de hidrocarburos:

- **Decreto 2811 ART.31 de 1974** Presidencia de la República: En accidentes acaecidos o que previsiblemente puedan sobrevenir, que causen deterioro ambiental, o de otros hechos ambientales que constituyan peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro.
- **Ley 9 ART.102 de 1979** Congreso de la República: Los riesgos que se deriven de la producción, manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas serán objeto de divulgación entre el personal potencialmente expuesto, incluyendo una clara titulación de los productos y demarcación de las áreas donde se opere con ellos, con la información sobre las medidas preventivas y de emergencia para casos de contaminación del ambiente o de intoxicación. **ART.130** En la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo o disposición de sustancias peligrosas deberán tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana, animal o al ambiente, de acuerdo con la reglamentación del Ministerio de Salud.
- **Decreto 1594 ART.93 de 1984** Ministerio de Agricultura: Cuando en un cuerpo de aguas se presenten vertimientos accidentales o por fuerza mayor o caso fortuito, tales como de petróleo, hidrocarburos y otras sustancias, que originen situaciones de emergencia, el Ministerio de Salud coordinará con las EMAR los procedimientos tendientes a controlar dicha situación.
- **Ley 55 de 1989** Congreso de la República: Por medio de la cual se aprueba el "Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos" de 1969 y su Protocolo de 1976.

- **Decreto 1421 ART. 3 1996** Ministerio del Medio Ambiente: Bastará la presentación del plan de manejo ambiental ante la autoridad competente, sin que medie autorización alguna, para dar inicio a los proyectos, obras o actividades de: 4. Proyectos de hidrocarburos en los siguientes casos: d) Proyectos de rehabilitación o mejoramiento de líneas de conducción que utilicen el mismo derecho de vía y cuenten con licencia ambiental o plan de manejo ambiental autorizado por la autoridad ambiental competente; i) Rehabilitación y mejoramiento de estaciones de recolección, tratamiento, bombeo o almacenamiento de hidrocarburos.
- **Decreto 321 ART.2 de 1999** Ministerio del Interior: El plan nacional de contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres (PNC) debe ser un instrumento rector del diseño y realización de actividades para prevenir, mitigar y corregir los daños y ser también una herramienta estratégica, operativa e informática que permita coordinar la prevención, el control y el combate de los efectos nocivos provenientes de derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en el territorio nacional, bajo criterios unificados y coordinados. **ART.8** Los lineamientos establecidos en el PNC deberán ser incorporados en los planes de contingencias de todas las personas que exploren, investiguen, exploten, produzcan, almacenen, transporten, comercialicen o efectúen cualquier manejo de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas, o que tengan bajo su responsabilidad el control y prevención de los derrames en aguas marinas, fluviales o lacustres.
- **Decreto 1609 ART.50 de 2002** Ministerio de Transporte: En caso de emergencia, accidente, derrame, incidente, fuga o avería, el remitente, el destinatario y empresa transportadora, darán apoyo y prestarán toda la información necesaria que les fuere solicitada por las autoridades públicas y

organismos de socorro, de acuerdo con los lineamientos establecidos en su plan de contingencia.

- **Decreto 4741 ART 17. de 2005** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Las instalaciones que prestan servicios de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos deberán: a) Obtener las licencias, permisos y autorizaciones; c) Brindar un manejo seguro y ambientalmente adecuado de los residuos de acuerdo con la normatividad vigente; d) Expedir al generador una certificación, indicando que ha concluido la actividad de manejo de residuos o desechos peligrosos, de conformidad con lo acordado entre las partes; e) Contar con personal que tenga la formación y capacitación adecuada para el manejo; g) Contar con un plan de contingencia actualizado y contar con personal preparado para su implementación. En caso de tratarse de un derrame el plan de contingencia debe seguir los lineamientos del Decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el plan nacional de contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres o aquel que lo modifique o sustituya y estar articulado con el plan local de emergencias del municipio, para atender otro tipo de contingencia.
- **Resolución 138 ART.12 de 2005** Dirección General Marítima y Portuaria: Los remolcadores de asistencia están obligados a atender oportunamente emergencias tales como derrame, incendio, encallamiento, hundimiento de naves o cualquiera otro que comprometa la seguridad de la vida humana, la protección del medio ambiente marino, los bienes comunes y el acceso al puerto, en los términos señalados en los artículos 1545 y siguientes del Código de Comercio. **ART.6** El uso de remolcadores es obligatorio en todas las áreas marítimas y fluviales de practica, para asistir a naves y

artefactos navales nacionales y extranjeras de arqueo bruto igual o superior a 2.000.

- **Decreto 1220 ART.4 de 2005** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Licencia ambiental global. Es la autorización otorgada por la autoridad ambiental competente para las obras y actividades relacionadas con los proyectos de explotación minera y de hidrocarburos. **ART.8** El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, otorgará o negará la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades: d) El transporte y conducción de hidrocarburos líquidos por fuera de los campos de explotación que impliquen la construcción y montaje de infraestructura de líneas de conducción con diámetros iguales o superiores a 6 pulgadas (15,24 cm), incluyendo estaciones de bombeo y/o reducción de presión y la correspondiente infraestructura de almacenamiento y control de flujo; e) Los terminales de entrega y estaciones de transferencia de hidrocarburos líquidos, entendidos como la infraestructura de almacenamiento asociada al transporte por ductos.
- **Ley 885 de 2004** Congreso de la República: Por medio de la cual se aprueban el "Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990", y el "Protocolo sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra los Sucesos de Contaminación por Sustancias Nocivas y Potencialmente Peligrosas, 2000".
- **Decreto 4728 ART.3 de 2010** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: El artículo 35 del Decreto 3930 de 2010, quedará así: Los usuarios que exploren, exploten, manufacturen, refinan, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias nocivas para la salud y para los recursos hidrobiológicos, deberán estar provistos de un plan de contingencia y control de derrames, el cual deberá contar con la

aprobación de la autoridad ambiental competente. Cuando el transporte comprenda la jurisdicción de más de una autoridad ambiental, le compete el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial definir la autoridad que debe aprobar el plan de contingencia”.

- **Resolución 181258 ART.5 de 2010** Ministerio de Minas y Energía: El transportador de crudo por oleoducto tiene las siguientes obligaciones: 1. Mantener el oleoducto en condiciones adecuadas de operación. 10. Disponer de instalaciones adecuadas para manejar y controlar los volúmenes transportados, la calidad y efectuar el transporte según las especificaciones propias de la industria. 13. Establecer mecanismos de control e inspección para mantener la integridad del sistema de transporte y programar los mantenimientos y las reparaciones requeridas. 18. Cumplir con las normas establecidas sobre protección y preservación del medio ambiente para lo cual deberá tener previstos los procedimientos de cierre y abandono del oleoducto.

OCENSA debe cumplir con las normas y regulaciones internacionales establecidas para integridad de consideración el cumplimiento de las leyes colombianas en cuanto a operación y protección al medio ambiente. Para dar cumplimiento a esto se realizar la medición anual a través de auditorías externas, internas al programa de integridad desde la perspectiva de cumplimiento. A su vez con el estado se compromete a cumplir con la Ley y las normas vigentes, así como con los tratados internacionales aplicables, y fortalecer las instituciones legítimamente constituidas.

La Política de Relaciones con la comunidad expresa su compromiso en tres dimensiones: el cumplimiento de la Ley, el manejo de los impactos de su operación y la construcción de condiciones socioeconómicas y políticas estables. Para desarrollarla se estructuró un modelo de intervención, acompañado de un plan de inversión social.

2.4 DISEÑO CONCEPTUAL DEL PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD PARA JUNTAS BRIDADAS

El diseño del Plan de Gestión de Integridad de Juntas Bridadas estará basado en las directrices para la gestión de la integridad de las uniones atornilladas para los sistemas de presión, diseñado por el Instituto de Energía de LONDRES, en donde se establecen lineamientos relacionados con el análisis en consideración de carácter técnico o procedimental, desarrollo y promoción de buenas prácticas de la industria y las medidas adecuadas de desempeño que son exigidos para el desarrollo de actividades relacionadas al objeto de estudio en la industria de petróleo y gas en él la cual se busca reducir la incidencia de fugas de hidrocarburos en instalaciones de transporte de fluidos en tierra o submarinas.

Este planteamiento ofrecen un valioso asesoramiento para ayudar a los involucrados a gestionar la integridad de la planta para cualquier instalación que emplean las juntas bridadas y así mismo se implementen sistemas de gestión de integridad.

3. PROPUESTA MODELO PLAN DE GESTIÓN DE INTEGRIDAD DE JUNTAS BRIDADAS (PGIJB)

La propuesta modelo de este documento busca definir las mejores prácticas hacer aplicadas en el Oleoducto Central S.A en las juntas bridadas y poder garantizar la integridad de estas. A su vez no pretende ser una guía de diseño para juntas bridadas, sino un plan del cómo manejar las juntas bridadas durante la construcción, puesta en marcha y a través de su vida.

El alcance de esta propuesta cubre todas las juntas que contiene la presión en tuberías del Oleoducto Central S.A. Considerando que el código original de construcción de tubería es el ANSI/ASME B B31.3 para estaciones, y para la línea incluyendo trampas de recibo y despacho ANSI/ASME B B31.4. Para bridas según especificaciones ASME B16.5 o ASME B16.47.

El plan contempla los siguientes elementos esenciales que deben aplicarse en el plan de gestión para juntas bridadas y poder asegurar que el sistema está implementado y sigue siendo eficaz:

- **Liderazgo en el PGIJB:** Se plantea que debe haber propietarios identificados del sistema o plan de gestión, responsables no sólo de su implementación y mantenimiento continuo, sino también para la comunicación de sus metas y objetivos a toda la organización. El líder debe establecer las expectativas, objetivos, metas para el sistema y vigilar su eficacia. Se propone que este líder mayor sea el área de integridad de OCENSA.
- **Tecnología y buenas prácticas:** Se formulan buenas prácticas en materia de selección, control de montaje y la garantía de ajuste que se debe aplicar en el apernado de juntas bridadas. Comprensión de la teoría y práctica de

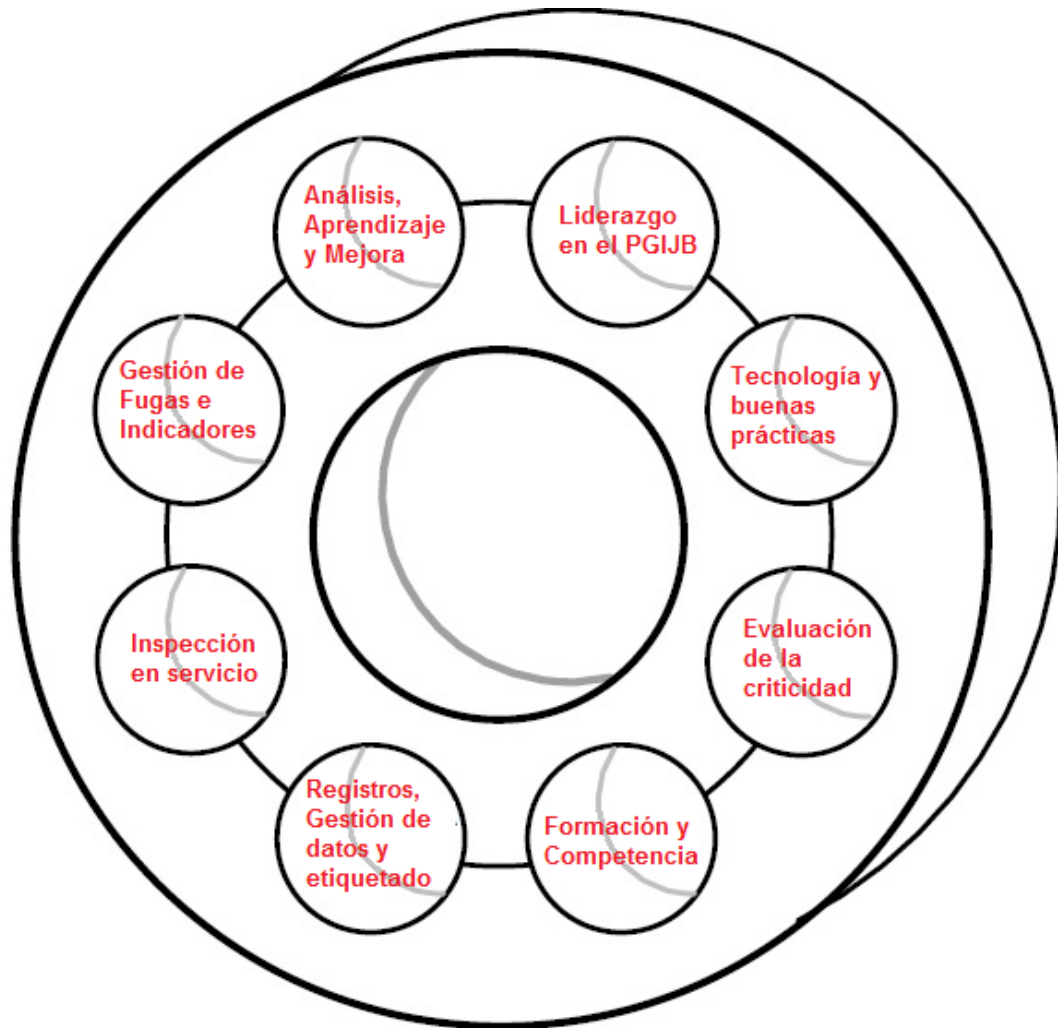
las uniones atornilladas y el desarrollo de procedimientos adecuados que debería alentar a toda OCENSA.

- **Evaluación de la criticidad:** Allí se propone que cada junta bridada debe someterse a una evaluación de criticidad en la cual se va a determinar los niveles de inspección en servicio y en el control de montaje, técnica de apernado o torque y ensayos. Esta evaluación se realiza teniendo en cuenta diferentes variables como son: Tipo de servicio, presión, temperatura, vibraciones, etc. Y otras condiciones que las juntas bridadas experimentan y que pueden variar considerablemente.
- **Formación y Competencia:** Allí se traza que todas las personas con influencia sobre integridad de las juntas bridadas en la organización deben ser conscientes del sistema de gestión, sus objetivos, expectativas y los efectos sobre la planificación de proyectos y el trabajo del día a día. El buen conocimiento debe ser mantenido. Todo el personal que trabaja en las juntas bridadas deberá estar debidamente capacitado y competente.
- **Registros, Gestión de datos y etiquetado:** Se formula que para lograr excelencia en la gestión de integridad de juntas bridadas es indispensable contar con los datos históricos existentes sobre las actividades realizadas en el pasado, de ser posible los de construcción original de la junta, diseño y montaje de la misma. Proporcionar y registrar los datos que alimentan la trazabilidad y mejores prácticas en el momento de ejecutar actividades en la junta, y a su vez proporcionará datos útiles para la planificación de una próxima intervención.
- **Inspección en servicio:** Se expresa sobre la importancia de prender de los resultados positivos y los incidentes. Un sistema de gestión debe incluir los medios para reunir los datos pertinentes sobre las juntas bridadas que son

exitosas y las que tienen incidencias o problemas de fugas. Todas las situaciones anormales deben ser reconocidas por todos los involucrados, y periódicamente revisadas y analizadas para establecer las tendencias, problemas y oportunidades de mejora.

- **Gestión de Fugas e Indicadores:** El objetivo de una junta bridada bien diseñada e instalada con pernos es proporcionar un cierre hermético a largo plazo y evitar la entrada o la salida de líquidos a través de la misma. Sin embargo, las fugas pueden ocurrir y la gestión de la investigación y la reparación de la fuga es esencial para evitar la recurrencia. También puede proporcionar datos útiles para la prevención en otros proyectos, estaciones y compañías. Una fuga aunque pequeña que parezca se debe cuantificar en volúmenes y establecer las pérdidas, por tal razón se debe establecer indicadores que permitan medir la gestión del plan de integridad en juntas bridadas.
- **Análisis, Aprendizaje y Mejora:** Se propone el análisis de los datos de fugas presentadas y de inspecciones ejecutadas, junto con revisiones formales del plan de gestión debe realizarse a intervalos acordados con los que intervienen en el plan y con los responsables de cada estación o línea. Los resultados obtenidos del análisis de la puesta en marcha, incidentes y las inspecciones en servicio debe ser utilizado para generar ideas para la mejora continua. Todos los planes de acción formulados en estos análisis deben ser controlados y retroalimentados, para luego ser evaluados los resultados significativos y poder cuantificar la contribución realizada por el plan de gestión, a su vez ver la satisfacción del usuario, recibir comentarios sobre las buenas prácticas en materia de integridad. Las causas y soluciones a incidentes debe ser proporcionada tanto a nivel interno y para la industria contribuir a la mejora continua.

Figura 21. Propuesta Modelo PGIJB



Fuente: Autor de la monografía

3.1 LIDERAZGO PARA EN EL PLAN DE GESTION DE INTEGRIDAD DE JUNTAS BRIDADAS

La integridad del Oleoducto es concebida en OCENSA desde el momento de la planeación del diseño y la construcción, bajo estrictos controles de calidad por personal calificado y conforme a códigos y reglamentación existente, tanto internos como externos, usando procesos definidos para mantener y operar las

facilidades de forma segura. La evaluación permanente del riesgo es un elemento clave para el manejo de la Integridad en OCENSA, al igual que la integración de la información.

La meta que se propone en este plan es prevenir fugas causadas por deterioro o por mal apriete de las juntas bridadas del oleoducto, tanques, facilidades o estaciones. Esta meta debe ser de carácter corporativo bajo un compromiso general a todo nivel de proteger la salud y seguridad de empleados, comunidades y medio ambiente. Cabe aclarar que estos compromisos están incluidos dentro de la Política de Seguridad Industrial y la Directriz de Mantenimiento de la Compañía.

Para la implementación y cumplimiento de las metas y objetivos es necesario llevar a cabo una serie de elementos como se nombraron anteriormente de acuerdo a las normas, procedimientos y regulaciones aplicables y previamente establecidas.

El plan de gestión debe ser un proceso dinámico y flexible el cual se actualiza y se revisa permanentemente, de acuerdo con los requerimientos operacionales del Oleoducto. Esta continua evaluación permite un mejoramiento permanente del sistema, el cual contempla el uso de nuevas estrategias, planes, procedimientos y tecnologías.

Se plantea que debe haber propietarios identificados del sistema o plan de gestión, responsables no sólo de su implementación y mantenimiento continuo, sino también para la comunicación de sus metas y objetivos a toda la organización. El líder debe establecer las expectativas, objetivos, metas para el sistema y vigilar su eficacia. Se propone que este líder mayor sea el área de integridad de OCENSA.

Lo que se busca es ejecutar un plan que permita asegurar la integridad de las juntas pernadas en las plantas del Oleoducto, obteniendo como resultado el diagnóstico y corrección de fallas potenciales antes que estas ocasionen eventos o aumenten sustancialmente la probabilidad de ocurrencia.

El desarrollo del plan está encaminado a controlar los riesgos potenciales tanto para las personas, el medio ambiente y las instalaciones debido a fallas en juntas pernadas (bridas), pero dicho objetivo futuro debe ir concatenado a la ejecución de trabajos de manera planeada y efectiva de identificación de peligros, medición y cuantificación de riesgos y acciones de mitigación que aseguren una serie de tareas seguras completamente.

3.2 TECNOLOGÍA Y BUENAS PRÁCTICAS PARA JUNTAS BRIDADAS

Lo que se propone en este elemento es la verificación de procedimientos basados en los estándares aplicables de la industria. Para esto se debe elaborar documentos para correcto ajuste de juntas pernadas. Siguiendo las recomendaciones descritas en ASME PCC-1-2000 “Guidelines for Pressure Boundary Bolt Flange Joint Assembly”, “BS 10 – Flanges and Bolting” ANSI B31.3 y B31.8, ASME 8 Sec III Div 2, API 570 Piping Inspection Code, ASME 31.3 Process Piping, MSS SP 44 Steel piping flanges, entre otras normas relacionadas como ASME 16.21,16.5,16.34¹³.

Se deben desarrollar procedimientos para torque en caliente “Hot Bolting” y el análisis de riesgos relacionado a este trabajo, también se contempla la verificación de selección de empaques y aislamientos para bridas de acuerdo a API B16.20^a “Metallic Gasket for Pipe Flanges” o Identificación de Bridas y materiales de acuerdo a ASME 16.5.

¹³ ASME PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010.

También se contempla la selección y aseguramiento de Equipos y herramientas aplicables disponibles en el mercado.

Como base fundamental en el desarrollo de un plan de integridad de juntas y un mantenimiento de clase mundial, es el efectuar la intervención de las mismas de tal manera que se pueda medir y controlar el proceso de ajuste en función de las especificaciones de diseño, asegurando el 100% de la eficiencia en el sistema y un máximo de confiabilidad; siempre propendiendo a localizar los equipos y herramientas que minimicen riesgos a los trabajadores tanto inmediatos como enfermedades profesionales.

Se debe evaluar el uso de herramientas modernas para ajuste de juntas pernadas minimiza el riesgo ergonómico del personal. Disminuye sustancialmente problemas de esguinces, contusiones, machucones que estadísticamente generan incapacidades.

Para la correcta ejecución de los trabajos en juntas bridadas OCENSA debe tener seleccionado diferentes equipos disponibles en el mercado aplicables a las bridas, dimensiones, rating y construcción de la estación los cuales son:

- ✓ Equipos de Torque manual
- ✓ Equipos de Torque Hidráulico con motor neumático o eléctrico
- ✓ Equipos de alineación de bridas
- ✓ Equipos para apertura de bridas

Equipos de Torque Manual: OCENSA debe realizar el aseguramiento en cada uno de sus frentes de trabajo o estaciones para tener disponibles equipos de torque tipo manual trinquete de fabricante como PROTO o SNAP-ON en rangos de 0 a 250 ft-lb, 10 a 600 ft-lb. Los cuales deben ser calibrados y certificados por

lo menos cada dos años o cada vez que se tenga anomalías o incertidumbre en su funcionamiento.

Equipos de Torque Hidráulico con motor neumático o eléctrico: OCENSA debe realizar el aseguramiento en cada uno de sus frentes de trabajo o estaciones para tener disponibles equipos de torque tipo hidráulico con dos tipos de brazo: uno con cuadrante para utilizar con copas de impacto y otro tipo casete el cual se utiliza directamente en lugares en donde no se tiene acceso o espacio suficiente para que entre el brazo anterior con la copa.

Existen dos tipos de bombas para equipos hidráulicos de torque las cuales OCENSA debe tener como son la bomba con motor neumático que es la más adecuada para trabajo en áreas clasificadas. Y la bomba con motor eléctrico para trabajos en áreas no clasificadas.

Equipos de alineación de bridas: Para el proceso de ajuste de bridas, en donde se encuentra con frecuencia problemas de alineación, que normalmente se hace con palancas o diferenciales induciendo excesiva carga a la tubería o permitiendo al personal sobre exponerse a golpes, sobreesfuerzo y/o machucones, se han desarrollado en el mercado equipos y herramientas que permiten la alineación rápida, precisa y fácil como el descrito a continuación.

Equipos para apertura de Bridas: Igualmente, cuando se debe realizar la apertura de la junta, tradicionalmente se usan palancas que inducen los mismos riesgos descritos anteriormente. Actualmente hay en el mercado equipos como el descrito a continuación los cuales facilitan y eliminan el riesgo asociado.

Para poder desarrollar los objetivos del plan es indispensable diseñar procedimientos de instalación y tener las herramientas adecuadas. Por tal razón en este elemento se presenta un breve resumen de cómo funcionan las juntas

bridadas y la orientación sobre el montaje seguro y eficiente de las mismas. También se analizan las propuestas básicas para las pruebas de integridad. Los principios establecidos son de carácter genérico y no exclusivo de la presión de las aplicaciones de contención, ya que pueden aplicarse a las uniones atornilladas sometidas a condiciones de servicio tales como la fatiga, vibraciones y carga estructural.

Una junta bridada es engañosamente simple, pero, al igual que la unión soldada, su integridad se basa en una serie de parámetros que incluyen el diseño básico, las calidades estructurales y metalúrgicas de sus componentes y el logro de la fuerza de diseño de abrazadera que requiere el montaje. La importancia de la planificación de ensamble de la junta, la preparación de todos los componentes, procedimientos, herramientas y aplicaciones para asegurar la correcta metodología es esencial.

Lo que se plantea es que generen estándares, procedimientos, instructivos y formatos para estandarizar el conocimiento y las mejores prácticas en OCENSA, así mismo tener herramientas manuales y equipos certificados. Por tal razón se deben contemplar los siguientes puntos.

3.2.1 Principios del Montaje y Desmonte de una Junta.

Identificación de las bridas y correcta selección de componentes: Se debe asegurar que los materiales correctos están disponibles y que a su vez cumplen con los códigos de construcción de OCENSA. Para cumplir con esto es indispensable involucrar al personal de compras e inventarios de la compañía.

- ✓ Bridas de tamaño correcto, el tipo, material y clasificación.
- ✓ Sujetadores, espárragos o pernos y tuercas de tamaño correcto, del material apropiado para el método de apriete o torque.

- ✓ Lubricante de rosca correcta.
- ✓ Junta, empaque o anillo de sello bien seleccionado y disponible.

Inspección de los componentes y las caras de las bridas: Asegúrese de que:

- ✓ Los componentes y las caras de las bridas estén limpios y en buen estado y con acabado de superficie correcta.
- ✓ Tuercas y espárragos estén limpios.
- ✓ Las juntas, empaques o anillos estén limpias y sin daños.

Montaje de los componentes: Los componentes deben ser montados de acuerdo con los procedimientos diseñados y deben ser pertinentes para el tipo de método de ajuste que se utilizará. Por tal razón se debe asegurar que:

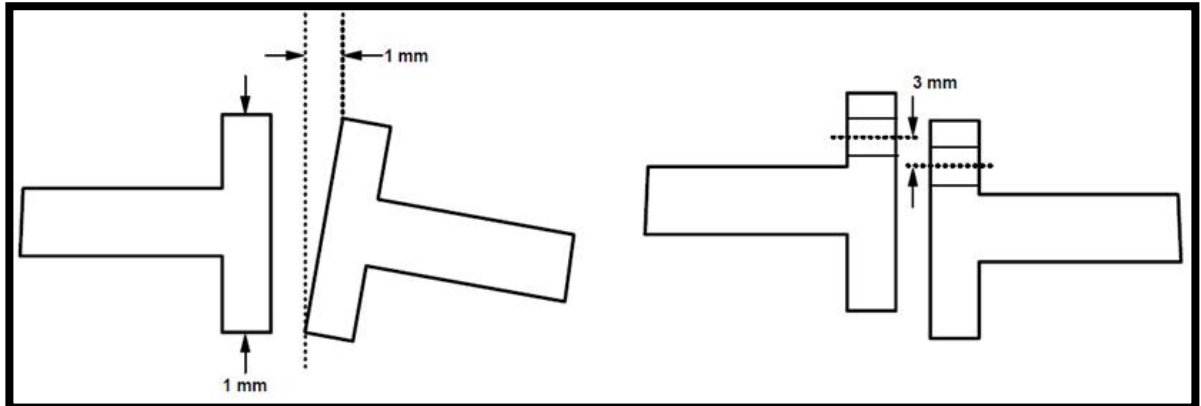
- ✓ Los tornillos son lubricados.
- ✓ Los pernos se han definido correctamente en la brida para permitir la protrusión hilo correcto y apropiado de las herramientas.
- ✓ La Junta empaque o anillo se centra correctamente.

Alineación de bridas: Las bridas se deben alinear inicialmente en la condición de normal sin ningún tipo de fuerzas externas aplicadas. El código ASME B31.3 Tuberías (1999 Edition) 335.1.1 (c) estipula que caras de las bridas se ajustarán a 1 mm en 200 mm, medida a través de cualquier diámetro, y los agujeros de la brida tornillo deben estar alineados en un máximo de 3 mm de desplazamiento (véase la Figura 22 de la Pagina 90). En general en OCENSA se debe establecer como las desviaciones en desalineación permisible.

Cuando se realiza el aprieta de una junta bridada no se debe causar cargas inaceptables y deformaciones en otras partes del sistema, lo que significa que la

carga del perno no se debe utilizar para tirar de las bridas si no para comprimir la junta.

Figura 22. Tolerancia de Alineación en las juntas Bridadas



Fuente: Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007.

Antes del apriete de la Junta Bridada: Antes de apretar el conjunto se debe considerar si la junta ya ha sido montada y apretada antes, por ejemplo, como parte de un programa de pruebas durante la construcción, o la articulación se abre, como parte de un programa de mantenimiento después de un período de servicio.

Se deben tener las siguientes precauciones cuando se rompe una junta bridadada que está instalada:

- ✓ Garantizar más allá de toda duda de que la línea o pieza de equipo que se está trabajando ha sido correctamente aislado y ventilado a la presión atmosférica.
- ✓ Asegúrese de que todas las indicaciones de seguridad y permiso de trabajo están en su lugar y se cumplan estrictamente.

- ✓ Tomar una posición contra el viento de la brida siempre que sea posible. Nunca se pare en la línea radial con la cara de la brida. Suelte el tornillo más lejos, permitiendo que la presión residual de gas o líquido no afecte las personas. No retire la tuerca y el tornillo en esta etapa.
- ✓ Seguir para liberar el resto de tuercas, pero no los separe de los tornillos hasta que la brida conjunto ha sido totalmente roto.
- ✓ El personal también debe ser consciente de los riesgos.

3.2.2 Apriete Controlado de la Junta Bridada. El objetivo de cualquier ajuste es lograr una correcta y uniforme fuerza de sujeción de la articulación. La persona que realiza el apriete tiene que saber la carga del perno o valor de tensión de los pernos requerida. También tiene que conocer la metodología de apriete seleccionada por OCENSA.

La carga del perno o el estrés se han calculado para ser adecuado para la articulación y sus condiciones de servicio. Cualquier cambio en el sistema de brida, tales como su tamaño, tipo y material podría cambiar el requisito de la tensión del perno. Del mismo modo cualquier cambio en la junta también podría cambiar la carga del perno de diseño. Cualquiera de estos cambios debe ser comprobada con una autoridad técnica en OCENSA.

Se deben diseñar registros para la planeación del ajuste o torque de juntas bridadas para dejar la trazabilidad de esta.

Los siguientes puntos son específicos de la técnica correspondiente ajuste.

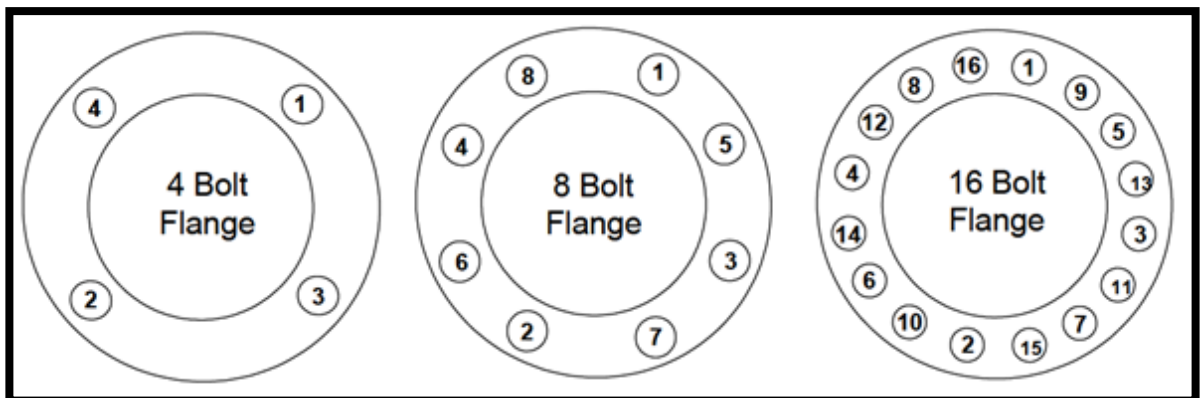
Lubricantes: Independientemente de la herramienta utilizada para el ajuste, el lubricante tiene un efecto significativo sobre la carga del perno logrado o el estrés de un par dado. Se debe utilizar un lubricante conocido de buena calidad, apto

para el servicio y del coeficiente de fricción probado. Se plantea que OCENSA en el estándar a diseñar adoptar por un lubricante único, lo que evita la posibilidad de confusión.

Apriete: En los instructivos se debe especificar que el par de apriete debe llevarse a cabo de forma secuencial en tres fases hasta llegar al 100% del par máximo especificado, utilizando el método crossbolt apriete¹⁴. Por lo general tres etapas de 30%, 70% y el 100% se utilizan. Es importante que la brida se apriete de manera uniforme para evitar la sobrecarga de la junta, empaque o anillo en cualquier momento y esto debe ser monitoreado en todo momento durante el proceso. Por tal razón se deben enumerar los espárragos como se muestra en la Figura 23, el cual muestra el par de apriete cruzado en secuencias según ASME PCC1.

Una vez que el primer nivel del 100% se ha conseguido un pase de ver entonces debe llevarse a cabo en todos los pernos usando un pase de las agujas del reloj para asegurar que todos los tornillos estén en el nivel de torque final.

Figura 23. Consecutivo de apriete en juntas bridadas.



Fuente: Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007

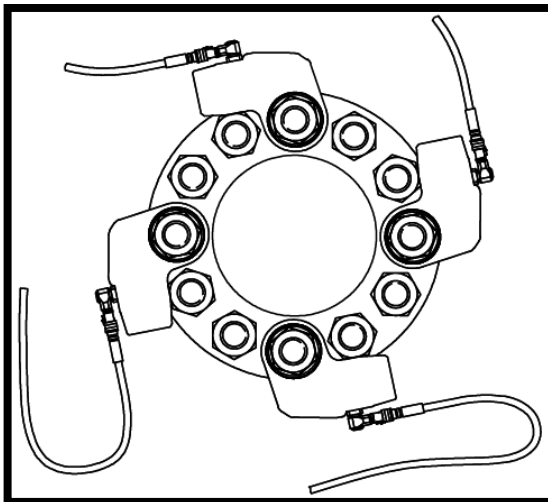
¹⁴ Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007

Se plantea que OCENSA debe definir qué tipo de herramienta calibrada va a utilizar en los diferentes aprietes. Para aprietes menores o iguales a tantas Lb/ft utilizar torque manual y mayores o iguales a tantas Lb/ft utilizar bomba de torque hidráulico

Utilización de herramientas de torque múltiples: A pesar que OCENSA cuenta con equipos de torque individual también existe múltiples herramientas de torque se puede utilizar en una articulación para ayudar a mantener las caras de las bridas en paralelo durante el proceso de ajuste.

En una aplicación típica de cuatro herramientas de torque está conectado a una sola bomba hidráulica de manera uniforme a todo el conjunto, como se muestra en la Figura 24. Para este tipo de herramienta se debe aplicar el mismo apriete anteriormente mencionado.

Figura 24. Uso de herramienta de torque múltiple



Fuente: PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010.

3.2.3 Confiabilidad en Juntas Bridadas: Lo que se traza en este punto son todos los factores claves a tener en cuenta para obtener una excelente confiabilidad de una unión o junta bridada e incluye tres factores claves:

- ✓ Diseño y cálculo de la carga del perno.
- ✓ Calidad de los componentes.
- ✓ Correcta carga aplicada de diseño del perno.

Estos tres factores son críticos para la confiabilidad de la junta bridada. Con la medición y control de estos factores la confiabilidad de las uniones atornilladas está asegurada.

Figura 25. Elementos que garantizan una unión confiable



Fuente: Capacitación de Torque Tecnicontrol.

Cálculos de carga de los pernos: Es crucial que la carga del perno se ha calculado utilizando un método aprobado y se conoce antes de la instalación

conjunta. El valor de torque aplicado debe registrarse en los respectivos formatos diseñados por OCENSA. Esto facilita la coherencia y la trazabilidad y permite tomar decisiones conscientes para hacerse con respecto a la carga del perno una cuestión que se suscite con una articulación.

Apriete de los pernos o espárragos: El propósito de apretar un tornillo es estirar el tornillo dentro de su límite elástico de modo que al tratar de volver a su tamaño original que imparte una fuerza de sujeción de la brida. El par de apriete es uno de los métodos de control, no como las llaves de impacto que tienen mucho menos control de carga como la tienen las llaves hidráulicas. Para los tornillos más pequeños “<1 ” las llaves de mano ofrecen una buena práctica para el par de apriete controlado, pero también estas herramientas deben estar debidamente calibradas.

La variación en la lectura de torque y la carga del perno resultante depende de muchos factores, por ejemplo:

- ✓ Fricción en las interfaces de cierre de contacto.
- ✓ Fijación de calidad por ejemplo falla en los hilos del perno o daños generales
- ✓ Tolerancias en dimensiones de los pernos, tuerca y la brida.
- ✓ Tolerancias en el material del perno, la tuerca y la brida y las propiedades mecánicas.
- ✓ Competencia del operador.
- ✓ La precisión del dispositivo de aplicación de par.
- ✓ Revestimientos de superficies y la lubricación.

Apriete de proceso: Es de vital importancia asegurar los cálculos del perno y que estén disponibles antes de hacer un apriete de la junta bridada. Estos deben ser registrados en los respectivos formatos y así mismo deben estar en el sistema de gestión de datos. Los valores de apriete para tamaños de pernos en particular se

puede encontrar dentro de "las normas o, en el caso de los fabricantes de propiedad".

Equipos hidráulicos o neumáticos para apriete: Cuando las condiciones son favorables y los pernos se aprietan al mismo tiempo, los tensores hidráulicos pueden proporcionar una tensión en el tornillo consistente. Para que esto se de depende de una serie de factores.

- ✓ Tolerancias en las propiedades del material tornillos, tuercas, bridas y la junta.
- ✓ Tolerancias de tornillos, tuercas, bridas y dimensiones de la junta.
- ✓ Operador de habilidad y control de la técnica de apriete.
- ✓ Calibración de medidores de presión de los equipos.
- ✓ Un mantenimiento correcto a los equipos hidráulicos.

La operación de apriete de los sujetadores debe llevarse a cabo de conformidad con el procedimiento indicado el fabricante del equipo la tensión. Con el fin de mejorar la integridad de la brida y la seguridad de funcionamiento, es importante que los equipos neumáticos e hidráulicos de apriete cumple con las especificaciones requeridas y es mantenido y calibrado como mínimo una vez al año o más frecuentemente si las circunstancias lo justifiquen. Los medidores o manómetros de estos equipos deben ser calibrados antes de su uso prolongado.

Deben existir procedimientos claramente definidos que indica que es responsable de asegurar que las herramientas están calibradas y para asegurar que las herramientas son utilizadas por personal competente y adiestrado en su manejo. Dichos procedimientos deben ser específicos para los equipos empleados.

Sistemas de control de carga - carga del perno asegurado: La selección de control de la carga del perno instalado a través de presión hidráulica o directamente a través de un sistema de control de carga, debe depender de la

evaluación del riesgo. La selección de una metodología adecuada de apriete con la garantía de carga de los pernos proporcionan el mínimo riesgo.

Varias técnicas están disponibles en el mercado para controlar y asegurar la carga de tornillos tales como medición de longitud directa en el esparrago, medida ultrasónica de longitud directa en el esparrago, sensores de Monitoreo de la carga en el esparrago, resistencia a las oscilaciones que indican los espárragos.

3.2.4 Prueba de Integridad. Lo que se expone en este punto es la importancia de incluir en los procedimientos las pruebas adecuadas antes de dejar en servicio una junta bridada. Las pruebas no son un sustituto para el montaje correcto y apriete controlado. Debería ser una práctica habitual para el control de apriete de las articulaciones, y que funciones correctamente desde la primera vez para eliminar el retrabajo y minimizar el tiempo de inactividad.

Los niveles de las pruebas de presión: Una vez que la junta se ha restringido y certificados, y los datos quedan registrados, la articulación debe estar sujeto a una prueba de integridad antes de entrar en servicio. OCENSA debe especificar en los procedimientos el nivel de las pruebas y, normalmente, debe contener uno o más de los siguientes:

- ✓ La presión estándar (fuerza) de prueba.
- ✓ Prueba de fugas.
- ✓ Servicio de prueba.

Presión estándar (fuerza) de prueba: Esta prueba debe ajustarse al código de diseño del Oleoducto en sus estaciones tales como ASME B31.3. El objetivo de una prueba de fuerza es para probar la calidad de los materiales y la construcción de los equipos antes de que entre en servicio o el servicio vuelve a entrar después

de una reparación importante. Esta prueba de presión debe llevarse a cabo bajo estándar de pruebas hidrostáticas de OCENSA.

Prueba de estanqueidad: Las pruebas de fugas pueden ser llevadas a cabo en el equipo antes de la prueba de fuerza. En este caso, las pruebas deben ser limitadas a una presión que no exceda del 10% de la presión de diseño como se especifica en el estándar de pruebas hidrostáticas de OCENSA. La prueba de fugas se realiza normalmente en el equipo con el fin de probar la integridad de las articulaciones después de un perturbado prueba de resistencia se ha completado con éxito o durante los trabajos de mantenimiento posteriores.

Servicio de la prueba: Una prueba de servicio es el que normalmente se lleva a cabo en una articulación que no ha sido posible o factible de llevar a cabo una prueba de fugas en primer lugar. Pruebas de servicio se llevan a cabo con el sistema de presión en el servicio, normalmente durante el arranque. La prueba se realiza normalmente (pero no necesariamente siempre) a la máxima presión de operación normal con el fluido del proceso como medio de prueba, y mucho mejor si es posible realizar con agua o gas inerte.

Los fluidos a utilizar como medios de prueba deben ser de acuerdo al estándar de pruebas hidrostáticas de OCENSA, en este caso agua, pero se debe garantizar que el agua cumple con los requerimientos para no generar corrosión. Se debe tener en cuenta la seguridad de las pruebas, a pesar que las pruebas de presión con un líquido no están exentas de riesgos.

Si definitivamente la unión durante las pruebas de integridad no pasa una prueba de integridad, a continuación, aplicar una mayor carga al perno y si tampoco pasa la prueba se debe realizar una investigación y análisis de acuerdo con las medidas descritas en la sección 3.6.

3.3 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD BASADO EN API 580

Hay una variedad de uniones atornilladas involucrados en los sistemas a presión de Oleoducto central S.A, que van desde juntas de baja presión que contiene agua o aire comprimido o juntas de alta presión que contiene hidrocarburos o gases explosivos. A pesar de que todas las uniones deben ser diseñadas e instaladas para contener de manera segura la presión y el contenido especificado, es lógico que las articulaciones a mayor presión o con contenidos peligrosos requiera una vigilancia adicional debido a las posibles consecuencias de un fracaso¹⁵.

En este elemento del plan de integridad de juntas se propone desarrollar la evaluación de criticidad bajo los conceptos recomendados en el API 580 “RBI Risk Based Inspection Plan” (Plan de inspección basada en riesgo); el cual se desarrolla en las siguientes fases:

- Teniendo en cuenta la metodología de valoración de riesgo desarrollados en OCENSA y los valores estadísticos de fallas & efectos a nivel mundial se plantea un algoritmo de calificación de juntas según criticidad el cual se aplica sobre el inventario de juntas.
- Para el desarrollo de una línea base, se ejecuta un cronograma de revisión, verificación y retorqueo de juntas.
- Con la compilación de hallazgos y la calificación de criticidad basada en riesgo; se analiza el riesgo potencial antes y después de la intervención.
- Se realiza la planeación de labores correctivas y preventivas según la clasificación de riesgo residual.

¹⁵ API 580. Risk-based Inspection. First Edition. 2002

3.3.1 Clasificación de Juntas. La Clasificación se establece en un análisis de criticalidad basado en riesgo bajo el concepto del estándar API 580 que permite el desarrollo de planes de inspección basada en Riesgo, se genera un algoritmo para la calificación en función de La consecuencia vs. La Probabilidad de ocurrencia. Como resultado se podrá valorar la criticidad de cada junta bridada en donde el resultado se da en el rango de:

- N= Normal (Valoración entre 0 y 27)
- L= Bajo (Valoración entre 28 y 40)
- M= Medio (Valoración entre 45 y 84)
- H= Alto (Valoración entre 95 y 160)
- VH= Muy Alto (Valoración >200)

A continuación se describe la matriz de evaluación de criticalidad que se recomienda para el plan de gestión de integridad de juntas propuesto.

Consecuencia en las personas:

- Valoración 5: Una o más fatalidades
- Valoración 4: Incapacidad permanente (parcial o total)
- Valoración 3: Incapacidad temporal (mayor a 1 día)
- Valoración 2: lesión menor (sin incapacidad)
- Valoración 1: Lesión leve (primeros auxilios)
- Valoración 0: Ninguna Lesión

Consecuencia Económica:

- Valoración 5: Catastrófica > \$10M
- Valoración 4: Grave \$1M a \$10M
- Valoración 3: Severo \$100k a \$1M
- Valoración 2: Importante \$10K a \$100k

- Valoración 1: Marginal <\$10k
- Valoración 0: Ninguna

Consecuencias ambientales:

- Valoración 5: Contaminación Irreparable
- Valoración 4: Contaminación Mayor
- Valoración 3: Contaminación Localizada
- Valoración 2: Efecto menor
- Valoración 1: Efecto leve
- Valoración 0: Ningun Efecto

Consecuencias con los clientes:

- Valoración 5: Quedar vetado como proveedor
- Valoración 4: Pérdida de participación en el mercado
- Valoración 3: Pérdida de clientes y/o desabastecimiento
- Valoración 2: Quejas y/o reclamos
- Valoración 1: Incumplimiento especificaciones
- Valoración 0: Ningún Impacto

Consecuencias en la imagen de la empresa:

- Valoración 5: Internacional
- Valoración 4: Nacional
- Valoración 3: Regional
- Valoración 2: Local
- Valoración 1: Interna
- Valoración 0: Ningun impacto

Probabilidad:

- A: No ha ocurrido en la industria (Valoración = 9)
- B: Ha ocurrido en la industria (Valoración = 12)
- C: Ha ocurrido en la empresa (Valoración = 19)
- D: Sucede varias veces al año en la empresa (Valoración = 28)
- E: Sucede varias veces al año en la facilidad (Valoración = 40)

3.3.2 Códigos de Fallas

En Bridas Vs Valoración:

FEM: Fuga externa menor de proceso, menor a 20 gotas por minuto = 5
FMP: Fuga mayor de 20 gotas por minuto y menor de 60 gotas por min. =15
BD: Bridas desalineadas = 5
CEV Corrosión Externa Visible =15
DV: Deformación permanente visible =10
ED Se observa el empaque desde el exterior deformado = 15
OK: Bridas en buen estado =0

En sujetadores o espárragos Vs Valoración:

OXI: Oxidación menor en los sujetadores = 5
COR: Corrosión con deformación en los filetes = 35
DEF: Deformación permanente en hilos de la rosca = 20
NCM: No cumple con la especificación de material = 35
NCD: No cumple con diámetro o longitud del esparrago = 30
TEL: Se observa el esparrago elongado. = 50
EDF: Espárragos deformados = 15

EDE: Espárragos desalineados = 10
TNR: Tuercas no requeridas - no cumple con las especificaciones = 25
LFE: Le falta algún esparrago a la junta = 15
OK: Espárragos sin daño visible = 0

En Torque Vs Valoración:

BE: Mas bajo del 20% del especificado para la junta = 30
TNU: Torque encontrado no uniforme (fuera del 20% de varianza) = 35
OK: Torque encontrado dentro de +/- 20% del torque requerido = 0

3.3.3 Valoración de probabilidad ocurrencia en función del estado. Una brida o esparrago puede tener diferentes códigos de falla, así mismo uno de los códigos de falla del torque. El procedimiento es inspeccionar cada una de las bridas e identificar los diferentes códigos de falla y darle la respectiva valoración. Luego de obtener estos valores se deben sumar para dar un resultado único.

Por ejemplo: A una junta brida se le encontró (FMP: Fuga mayor de 20 gotas por minuto y menor de 60 gotas por minuto=15) mas (CEV Corrosión Externa Visible =15) mas (OXI Oxidación menor en los sujetadores = 5) mas (NCD No cumple con diámetro o longitud del esparrago = 30) mas (LFE Le falta algún esparrago a la junta =15). El resultado total seria $15+15+5+30+15=80$.

3.3.4 Clasificación de probabilidad. Se clasifican los resultados de la siguiente manera:

- Si la valoración de probabilidad ocurrencia en función del estado es mayor 80 el resultado debe ser "E" (Valoración = 40)
- Si la valoración de probabilidad ocurrencia en función del estado está entre 60 y 80 el resultado debe ser "D" (Valoración = 28)

- Si la valoración de probabilidad ocurrencia en función del estado está entre 59 y 40 el resultado debe ser "C" (Valoración = 19)
- Si la valoración de probabilidad ocurrencia en función del estado es menor a 40 el resultado debe ser "B" (Valoración = 12)
- No se le da clasificación al resultado "A" ya que todas las probabilidades de fuga se han presentado en la industria (Valoración = 9)

3.3.5 Consecuencia total residual. Cada una de las bridas se les de valorar las consecuencias en las personas, económicas, ambiental, en los clientes y en la imagen de la empresa de acuerdo a la valoración enunciada anterior mente. Cada una de esta se valora y el resultado de las valoraciones se debe sumar, se promedia y se redondear por encima para obtener un solo valor de consecuencia.

Ejemplo: Al evaluar una junta se encuentra que:

Consecuencia en las personas= Valoración 1: Lesión leve (primeros auxilios)

Consecuencia Económica = Valoración 2: Importante \$10K a \$100k

Consecuencias ambientales = Valoración 2: Efecto menor

Consecuencias con los clientes = Valoración 1: Incumpli especificaciones

Consecuencias en la imagen de la empresa = Valoración 1: Interna

El resultado final de la consecuencia es 2.

3.3.6 Valoración del riesgo potencial en la matriz. Para obtener la valoración del riesgo se debe multiplicar la Clasificación de probabilidad por Consecuencia total residual. El resultado de este de dará de acuerdo a la valoración siguiente.

- N= Normal (Valoración entre 0 y 27)
- L= Bajo (Valoración entre 28 y 40)
- M= Medio (Valoración entre 45 y 84)
- H= Alto (Valoración entre 95 y 160)
- VH= Muy Alto (Valoración >200)

Figura 26. Consecuencia total residual Vs Probabilidad

Consecuencia total residual:	PROBABILIDAD				
	A	B	C	D	E
	9	12	19	28	40
5	45	60	95	140	200
4	36	48	76	112	160
3	27	36	57	84	120
2	18	24	38	56	80
1	9	12	19	28	40
0	0	0	0	0	0

Fuente: Autor de Monografía

Figura 27. Ejemplo de riesgo potencial

BRIDAS		ESPARAGOS			TORQUE	ESTADO INICIAL	VALORACION PROBABILIDAD OCURRENCIA EN FUNCION DEL ESTADO	CLASIFICACION SEGÚN MATRIZ RAM		Personas	Economica	Ambiental	Clientes	Imagen	Consecuencia total residual	RIESGO POTENCIAL	
FMP	CEV	OXI	NCD	LFE	BE	E											
20	15	5	30	15	30	115	E	40	2	2	1	1	1	2	80	M	
20	15	5	30	15	30	115	E	40	1	1	1	1	1	1	40	L	
20	15	5	30	15	30	115	E	40	2	2	3	3	1	3	120	H	
0	15	0	0	0	0	15	B	40	1	1	1	1	1	1	12	N	

Fuente: Autor de Monografía

Para poder manejar de manera consistente y fácil de comparar, se han seleccionado códigos de requerimiento, acción y falla, basados en sistema internacional OREDA¹⁶.

También cuando se está realizando la inspección se debe determinar los códigos de requerimientos para las juntas bridadas los cuales están relacionados a continuación.

RCE Requiere Cambio de espárragos

RCF Requiere Cambio de junta o empaque o anillo

RAE Requiere alineación de espárragos.

RAJ Requiere alineación de la junta.

RIE Requiere instalar esparrago.

RCB Requiere cambio de brida o ciego.

NEH No hay espacio para la herramienta, se realizó inspección visual y se requiere conseguir herramienta necesaria

¹⁶ OREDA ® es una organización del proyecto patrocinado por ocho compañías de petróleo y gas con operaciones en todo el mundo. Objetivo principal OREDA es recopilar e intercambiar datos de confiabilidad entre las empresas participantes y actuar como interlocutor para la coordinación y la gestión de la fiabilidad de recopilación de datos dentro de la industria de petróleo y gas. OREDA ha establecido un amplio banco de datos con los datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos para la exploración y producción de una amplia variedad de zonas geográficas, instalaciones, tipos de equipos y condiciones de funcionamiento.

<http://www.oreda.com/>

Figura 28. Matriz de riesgo potencial propuesta para juntas bridadas

MATRIZ DE RIESGO POTENCIAL										
CONSECUENCIAS						PROBABILIDAD				
						A	B	C	D	E
Personas	Economica	Ambiental	Clientes	Imagen de la empresa	Valoración	No ha ocurrido en la industria	Ha ocurrido en la industria	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al año en la facilidad
Una o mas fatalidades	Catastrofica > \$10M	Contaminación Irreparable	Veto como proveedor	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave \$1M a \$10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participación en el mercado	Nacional	4	L	M	M	H	H
Incapacidad temporal (may 1 dia)	Severo \$100k a \$1M	Contaminación Localizada	Pérdida de clientes y/o desabastecimiento	Regional	3	N	L	M	M	H
lesión menor (sin incapaciad)	Importante \$10K a \$100k	Efecto menor	Quejas y/o reclamos	Local	2	N	N	L	M	M
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$10k	Efecto leve	Incumplimientos	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna Lesión	Ninguna	Ningun Efecto	Ningún Impacto	Ningun impacto	0	N	N	N	N	N

Fuente: Área Gestión del Riesgo OCENSA

3.4 FORMACIÓN Y COMPETENCIA

En este elemento lo que se propone es que exista un aseguramiento de competencias planeado y ejecutado dentro de los parámetros actuales de entrenamiento que actualmente se utilizan a nivel internacional. Allí se debe Establecer los requerimientos necesarios para evaluar y calificar las competencias (conocimiento, habilidades y destrezas) del personal que ejecuta y/o supervisa en OCENSA las actividades de ensamble y ajuste de uniones bridadas, así como su capacidad para reconocer y reaccionar adecuadamente ante una situación anormal de operación. Para esto se deben desarrollar instructivos de integridad de juntas, procedimientos específicos de Torque, Torqueo en caliente (Hot bolting), uso de equipos de alineación, uso de equipos para apertura de bridas, uso de equipos de Torqueo hidráulico y procedimiento de aseguramiento metrológico de equipos de Torqueo¹⁷.

En esta formación de competencia se debe tener una la metodología para realizar un proceso de calificación de personal propio y de contratistas y los requisitos mínimos que deben cumplir para optar por la calificación ante OCENSA, en alguno de los siguientes niveles, de acuerdo al rol desempeñado durante la ejecución de la tarea ajuste y ensamble de uniones bridadas.

- Nivel I Ejecutor / Ajustador de uniones mecánicas
- Nivel II Supervisor de uniones mecánicas

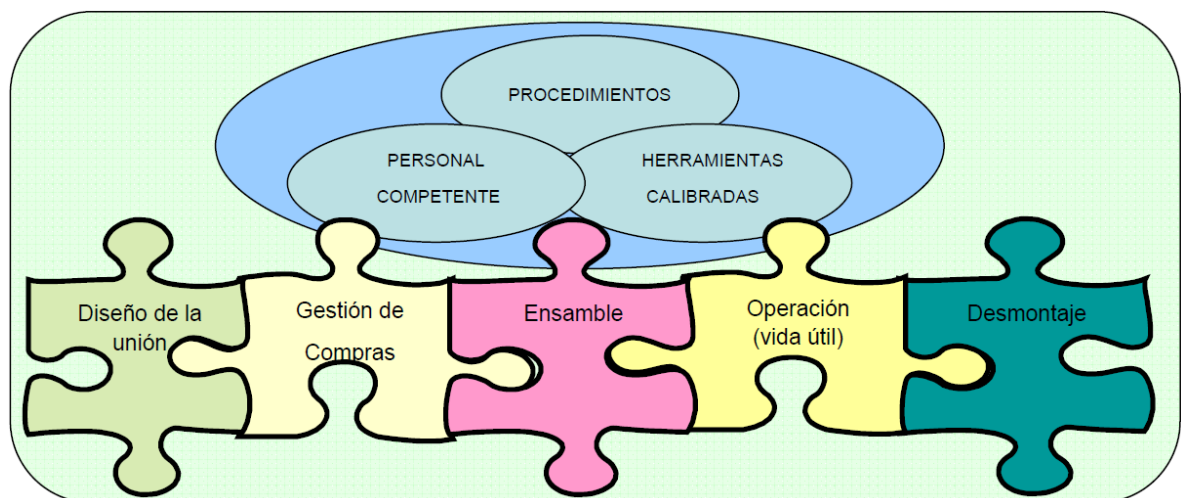
La competencias deben estar estructuradas basado en los trabajos que realiza OCENSA en juntas bridadas como son Trabajos submarinos – Torque y ensamble de componentes submarinos, Trabajos en tierra – Torque y ensamble de componentes.

¹⁷ ASME PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010

Lo que se propone es realizar formación y el aseguramiento del conocimiento para tener personal competente es:

- Ejecución de entrenamiento preliminar.
- Plan de asesorías al personal.
- Entrenamiento magistral teórico practico.
- Proceso de evaluación teórica, practica en taller y verificación de cumplimiento tanto técnico como en identificación y control de riesgos durante trabajo.

Figura 29. Aspectos en el ciclo de vida de una junta bridada



Fuente: Capacitación Tecnicontrol

3.4.1 Entrenamiento. Se reúne al grupo de trabajo y efectúa una presentación magistral donde se enseñan los ocho elementos que hacen parte del plan de gestión de integridad de juntas bridadas. Se explica el marco teórico, plan de trabajo, explicación de procedimientos a aplicar, diferentes métodos de ajuste en juntas, manejo y ajuste de equipos de torque y tensionamiento, equipos de verificación, equipos para alineación y apertura de bridas, teoría de empaques y sellos, análisis de riesgos durante el trabajo de ajuste en juntas, relación juntas vrs integridad del sistema, Normas aplicables, etc.

Requisitos de competencia para el personal autorizado a realizar apriete de juntas. La capacitación ofrecida debe incluir el conocimiento de los tipos específicos conjuntos empleados en el lugar de trabajo. Los ajustadores deben garantizar que cualquier entrenamiento llevado a cabo en su nombre cumpla con este requisito.

Debe tener el conocimiento de:

- ✓ La salud y las precauciones de seguridad
- ✓ Presión, temperatura y factores ambientales hostiles (por ejemplo, la corrosión y la vibración) sobre la degradación de los conjuntos de pernos
- ✓ Los factores que dan lugar a variaciones de carga del perno aplicada y cargas residuales
- ✓ El efecto de diferentes lubricantes en las pérdidas por fricción
- ✓ La precisión relativa de los diferentes métodos de apriete
- ✓ Las técnicas de aplicación de la carga del perno tensionado
- ✓ Los métodos y procedimientos de apriete en el ensamble.
- ✓ La necesidad de revisar las juntas, tuercas y pernos con las especificaciones
- ✓ La obligación de etiquetar o instalar placa, y completar los registros de las juntas ensambladas
- ✓ La necesidad de compruebe de compatibilidad de las herramientas de torque seleccionado y la capacidad del equipo antes de su uso
- ✓ Los niveles de aceite en las bombas hidráulicas
- ✓ Limpieza y protección de las herramientas y el equipo de la corrosión

Debe tener la comprensión de:

- ✓ Los principios de la acción conjunta de sellado de componentes

- ✓ Los principios de alargamiento del perno y la resistencia a la tensión
- ✓ La función de los tipos de empaque o sello
- ✓ La importancia de la correcta carga de tornillos
- ✓ El efecto de la carga del perno y la compresión del sello utilizando diferentes métodos de apriete
- ✓ La importancia de utilizar el lubricante adecuado
- ✓ La importancia de la correcta selección de los componentes de la junta para cumplir con las especificaciones de diseño
- ✓ La secuencia correcta y el número de pases necesarios para apretar el par y tensión tornillos
- ✓ Los principios y las técnicas utilizadas para la medición directa de la longitud del perno
- ✓ La necesidad y el uso de los procedimientos de notificación, cuando los defectos o fallos en los equipos de apriete del perno o su montaje se identifican
- ✓ Los principios de la preparación de las conexiones atornilladas conjunta para el montaje
- ✓ La necesidad de la limpieza y la cara del sello para las tuercas a libertad de movimientos
- ✓ El efecto de la alineación de las articulaciones y la uniformidad de la carga del perno brecha residual
- ✓ La importancia del almacenamiento de empaque, manipulación, preparación e instalación
- ✓ Buena práctica de instalación de pernos, arandelas y tuerca de orientación para el método de ajuste y el equipo que se utilizará
- ✓ La necesidad de informar las variaciones de las especificaciones de diseño y los procedimientos de ajuste
- ✓ Los principios y los requisitos para la selección de seguridad, calibración, instalación y uso de equipo hidráulico de par y tensión del perno

- ✓ Los principios de llevar a cabo el perno de tensión y de ruptura conjunto forma segura y correcta
- ✓ La importancia de asistir a productos específicos de formación y siguiendo los procedimientos del fabricante para la propiedad conjunta de los tipos
- ✓ ¿Por qué mezcla de los componentes de diferentes fabricantes de equipos está prohibido
- ✓ Los principios de la inspección después de apretar y de los procedimientos y técnicas a utilizar
- ✓ Los requisitos para el almacenamiento, preparación, mantenimiento y calibración de instrumentos y equipos par de tensión del perno para el uso seguro

Debe tener Capacidad para:

- ✓ Reconocer y solucionar los fallos con el equipo de torque o tensión
- ✓ Interpretar las marcas de fabricante de las articulaciones o la identificación de la brida
- ✓ Identificar los defectos de las irregularidades, la distorsión y la superficie en las caras de sellado de bridas y las roscas
- ✓ Aplicación del Conocimiento demostrado

Demostrar la capacidad de:

- ✓ Preparación de todos los componentes de la junta
- ✓ La correcta selección y montaje de componentes de la junta
- ✓ Diagnóstico y corrección de problemas con el equipo hidráulico
- ✓ Selección e instalación correcta del equipo hidráulico de par o tensión
- ✓ La correcta aplicación de las diversas técnicas de apriete
- ✓ Llevar a cabo la secuencia de apriete y apriete posterior pasa para asegurar la alineación axial y desviaciones
- ✓ Realización conjunta de arme y desarme seguro y correcto

- ✓ Finalización de una hoja de registro de la junta bridada
- ✓ Inspeccionar la integridad de la junta bridada

Demostrar el conocimiento de:

- ✓ La salud y las precauciones de seguridad en el lugar de trabajo
- ✓ Los procedimientos de OCENSA y las evaluaciones de riesgos

3.4.2 Niveles de entrenamiento. Se propone tres niveles de entrenamiento en el proceso de aseguramiento los cuales tienen diferentes tipos de roles y responsabilidades:

Nivel 0. Especialista Asesor en Integridad de Juntas. Ingeniero especialista en desarrollo de sistemas de aseguramiento de la integridad de juntas pernadas, roscadas y de ingeniería, con experiencia mínima de diez años.

Su rol en el proceso será impartir el entrenamiento, asesoría y evaluación del personal. Sera responsable del aseguramiento del proceso de entrenamiento y como constancia del mismo emitirá un certificado tanto al personal calificado como Supervisor & Inspector de aseguramiento como al calificado de técnico ajustador.

Nivel 1. Supervisor & Inspector de aseguramiento en intervención de Juntas bridadas. Ingeniero con más de dos años de experiencia en supervisión de trabajos sobre juntas pernadas en plantas de proceso. Debe haber participado en el proceso de entrenamiento y aseguramiento de competencias bajo el método descrito y haber pasado las evaluaciones con mínimo el 90 puntos de 100.

Su rol en el proceso es asegurar la planeación adecuada de los trabajos (aseguramiento de equipos y herramientas adecuados de acuerdo al trabajo a realizar, inducción del personal, revisión de procedimientos específicos vrs condiciones de cada junta), asegurar y monitorear el proceso de ajuste y registro

de datos captados durante la intervención, actualizar datos en base de datos, realizar verificación periódica de riesgo remanente de acuerdo a hallazgos y correctivos realizados, efectuar inducción al personal de ayudantes temporales contratados para trabajos puntuales ej. Personal adicional de ayudantes contratados para una parada de planta.

Sera responsable desde la estación, de asegurar que el proceso global del sistema de integridad de juntas, tenga continuidad y permita hacer seguimiento a los indicadores de gestión de manera estadística con objetivo claro de mejoramiento e investigación y desarrollo de métodos o acciones que corrijan desviaciones o fallas del sistema.

Nivel 2. Técnico ajustador de juntas bridadas. Técnico con más de tres años de experiencia en intervención de juntas, que debe haber participado en el proceso de entrenamiento y aseguramiento de competencias bajo el método descrito y haber pasado las evaluaciones con mínimo el 90 puntos de 100 hasta conseguir la certificación.

Su rol será intervenir las juntas pernadas, realizando inspección, medición y registro de variables como torque, alineación y precarga en cada junta intervenida. Sera responsable de asegurar que la junta una vez intervenida sea confiable, cumpla con los estándares de desempeño, se realicen los trabajos de acuerdo a los procedimientos aprobados bajo el control adecuado y efectivo de riesgos, asegurará que los datos de las variables medidas durante la ejecución sean correcta y verazmente diligenciados en formato de registro para posterior compilación y análisis por parte del supervisor, debe analizar las condiciones de trabajo con el fin de asegurar que sean tomados los controles que permitan ejecutar los trabajos de manera segura y eficaz. Debe tener capacidad de liderar localmente el grupo de trabajo asignado.

Ayudante ajustador. (No se clasifica entre los niveles de entrenamiento). Personal contratado como ayudante, con experiencia en trabajos mecánicos. Debe hacerse inducción sobre procedimientos, control de riesgos y análisis periférico en el trabajo específico que se va a realizar por parte del Supervisor o técnico Líder. Este cargo será considerado como ayudante No certificado el cual debe trabajar bajo supervisión. Su rol será el de asistir en la ejecución al técnico certificado.

Será responsable de cumplir con procedimientos y estándares locales, guiado por el técnico que lidera el trabajo. Informar al supervisor cualquier peligro o riesgo que a su juicio identifique para que sea analizado y tomado el control de acuerdo a la directriz realizada por el supervisor y/o líder de trabajo.

3.5 REGISTROS, GESTIÓN DE DATOS Y ETIQUETADO

La probabilidad de certeza en una articulación exitosa aumenta si existen control e histórico de los datos de actividades realizadas en el pasado. Registro de datos trazables alienta mejores prácticas en el momento de la actividad, y proporcionará datos útiles de planificación para la próxima vez que se altera la articulación o junta bridada.

Se debe aprender de los incidentes por tal razón un sistema de gestión debe incluir los medios para reunir los datos pertinentes, que deberán ser recogidos por todos los involucrados en las uniones atornilladas y se revisarán periódicamente para establecer tendencias, rendimiento y mejoras. Esto se puede lograr si los registros y los datos se mantienen para cada conjunto, como parte de un proceso de control de gestión.

Lo que se propone es incluir toda esta información individual por junta bridada en el CMMS de la compañía en este caso SAP. Para lograr esto se debe realizar el inventario físico de todas las juntas bridadas con los planos de construcción en

mano y se propone registrar toda esta información en Excel, e identificarlas con una placa en Campo. Después de tener toda la información revisada se debe subir al CMMS pero cada junta bridada debe quedar como un equipo para poder llevar el control e historia de cada una.

3.5.1 Identificación de la Junta Bridada. Con el fin de registrar los datos y las actividades del plan y las necesidades de cada conjunto para ser claramente identificados de forma unívoca. Esto requiere que la articulación esta físicamente marcada por lo que su identidad es clara y visible que incluye un número de identificación único de la junta a fin de que pueda ser reconocida en una base de datos o CMMS.

Placa Permanente: Lo que se formula para OCENSA es que todas las juntas bridadas se les instalen una plaqueta con un número único para la facilidad o estación como se muestra en la Figura 30.

Figura 30. Placa propuesta para identificación de juntas bridadas



Fuente: Autor de Monografía

El propósito de la placa permanente es la identificación exclusiva de una articulación a lo largo de su ciclo de vida, permitiendo que todas las actividades y los datos sobre la articulación quede grabará individualmente. Están deben estar

firmemente sujeto a la articulación o colgadas y puede no puede tener ningún otro dato que el número de placa única.

Etiqueta temporales: Esta puede pegarse por la parte de atrás de la placa en se va a identificar la ejecución de trabajos temporales en la misma. La etiqueta pueden tener una pequeña cantidad de información como método de apriete y la fecha, la persona que aprieta la articulación y la persona que prueba la articulación.

Las placas y etiquetas pueden traer una serie de beneficios:

- ✓ Control de la competencia.
- ✓ Asistir en la preparación de los permisos de trabajo.
- ✓ Proporcionar comunicación de cambio de estado de los trabajos.
- ✓ Ayudar a la confirmación de finalización del trabajo.
- ✓ Ayuda en las búsquedas de información.
- ✓ Apoyo a un sistema de gestión de registros y datos.

Al final de cada etapa de trabajos en la junta bridada (inspección, montaje, ajuste y pruebas) el ejecutor es responsable de registrar toda la documentación relacionando el número único de la junta. Esta información debe ser aprobada por la persona nivel 1, para subir esta información al CMMS.

3.5.2 Registros y Gestión de Datos. Un sistema eficaz de registro y gestión de datos ayuda a proporcionar información durante la planificación del trabajo y proceso de ejecución. Una vez que la junta bridada tenga una identificación única en el CMMS se grabaran todos los datos asociadas en esta. Todo trabajo que se lleve a cabo se debe registrar para identificar el estado de las articulaciones para que este actualizada. Este proceso debe ser cuidadosamente controlado y reportado según lo establecido por el proceso de gestión.

La preparación y recopilación de datos debe ser por personal competente ya que esto ayudará a asegurar que todas las juntas se ensamblan, aprietan durante la construcción o reincorporan durante el mantenimiento. Hay beneficios en el mantenimiento de un sistema para todas las juntas, en términos de seguridad, la eficiencia y la trazabilidad. Las estadísticas muestran que el uso de un sistema de control de integridad de las articulaciones reduce el esfuerzo requerido para lograr con éxito una prueba de integridad.

Datos recomendados: Los siguientes datos se recomiendan, como mínimo, para las juntas bridadas en los servicios críticos:

- ✓ **Detalle de la Junta bridada:** Debe identificarse Identidad de las bridas, ubicación de la junta bridada, referencias de dibujo, tamaño, tipo, clase. material de los pernos, especificación de la junta, empaque o anillo, torque aplicado y la fuente, Lubricante utilizado, aprobación del método de ajuste y configuración / herramientas para lograr el estrés aprobado perno.

- ✓ **Otros datos adicionales:** Pueden ser registrar para hacer el sistema más fácil de usar y eficaz como herramienta de planificación, tales como situación de la articulación, excepciones o anomalías con respecto a la articulación, ubicación descripción de la articulación.

- ✓ **Historia de la junta bridada:** A partir de la etapa de montaje en construcción y reajustes por mantenimiento se debe referencia las personal que intervinieron, equipos, herramientas y procedimientos aplicados. Los resultados y las medidas tomadas deben tener registro como de inspección y pruebas de la articulación, los registros de desmontaje posterior, inspección, montaje, ajuste y pruebas durante la operación y mantenimiento del activo, los registros de cualquier

modificación, excepción o desviación de las normas de la unión. Si bien estos datos pueden guardarse en formato papel deben subirse al CMMS o llevarse a la base de datos de Excel ya que son una gran cantidad de datos necesarios y la facilita la búsqueda y recuperación de datos que ofrecen los sistemas informáticos.

3.5.3 Revisión del sistema. Todo el proceso y los resultados deben ser revisados por los administradores y los miembros del equipo del PGIJB identificando mejoras en las actividades. La Información de buenas prácticas y lesiones aprendidas deben ser compartidas con la industria.

3.6 GESTIÓN DE FUGAS

El objetivo de una junta bridada bien diseñada e instalada es proporcionar un cierre hermético a largo plazo y evitar la entrada o la salida de líquidos a través de la misma. Sin embargo, las fugas pueden ocurrir y las personas que intervienen en el PGIJB tienen la responsabilidad de gestionar estas situaciones. En este elemento se presentan algunas características importantes que pueden ser necesarios del sistema de gestión, estos incluyen:

- ✓ Gestión de las fugas y las emisiones y las evaluaciones de ingeniería adecuada a los riesgos que puedan ser necesarias.
- ✓ Definición de las fugas.
- ✓ Integridad de las pruebas de las articulaciones, como medida de garantía de hermeticidad de las juntas.
- ✓ Las posibles opciones para la reparación o el reemplazo de las articulaciones con fugas.

Para la evaluación de falla en juntas bridadas se propone utilizar la metodología que se viene implementando en OCENSA llama SEEND (Sistema de eliminación de efectos no deseados) Ver Figura 32 de la Pagina 122. En donde se detecta el ETND (Efecto técnico no deseado), se analiza, se ejecutan las acciones correctivas y se evalúa la efectividad de las acciones. Ver figura 30 de la Página 121.

El SEEND es un sistema para prevenir la recurrencia de condiciones, eventos o acciones de naturaleza técnica que atenten contra la seguridad, continuidad y costo-efectividad de sus operaciones. A través de este sistema OCENSA se deberá:

- ✓ Identificar, registrar y analizar ETND (Efecto técnico no deseado), que ocurran de manera eventual o crónica y que generen o tengan el potencial de generar pérdidas, o expongan a OCENSA y a los sistemas de transporte bajo su responsabilidad a riesgos técnicos no aceptables.
- ✓ Identificar, registrar y analizar malos actores y modos de falla eventuales o recurrentes que atenten contra la confiabilidad, eficiencia y disponibilidad de los sistemas de transporte bajo responsabilidad de OCENSA.
- ✓ Formular y asegurar la ejecución de acciones que eliminen o permitan llevar a un grado mínimo la probabilidad de recurrencia dichos ETND.
- ✓ Valorar la efectividad de las acciones tomadas y la del sistema mismo en su propósito de eliminar la recurrencia de los ETND.

ETND (Efecto Técnico No Deseado): toda acción, condición o evento presente sobre la infraestructura física, o relacionado con ella, que tenga la capacidad real o potencial de impedir, interrumpir o degradar las condiciones técnicas requeridas

para la correcta operación de los sistemas de transporte bajo responsabilidad de OCENSA.

Figura 31. Mapa de alcance del SEEND

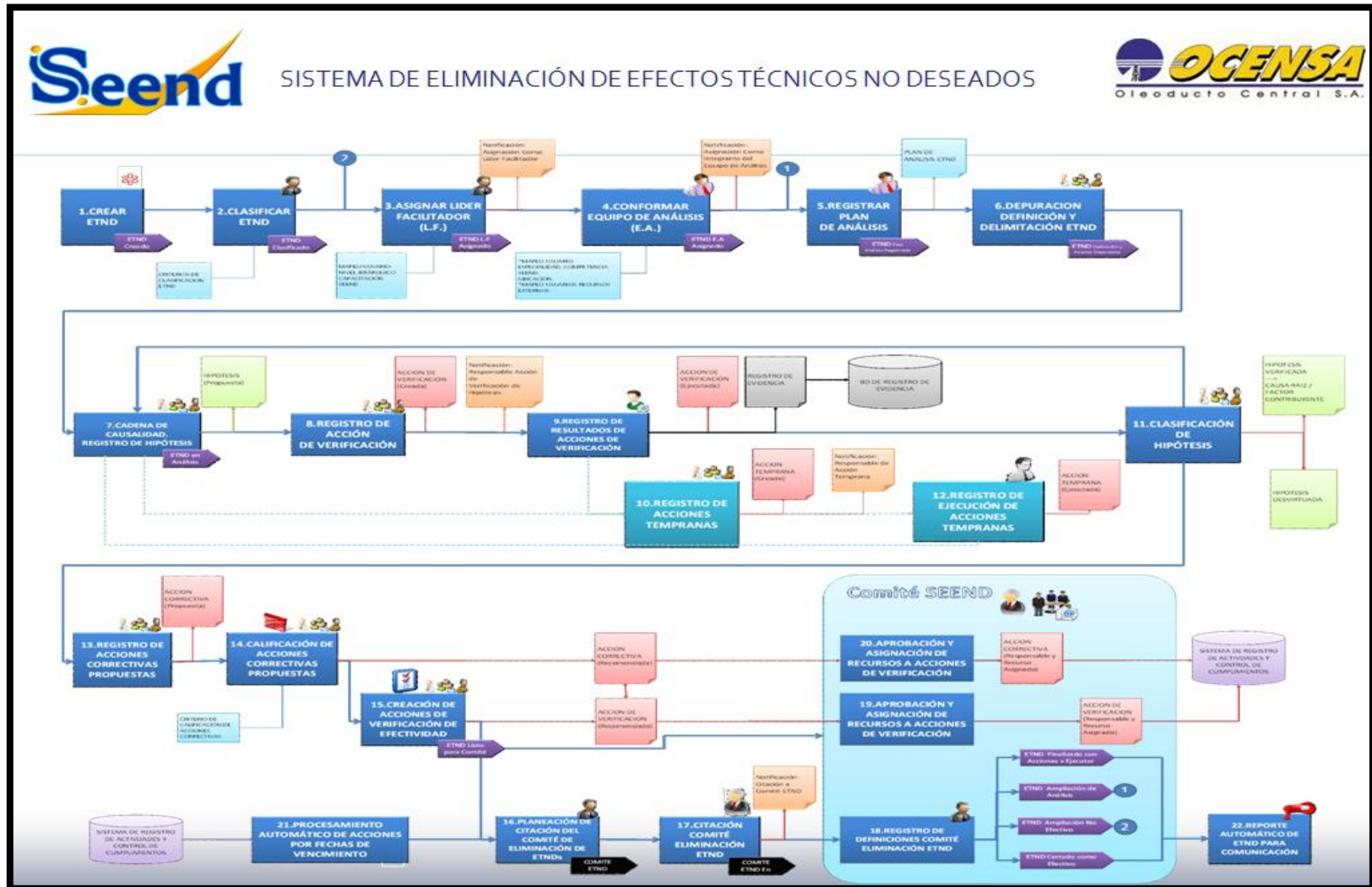


Fuente: Área de Ingeniería OCENSA

El SEEND en su presente versión ha sido concebido e instrumentado para el análisis de ETNDs que se hayan manifestado, como:

- Fallas de equipos, reflejadas en fallas:
 - De funcionamiento en equipos de proceso (dinámico o estático).
 - De control.
 - De protección.
 - En la operación o mantenimiento de equipos.
- Accidentes, o casi accidentes relacionados con fallas en los activos.
- Pérdidas asociadas con mal desempeño en términos o comportamiento degradado de componentes o equipos.

Figura 32. Ciclo que se cumple en el SEEND



Fuente: Área de Ingeniería OCENSA

3.6.1 Aspectos para aplicar la metodología SEEND en Juntas bridadas. A la hora de aplicar la metodología SEEND en juntas bridadas se debe tener en cuenta:

Ingeniería de Evaluación de Riesgos de Fugas. El grado de examen o evaluación de pérdidas se realizara de acuerdo a la matriz de impacto que se muestra en la sección 3.3. Sin embargo, hay un importante número de industrias en las buenas prácticas empresariales o los requisitos regulatorios hacen que sea esencial para evaluar formalmente la pérdida de eventos de contención y determinar su origen y las medidas para prevenir la recurrencia¹⁸.

Cuando existe una fuga o incidente, un enfoque común para gestionar este tipo de situaciones es una evaluación de riesgos de ingeniería que utiliza las habilidades colectivas dentro de la organización para hacer frente a tres preguntas fundamentales:

- ✓ Impacto en la seguridad de las operaciones en curso - que es seguro ¿continuar operando la planta?
- ✓ Impacto ambiental - ¿Cuál es el impacto ambiental de la continuidad de las operaciones?
- ✓ Costo económico - ¿cuál es el costo de negocio?

Una evaluación de riesgos de ingeniería se debe realizar para determinar si es aceptable continuar las operaciones cuando una junta esta fugando. La evaluación también debe identificar el control o medidas de mitigación necesarias, tales como aumento de la vigilancia. Como alternativa, el resultado de la evaluación podría indicar que existe un riesgo importante continuar con la explotación y el cierre inmediato de que la reparación o el reemplazo es necesario.

¹⁸ Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007

Cabe señalar que OCENSA tienen la política ambiental que requiere ser cumplida en la cual se define que deben existir cero fugas en el sistema.

3.6.2 Etapas en las que se producen las fugas. Las fugas suelen ocurrir cuando la junta bridada está en pruebas, como se describe a continuación. Sin embargo, independientemente de cuándo se produce una fuga, siempre deben ser investigados y registrados en los registros y el sistema de gestión de datos (véase la sección 3.5). Esto no sólo almacena datos útiles contra la junta y ayuda a prevenir el mismo problema que surgen en la misma articulación en el futuro, sino que también permitirá el análisis de tendencias para evitar fugas en otras articulaciones.

Las fugas que ocurren durante el arranque o la operación son potencialmente de mayor impacto no sólo en la seguridad sino también comercial, ya que o bien se demora la puesta en marcha o detener el transporte de crudo por el Oleoducto, por tal razón se debe tener en cuenta diferentes pruebas.

- **Presión estándar (fuerza) de prueba:** Una fuga que ocurre durante una prueba de resistencia es una indicación de que hay un gran problema en la instalación de la unión atornillada. A pesar de la articulación está sujeta a una presión mayor que la de trabajo en este momento, no está sujeta a la carga de la temperatura o cíclico y por lo tanto identificar y corregir las causas es esencial para un funcionamiento confiable de la planta. La Prueba de estanqueidad es simplemente parte del proceso de garantía.
- **Pruebas en servicio:** Cuando la junta bridada está en servicio y se identifica a un pequeño escape, habrá la tentación de aplicar más carga

de tornillos para sellar la fuga. Esto puede ser un éxito, pero si la carga estaba en lo correcto en el primer lugar entonces se debe considerar para identificar las razones de la fuga en la articulación.

3.6.3 Acciones Correctivas en Junta Bridadas. En caso de una fuga se debe identificar una acción correctiva y llevarse a cabo para asegurar un empalme apretado en la junta. Algunas medidas son:

- ✓ Despresurizar el sistema, y comprobar la carga de los pernos.
- ✓ Identificar la causa raíz del problema (y notificar a las autoridades correspondientes).
- ✓ Despresurizar y completo torqueo de la articulación después de la inspección de los componentes.

3.6.4 Detección de fugas. La detección de fugas de una fuga de unión atornillada se debe hacer mediante observación de las personas de operaciones y el personal de mantenimiento o inspección del personal durante las operaciones de rutina en la planta ya que la mayoría que se presentan son de magnitud relativamente pequeña. Las fugas más importantes también pueden ser detectadas por los sistemas de seguridad de la planta, tales como detectores de gas.

Todas las fugas deben ser reportadas y registradas en el sistema tan pronto como sea razonablemente posible. También puede ser reportada una emisión de un conjunto con una velocidad de liberación menor que una fuga (goteo mínimo, o mancha) ya que esto se describe como una filtración. Estos también deben ser marcados y controlados periódicamente para asegurar que no se han agravado, y se introducirán en el sistema de mantenimiento para su reparación en el siguiente servicio programado para ese elemento. También deben registrarse en los registros y el sistema de gestión de datos CMMS.

3.6.5 Gestión de Fugas y Reparaciones. Una evaluación de riesgos de ingeniería proporcionará una base técnica para la revisión de las opciones de reparación que pueden ir desde la parada y reparación, sustitución u operación continua sin ninguna intervención. Sea cual sea el curso de acción planeada, debería ser documentado formalmente antes de comenzar el trabajo y llevar a cabo de una manera segura, gestionada y controlada. No importa cuáles sean las circunstancias, la tentación de reforzar la articulación más allá de los parámetros de diseño debe ser resistido. Estas intervenciones deben realizarse de acuerdo a los estándares, procedimientos e instructivos definidos por OCENSA.

3.6.6 Aprender de las Fugas. A fin de evitar fugas en el futuro las lecciones deben ser aprendidas de los incidentes del pasado, estas deben ser divulgadas. Los involucrados en el PGIJB deben desarrollar un proceso de captura de datos en una forma que pueda ser fácilmente revisado y analizado. El proceso debe tender a:

- ✓ Mejorar la calidad de la información recogida en las fugas de las articulaciones.
- ✓ Identificar y comprender mejor las causas de las fallas.
- ✓ Proporcionar datos para la base de datos de fuga de hidrocarburos.
- ✓ Proporcionar los datos de aprendizaje a largo plazo sobre la presencia de fugas.
- ✓ Asegurar la revisión periódica y el aprendizaje.

3.7 INSPECCIÓN EN SERVICIO

La inspección en servicio es una actividad integral para asegurar la continua integridad de las juntas bridadas y como tal debe ser incorporado en todos los programas pertinentes de inspección. En este elemento se propone los posibles

daños que pueden ocurrir, los métodos de inspección para la detección de los defectos y las medidas de mitigación que se pueden poner en marcha para minimizar la degradación de estos.

Tabla 4. Temas claves para la inspección en servicio.

DAÑO TÍPICO	CONDICIONES TÍPICAS	INSPECCIÓN TÉCNICA	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Corrosión general	Zonas expuestas	Visual, muestra la eliminación, Técnica cilíndricos de onda guiada	Selección de materiales y recubrimientos.
Corrosión galvánica	Metales diferentes - bridas, pernos, empaquetaduras	Visual	Selección de materiales, juntas, tornillos / brida de kits de aislamiento.
Corrosión localizada perno	Metales diferentes, zonas expuestas	Extracción de la muestra, Ultrasonido	Selección de material
Corrosión por grietas	Zonas expuestas	Visual	Selección de material
Fatiga	Las articulaciones sometidas a vibraciones, carga cíclica	Visual, Ultrasonido	Tuberías de diseño
Corrosión bajo tensión	Una combinación de un ambiente que contienen cloruros, material susceptible y resistencia a la tensión	Ultrasonido	Selección de material
Corrosión en las caras de la bridas	Tubería que contiene un medio corrosivo, materiales diferentes	Visual, Ultrasonido	Selección de materiales, selección de la junta

Fuente: API 574 Inspection Practices for Piping System Components . Second Edition, June 1998

3.7.1 Evaluación del Riesgo. Para las juntas bridadas de alta criticidad y riesgo se recomienda que se apliquen métodos de control de estrés para asegurarse de que el perno pre-carga se mantiene. Por lo general, una evaluación del riesgo debe llevarse a cabo para determinar la inspección requisitos. En la sección 3.3 se plantea la forma de evaluar la criticidad de las juntas en donde quedaran agrupadas en.

- N= Criticidad Normal
- L= Criticidad Baja
- M= Criticidad Media
- H= Criticidad Alta
- VH= Criticidad Muy Alta

Los siguientes factores deben ser considerados para evaluar una junta bridada en servicio:

- ✓ Tuberías de alta temperatura puede causar desalineación en los ajustadores provocando fugas.
- ✓ Un gran número de ciclos de temperatura pueden causar los tornillos se aflojen.
- ✓ Vibraciones mecánicas o cargas de choque puede causar el afloje de los tornillos y por consecuencia las bridas.
- ✓ Las áreas de alta corrosión externa puede causar en que los espárragos pierdan su integridad
- ✓ Corrosión interna puede causar perdida de material en las caras de las bridas.
- ✓ Orientación de la brida, en particular las bridas ciegas instaladas en posición horizontal, permitiendo que se acumule agua en los orificios.

3.7.2 Mecanismos de degradación. Una serie de mecanismos de degradación pueden contribuir al fracaso de una unión atornillada, la mayoría de los cuales están relacionados con la corrosión. La Figura 33, ilustra los problemas más comunes que se encuentran por la corrosión en los sujetadores.

Figura 33. Consecuencias por corrosión en sujetadores



Fuente: Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007

Figura 34. Consecuencias por corrosión en bridas



Fuente: PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010.

3.7.3 Técnicas de Inspección. Existen ensayos no destructivos y destructivos.

Ensayos No Destructivos: El método más común de la no-destructiva en servicio es la inspección visual. Las limitaciones de este método es que sólo se puede inspeccionar las artes externas de la articulación y se detecta pernos flojos y corrosión, sin embargo el grado de degradación de la superficie de la fuerza (torque de la unión) es difícil de medir.

Al realizar la inspección se debe determinar los códigos de requerimientos para las juntas bridadas los cuales están relacionados a continuación.

RCE Requiere Cambio de espárragos

RCF Requiere Cambio de junta o empaque o anillo

RAE Requiere alineación de espárragos.

RAJ Requiere alineación de la junta.

RIE Requiere instalar esparrago.

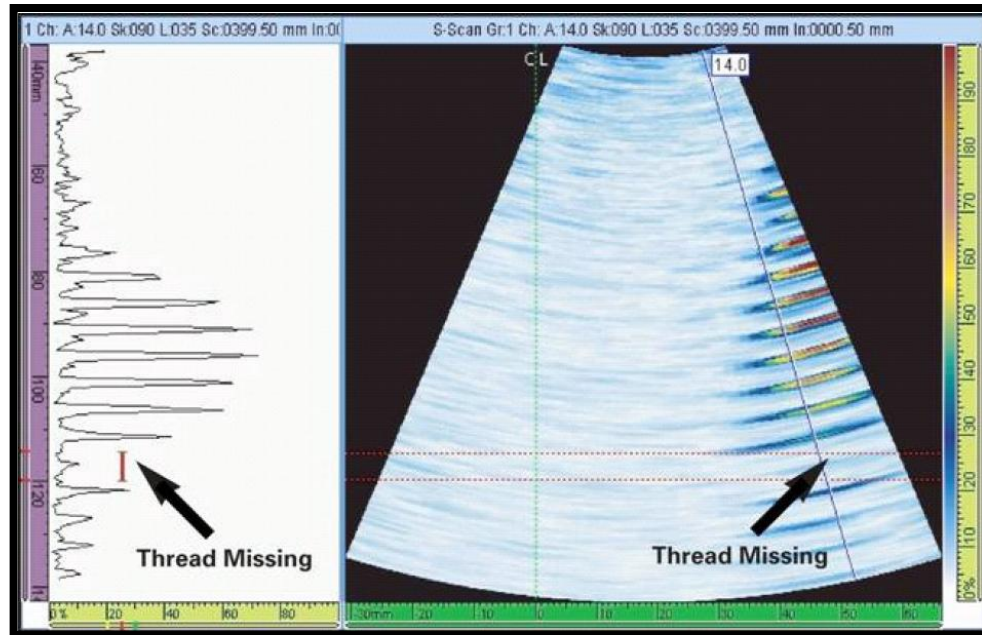
RCB Requiere cambio de brida o ciego.

NEH No hay espacio para la herramienta, se realizó inspección visual y se requiere conseguir herramienta necesaria

Un número de técnicas más especializadas están disponibles en el mercado que se pueden utilizar para comprobar si hay condiciones específicas, que incluyen:

Ultrasonido Phased Array - detecta el desgaste hilo y el agrietamiento de la parte inferior de los hilos, como se ilustra en la Figura 35 de la Página 131. La inspección ultrasónica con transductores de ondas de cizalla, en caras de las juntas bridas detecta la corrosión brida de la cara y la erosión.

Figura 35. Imagen grafica de ultrasonido en sujetadores



Fuente: Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition 2007.

- Time of Flight (TOF) UT- alargamiento de las medidas de perno.
- Cylindrically Guided Wave Technique (CGWT) - detecta el desgaste por la corrosión.

Ensayos destructivos: Donde la degradación se cree que se han producido y la evaluación no es posible a través de técnicas no destructivas, se puede extraer un sujetador de la junta bridada para ensayos no destructivos y poder estimar si las articulaciones siguen siendo aptas para el propósito.

3.7.4 Medidas de Mitigación de Defectos. Se sugiere para disminuir el riesgo de degradación como daños mecánicos y corrosión de las juntas en servicio las siguientes actividades:

- **Instalar protectores de rosca:** Neopreno, polietileno y aluminio son comunes. Sin embargo, el potencial de pérdida de resistencia del hilo de compromiso debe ser evaluado.

- **Revestimientos:** Tornillos se pueden suministrar con una variedad de tratamientos para prolongar la vida de superficie, tales como galvanizado por inmersión en caliente hiliar, que la investigación muestra ofrece la mejor protección a largo plazo.
- **La protección catódica:** Se utiliza para aplicaciones bajo el agua. Sin embargo, suele haber una necesidad de aplicar un recubrimiento a las juntas de tuberías y bridas para minimizar el riesgo de fragilización.
- **Brida de protección:** Juntas (selección de materiales es importante para evitar la corrosión galvánica), protectores de bridas, recubrimientos.

En OCENSA periódicamente la tubería de las Estaciones se evalúa externamente mediante una inspección certificada de acuerdo con la norma API 570 (Inspection, Repair, Alteration and Rerating of In-Service Piping System). El objetivo de esta inspección es identificar posibles fugas durante el proceso de manejo de crudo dentro de las Estaciones, en conexiones o empalmes, desalineamientos de la tubería o movimientos, vibraciones por sobrecargas o pesos, soportes inadecuados, conexiones deficientes, corrosión de los soportes, condiciones de torque, pernos, deterioro de pintura o revestimiento, interfases suelo aire, aislamiento de las interfases, corrosión, daños en aislamientos, deterioro de sellos, pandeos. Adicionalmente la inspección contempla la evaluación de válvulas, piernas muertas, bridas, trampas, incluyendo medidas de espesores y otros ensayos determinados por el inspector certificado. La tubería en servicio de las Estaciones en OCENSA está clasificada de acuerdo con la norma API 570 como clase 3, donde su máximo intervalo de inspección visual externa y medición de espesores es mínimo cada 10 años.

3.8 ANÁLISIS APRENDIZAJE Y MEJORA CONTINUA.

Se propone que para el mejoramiento continuo del PGIJB se realice a través de evaluaciones periódicas. Al incorporar mejores prácticas, actualizar documentos y uso de nuevas tecnologías que permiten optimizar la gestión. El liderazgo y el cumplimiento del PGIJB debería ser evaluado mediante controles internos y los respectivos indicadores para medir y mejorar la efectividad del PGIJB y su gestión. Los documentos como procedimientos, estándares, instructivos y formatos que nacen del PGIJB deben ser revisados periódicamente. Durante la revisión se deben evaluar medidas actuales y propuestas de mejoramiento para asegurar que se cumplan los objetivos principales prevenir o minimizar fugas y prevenir los daños ambientales.

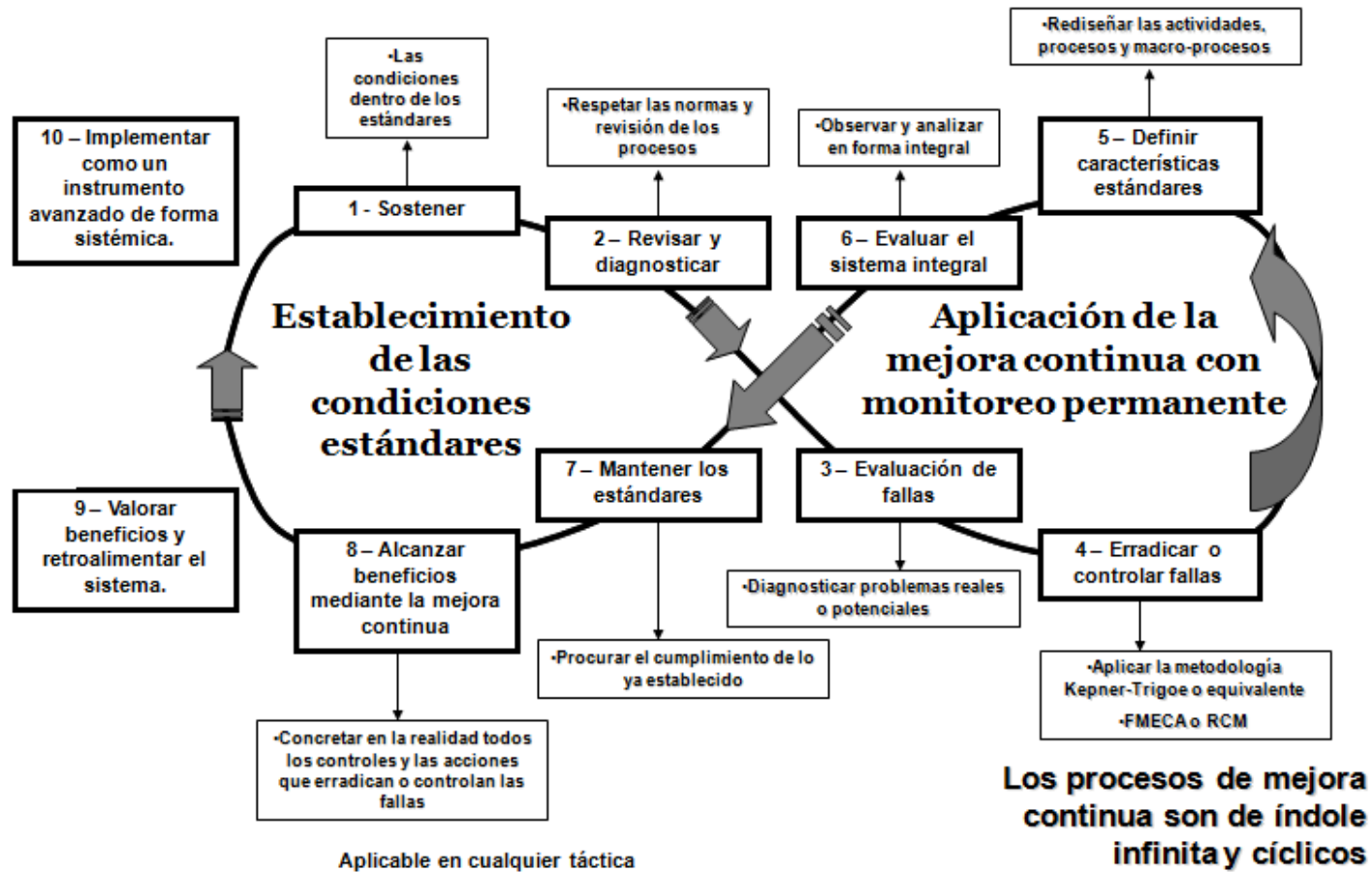
Para el análisis de aprendizaje y mejora continua se plantea el enfoque sistémico y permanente de la mejora continua como instrumento avanzado genérico de mantenimiento. Ver figura 36 de la Página 134.

La mejora continua requiere:

- Apoyo en la gestión.
- Retroalimentación y revisión de los pasos en cada elemento de PGIJB.
- Claridad en la responsabilidad de cada acto realizado.
- Poder para el trabajador.
- Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso.

La mejora continua debe llevarse como una actividad proactiva de los involucrados del proceso. Es muy recomendable que la mejora continua sea vista como una actividad sostenible en el tiempo y regular y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual

Figura 36. Mejora continua Enfoque sistémico



Fuente: TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario. Gerencia del Mantenimiento. Material del Posgrado en Gerencia de Mantenimiento.

4. QUE SE HA IMPLEMENTADO EN OCENSA EN EL PGIJB

En este capítulo se hace un breve resumen de lo que se ha implementado a la fecha en el Oleoducto Central S.A.

4.1 ESTÁNDAR, INSTRUCTIVOS Y FORMATOS

4.1.1 Estándar ajuste de uniones bridadas. El área de ingeniería con apoyo de las diferentes estaciones, elaboró el documento estándar para el ajuste de las uniones bridadas. Este documento fue aprobado y publicado en junio del 2011.

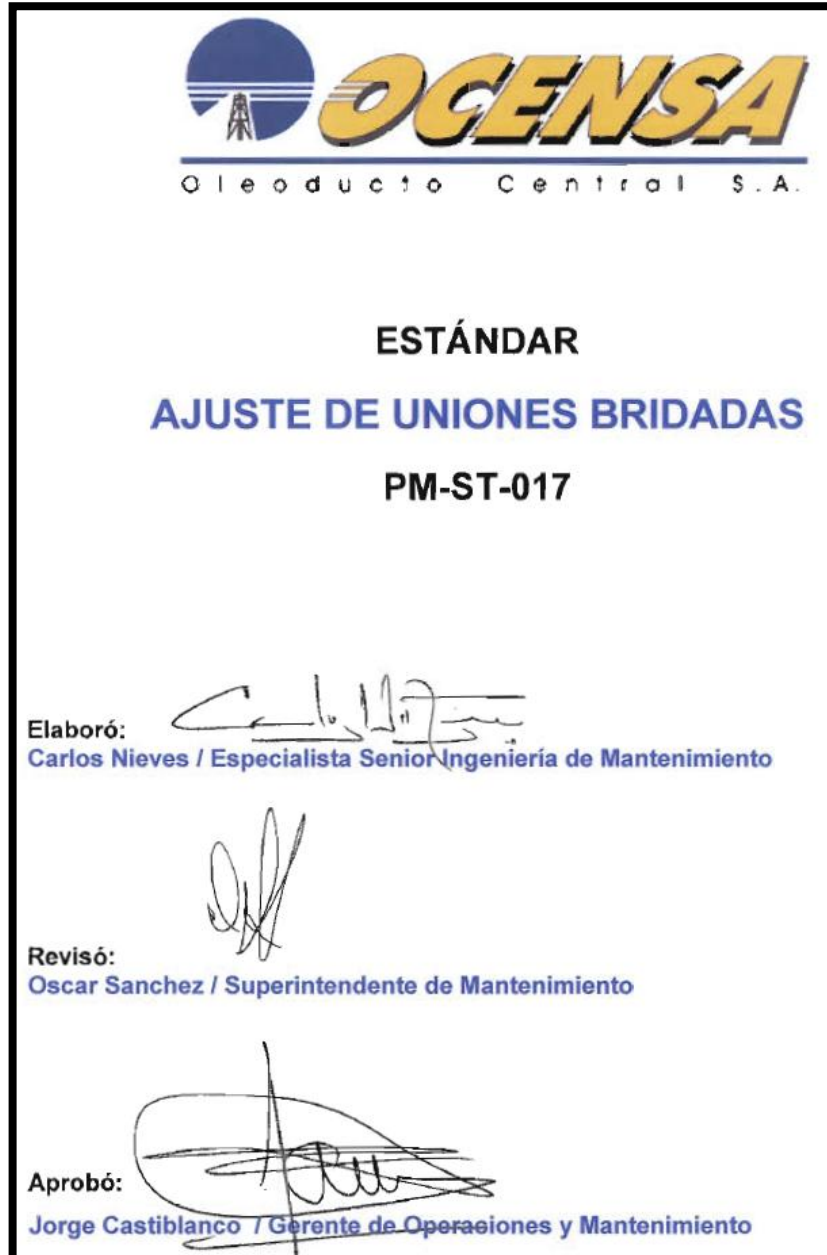
El Objetivo de este es establecer los lineamientos para garantizar la integridad en el ensamble y ajuste de uniones bridadas para los tamaños, rangos de presión y condiciones de servicio del sistema de oleoducto y estaciones de OCENSA, asegurando las competencias necesarias del personal y la utilización de equipos, materiales y metodología bajo los estándares y las mejores prácticas de ingeniería. Este documento aplica para las actividades de ajuste de uniones bridadas según los estándares ASME B16.5, ASME B16.47 con empaques de tipo: metal corrugado (CMG), espirometálico (spiral-wound), anillo (ring-joint); en cuanto a los lugares, aplica en los segmentos del oleoducto 0, 1, 2, 3, 4, estaciones, terminal Coveñas y facilidades submarinas de OCENSA. El documento aplica para ajuste de bridas con torque y tensionamiento, herramientas manuales, llaves hidráulicas de torque y tensionadores hidráulicos de pernos.

En el caso de equipos y/o aplicaciones diferentes, el responsable de la instalación o mantenimiento, deberá seguir las recomendaciones del fabricante, tal es el caso de:

- ✓ Uniones bridadas que utilicen empaques O-Ring
- ✓ Kits de aislamiento eléctrico

- ✓ Cuerpos de válvulas
- ✓ Uniones dentro del cuerpo de equipos de medición, entre otros.

Figura 37. Portada del Estándar Ajuste de Uniones Bridadas



Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 38. Contenido del Estándar Ajuste de Uniones Bridadas

1	OBJETIVO	3
2	ALCANCE	3
3	DEFINICIONES	3
4	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
5	DESARROLLO	4
5.1	CALIFICACIÓN DE PERSONAL	4
5.2	ROLES Y RESPONSABILIDADES	5
5.3	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD	6
5.4	REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN	7
5.5	MATERIALES	7
5.6	EQUIPOS DE AJUSTE DE BRIDAS	8
5.7	LIMPIEZA E INSPECCIÓN ANTES DE ENSAMBLE	8
5.8	ALINEAMIENTO DE UNIONES BRIDADAS	10
5.9	LUBRICACIÓN	11
5.10	AJUSTE DE PERNOS	11
5.11	VERIFICACIÓN DE AJUSTE E INTEGRIDAD	13
5.12	REAJUSTE O CAMBIO DE ESPÁRRAGOS EN OPERACIÓN	13
6	ANEXOS	14
7	CONTROL DE ACTUALIZACIONES	14

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

4.1.2 Instructivos para el ajuste de uniones bridadas. El área de ingeniería con apoyo de las diferentes estaciones, elaboraron los instructivos para el ajuste de las uniones bridadas en tierra y submarina. Este documento fue aprobado y publicado en junio del 2011.

En Tierra PM-IN-22: Tiene como objetivo establecer las actividades a seguir para garantizar la integridad en el ensamble y ajuste de uniones bridadas en tierra (onshore) para el sistema de oleoducto y estaciones de OCENSA, asegurando las competencias del personal y la utilización de equipos, materiales y metodología bajo los estándares y las mejores prácticas de ingeniería. Este instructivo aplica para las actividades de ajuste de uniones bridadas en tierra (onshore) según los estándares de bridas ASME B16.5 y ASME B16.47 con empaques de tipo espirometálico (spiral-wound) y anillo (ring-joint); en cuanto a los lugares, aplica en

los segmentos del oleoducto 0, 1, 2, 3, 4, estaciones y terminal Coveñas. El documento aplica para ajuste de bridas con torque y tensionamiento, herramientas manuales, llaves hidráulicas de torque y tensionadores hidráulicos de pernos. Este documento no aplica para la alineación de uniones bridadas de equipos rotativos

Figura 39. Portada del Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas en Tierra



Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 40. Contenido del Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas en Tierra

1	OBJETIVO	3
2	ALCANCE	3
3	DEFINICIONES	3
4	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	3
5	DESARROLLO	4
5.1	CALIFICACIÓN DE PERSONAL	4
5.2	PLANEACIÓN	4
5.3	MATERIALES	4
5.4	REQUERIMIENTOS ANTES DE LA OPERACIÓN	5
5.5	INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN DE ELEMENTOS	5
5.6	ALINEAMIENTO Y AJUSTE	6
5.7	AJUSTE DE ESPÁRRAGOS	9
5.8	AJUSTE CON DISCOS DE REACCIÓN (LOAD DISC® HYTORC®)	10
5.9	VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD (prueba de fuga)	11
5.10	REAJUSTE O CAMBIO DE ESPÁRRAGOS EN OPERACIÓN	11
6	ANEXOS	14
	ANEXO 1 – TABLA DE TORQUES	14
	ANEXO 2 – CANTIDAD Y DIÁMETRO DE ESPÁRRAGOS	15
	ANEXO 3 – TAMAÑOS DE LAS TUERCAS Y COPAS	16
7	CONTROL DE ACTUALIZACIONES	16

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 41. Definición de Materiales para Juntas Bridadas

BRIDAS:	Según especificaciones ASME B16.5 o ASME B16.47 y lo requerido en el documento <i>GT-ST-003 - Especificaciones de tubería y accesorios – Piping Class.</i>
ESPÁRRAGOS:	Se requieren espárragos ASTM A193 Gr. B7 estampados.
TUERCAS:	Se requieren tuercas ASTM A194 Gr. 2H estampadas.
EMPAQUES:	Para los empaques tipo anillo se requiere: Tipo R, dureza 90 BHN máximo, acero inoxidable 304 SS. Para los empaques espirometálicos se requiere: Espesor 1/8" (3.2 mm), material 304 SS, relleno de grafito flexible con anillo externo y/o interno de acero al carbono
	NOTA: Se requiere el uso de anillo metálico interior (Ejemplo: Flexitalico tipo CGI) para uniones bridadas de diámetros mayores a 24" en clases 600 y 900.
LUBRICANTE:	El lubricante utilizado para los cálculos en este instructivo, para lubricar la rosca de los espárragos, cara de las tuercas y área de contacto de las bridas serán a base de bisulfuro de molibdeno, con un coeficiente menor o igual a 0.1. o un factor de tuerca (nut factor) menor a 0.15.
	IMPORTANTE: El cambio de lubricante y por ende la variación del coeficiente de fricción puede cambiar considerablemente los valores requeridos de torque para garantizar la integridad de la unión.

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 42. Tabla de Torque Definidas

NPS	Serie	Torque (lb-pie)				
		150	300	600	900	1500
2	-	90	90	90	220	220
2 1/2	-	100	130	150	-	-
3	-	130	150	150	290	560
3 1/2	-	90	150	250	-	-
4	-	90	150	290	520	800
5	-	160	180	420	740	1400
6	-	200	160	390	580	1000
8	-	190	280	610	1000	1800
10	-	260	390	820	970	2800
12	-	300	610	820	1000	3400
14	-	420	530	1030	1270	5200
16	-	420	820	1440	1630	6800
18	-	660	790	1770	2600	8180
20	-	570	870	1850	3090	10660
24	-	870	1400	2790	6110	19000
26	A	690	1650	2530	8180	-
30	A	770	1980	3090	10660	-
36	A	1100	2860	6110	17030	-
42	A	1430	1980	-	-	-
26	B	210	660	1820	7100	-
30	B	190	880	2970	10660	-
36	B	310	1480	5280	11900	-
42	B	430	2050	-	-	-

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 43. Cantidad y diámetro de espárragos (Ref. ASME B16.5 y B16.47)

CLASE		150		300		600		900		1500	
NPS	SERIE	#	Ø	#	Ø	#	Ø	#	Ø	#	Ø
2	-	4	5/8	8	5/8	8	5/8	8	7/8	8	7/8
2 1/2	-	4	5/8	8	3/4	8	3/4	8	1	8	1
3	-	4	5/8	8	3/4	8	3/4	8	7/8	8	1 1/8
3 1/2	-	8	5/8	8	3/4	8	7/8	-	-	-	-
4	-	8	5/8	8	3/4	8	7/8	8	1 1/8	8	1 1/4
5	-	8	3/4	8	3/4	8	1	8	1 1/4	8	1 1/2
6	-	8	3/4	12	3/4	12	1	12	1 1/8	12	1 3/8
8	-	8	3/4	12	7/8	12	1 1/8	12	1 3/8	12	1 5/8
10	-	12	7/8	16	1	16	1 1/4	16	1 3/8	12	1 7/8
12	-	12	7/8	16	1 1/8	16	1 1/4	20	1 3/8	16	2
14	-	12	1	20	1 1/8	20	1 3/8	20	1 1/2	16	2 1/4
16	-	16	1	20	1 1/4	20	1 1/2	20	1 5/8	16	2 1/2
18	-	16	1 1/8	24	1 1/4	24	1 5/8	20	1 7/8	16	2 3/4
20	-	20	1 1/8	24	1 1/4	24	1 5/8	20	2	16	3
24	-	20	1 1/4	24	1 1/2	24	1 7/8	20	2 1/2	16	3 1/2
26	A	24	1 1/4	28	1 5/8	28	1 7/8	20	2 3/4	-	-
30	A	28	1 1/4	28	1 3/4	28	2	20	3	-	-
36	A	32	1 1/2	32	2	28	2 1/2	20	3 1/2	-	-
42	A	36	1 1/2	32	1 5/8	28	2 1/2	-	-	-	-
26	B	36	3/4	32	1 1/4	28	1 5/8	20	2 1/2	-	-
30	B	44	3/4	36	1 3/8	28	1 7/8	20	3	-	-
36	B	44	7/8	32	1 5/8	28	2 1/4	24	3	-	-
42	B	48	1	36	1 3/4	-	-	-	-	-	-

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA


Figura 44. Tabla Tamaños de tuercas y copas

Diámetro del espárrago	Tamaño de la tuerca	Tamaño de la copa
5/8	15/16	1 1/16
3/4	1 1/8	1 1/4
7/8	1 5/16	1 7/16
1	1 1/2	1 5/8
1 1/8	1 11/16	1 13/16
1 1/4	1 7/8	2
1 3/8	2 1/16	2 3/16
1 1/2	2 1/4	2 3/8
1 5/8	2 7/16	2 9/16
1 3/4	2 5/8	2 3/4
1 7/8	2 13/16	2 15/16
2	3	3 1/8
2 1/4	3 3/8	3 1/2
2 1/2	3 3/4	3 7/8
2 3/4	4 1/8	4 1/4
3	4 1/2	4 5/8
3 1/2	5 1/4	5 3/8

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Submarinas PM-IN-21: Tiene como objetivo establecer las actividades a seguir para garantizar la integridad en el ensamble y ajuste de uniones bridadas que se encuentren localizadas bajo el agua y que involucren mangueras marinas, asegurando la utilización de equipos y materiales idóneos para las actividades y metodologías bajo los estándares aplicables y las mejores prácticas de ingeniería. Este instructivo aplica para la instalación, re-ensamble y/o re-torque de bridas de mangueras marinas, en actividades de mantenimiento del sistema de transporte de hidrocarburos líquidos OCENSA costa afuera, constituida por el segmento 4, donde los empaques sean del tipo espiro metálico (spiral-wound).

Figura 45. Portada del Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas Submarina


INSTRUCTIVO
AJUSTE DE UNIONES BRIDADAS DE
MANGUERAS SUBMARINAS
PM-IN-021

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	Fecha (DD/MM/AAAA)	Descripción
0	01/06/2011	Creación de documento

Elaboró:
Julián David Gómez/Inspector de Mantenimiento Off-shore

Revisó:
Miguel Becerra/Coordinador de Operaciones y Mantenimiento Off-shore

Aprobó:
Januario Barbosa/Superintendente Terminal Marítimo de Coveñas

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 46. Contenido Instructivo Ajuste de Uniones Bridadas Submarina

TABLA DE CONTENIDO		
1	OBJETIVO	3
2	ALCANCE	3
3	DEFINICIONES	3
4	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	3
5	DESCRIPCIÓN	4
5.1	EQUIPOS Y COMPONENTES	4
5.2	PLANEACIÓN	4
5.3	INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN DE ELEMENTOS.....	4
5.4	ACERCAMIENTO BRIDAS MANGUERAS SUBMARINAS	5
5.5	TORQUEO	7
5.6	VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD (PRUEBA DE FUGA)	8
6	ANEXOS	9
7	CONTROL DE REGISTROS	9

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

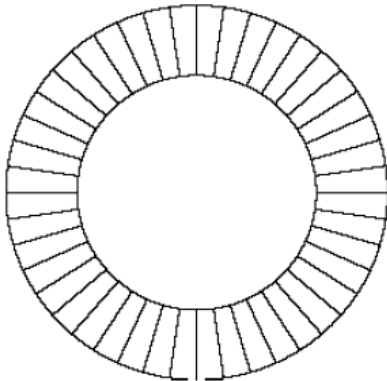
Figura 47. Equipos y Componentes definidos

5	DESCRIPCIÓN
5.1	EQUIPOS Y COMPONENTES
a.	Los equipos aprobados para torque de bridas son llaves de torque hidráulicas tipo casete fabricadas en Acero Inoxidable apropiados para bridas de 20" y 24" ANSI 150# con sus correspondiente Unidades de Potencia Hidráulica de la Misma Marca que puedan generar Torque de hasta 1500 lb-ft mínimo. Como por ejemplo las llaves STEALTH 2 o STEALTH 4 Marca HYTORC.
b.	Los equipos aprobados para acercamiento de bridas han de ser jaladores hidráulicos de accionamiento independiente fabricados en Acero Inoxidable y con los adaptadores apropiados para bridas de 20" y 24" ANSI 150# y que puedan generar una fuerza de mínimo 15 Toneladas. Como por ejemplo el OPTIMUS SUBSEA FLANGE PULLING SYSTEM de Marca TENTEC.
c.	Los equipos aprobados para alineación de bridas han de ser Alineadores Mecánicos o Hidráulicos fabricados en acero Inoxidable apropiados para bridas de 20" y 24" ANSI 150# que puedan generar mínimo 3 toneladas de fuerza. Como por ejemplo los alineadores mecánicos ATM-3 de Marca ENERPAC.
d.	El equipo aprobado para la liberación de los pines de protección han de ser separadores de bridas de amplio rango de apertura y de ancho de pico no mayor a 3" que puedan generar una fuerza no mayor a 1 Tonelada. Como por ejemplo el separador de bridas WR-13 Marca ENERPAC.
e.	Para el uso de las anteriores herramientas referirse sus respectivos manuales del usuario suministrados por el fabricante.
f.	El recubrimiento a usar para tanto los espárragos como las tuercas debe ser un PTFE [Politetrafluoroetileno (teflón)] con un coeficiente de fricción entre 0.12 a 0.15 y un espesor no mayor a 50 micras.
g.	Los empaques espiro metálicos deberán ser: Espesor 1/8" (3.2 mm), material 304 SS, relleno de grafito flexible con anillo externo y/o interno de acero al carbono.

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA


4.1.3 Formatos para ajuste de uniones bridadas.

Figura 48. Formato Planificación para ensamble y ajuste de uniones

Fecha		Sistema		Línea/Equipo	
Propósito del trabajo					
Material necesario					
Pernos	Tuercas	Arandelas	Empaques	Lubricante	Llaves
Marcador	Otros				
Unión bridada					
Clase	Díámetro de la brida	Número de espárragos	Díámetro del esparrago		
Tipo de empaque	Tipo de tuerca	Tipo de lubricante			
Secuencia de ajuste					
Torque requerido	Torque inicial (lb-ft)	Segundo pase (lb-ft)	Tercer pase (lb-ft)	Torque final (lb-ft)	
Numeración y herramientas					
Cantidad de herramientas		Herramienta	Manómetro		
					
		Brazo de reacción	Capacidad		
Observaciones					
Firma supervisor:			Firma ejecutor:		
Nombre:			Nombre:		
Empresa:			Empresa:		
Fecha:			Fecha:		


Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 49. Formato Control y aseguramiento en el ajuste de uniones

		FORMATO CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN EL AJUSTE DE UNIONES BRIDADAS PM-FT-018				
		<table border="1"> <tr> <th>Versión</th> <th>Fecha de vigencia</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1/16/2011</td> </tr> </table>	Versión	Fecha de vigencia	0	1/16/2011
Versión	Fecha de vigencia					
0	1/16/2011					
Fecha	Sistema	Línea / Equipo				
Procedimiento usado						
Control de carga	Si		No	Cual:		
UNIONES BRIDADAS						
Rating/Clase	Diámetro brida	No. espárragos	Diámetro espárragos			
Tipos de empaque	OD Empaque	ID Empaque	Anillo interior			
Tipo de tuerca	Material	Tipo de lubricante	Factor K			
Torque requerido (lb-ft)	Pase inicial (lb-ft)	Segundo pase (lb-ft)	Tercer pase (lb-ft)	Pase final (lb-ft)		
No.	COMPLETAMIENTO			SI	NO	
1	La unión se ajusto según el instructivo aplicable					
2	Las materiales cumplen con la especificación de diseño					
3	Las bridas se encuentran en buen estado					
4	Los espárragos y tuercas se encuentran en buen estado					
5	El empaque se encuentra nuevo y en buen estado.					
6	Se realizo el torque con una herramienta calibrada					
7	El lubricante es el especificado en el instructivo					
8						
9						
10						
Observaciones						
Firma supervisor:			Firma ejecutor:			
Nombre:			Nombre:			
Empresa:			Empresa:			
Fecha:			Fecha:			


Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 50. Formato Lista de Chequeo en el ajuste de uniones

		FORMATO LISTA DE CHEQUEO PARA EL AJUSTE DE UNIONES BRIDADAS PM-FT-019					
		<table border="1"> <tr> <th>Versión</th> <th>Fecha de vigencia</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>01/07/2011</td> </tr> </table>	Versión	Fecha de vigencia	0	01/07/2011	
Versión	Fecha de vigencia						
0	01/07/2011						
No.	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE				
0	REQUERIMIENTOS PREVIOS						
0.1	Se han diligenciado, aprobado y divulgado los documentos.						
0.2	Se ha capacitado en teoría de fuego y mecanismos de seguridad						
0.3	Se verificaron que los controles de ingeniería sean adecuados						
0.4	Están claramente definidos y entendidos los roles y responsabilidades						
0.5	Se verifico la experiencia y competencias de los técnicos y operadores						
0.6	Se cuenta con los elementos básicos de protección personal.						
0.7	Si aplica se cuenta con equipos intrínsecamente seguros						
0.8	Se verifico la existencia de extintores en el sitio de trabajo.						
0.9	Se diligencio el formato de planeación PM-FT-017						
1	INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN DE ELEMENTOS						
1.1	Se verificaron todos los elementos de los equipos a utilizar						
1.2	Se realizaron los preoperacionales de llaves y bombas						
1.3	Se limpiaron e inspeccionaron las bridas						
1.4	Se verificó e inspeccionó el empaque a utilizar						
1.5	Se inspeccionaron espárragos y tuercas y se verificó su dimensión						
1.6	Se aplico lubricante en todas las superficies de fricción						
2	AJUSTE Y VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD						
2.1	Se numeraron los espárragos de forma cruzada según los instructivos						
2.2	Se verifico y registro la alineación de las bridas.						
2.3	Se estableció y siguió un modelo de apriete según los instructivos						
2.4	Se realizó un último pase en sentido de las manecillas del reloj						
2.5	Se diligencio el formato de control de calidad PM-FT-018						
2.6	Se verifico la junta bridad en busca de fugas por 30 minutos						
2.7	Se realizó o se realizará prueba hidrostática a la junta						
3	AJUSTE DE UNIONES BRIDADAS EN OPERACIÓN						
3.1	La brida tienen un mínimo de 8 espárragos.						
3.2	La presión es < 50% de la MAOP o la presión de trabajo de la brida						
3.3	Las bridas y sistemas asociados están adecuadamente soportadas						
3.4	No hay cargas de vibración, pulsación o impacto						
3.5	Los elementos son del tipo, tamaño y grado correcto						
3.6	En área de influencia no hay trabajos en caliente simultáneos						
Firma supervisor:		Firma ejecutor:					
Nombre:		Nombre:					
Empresa:		Empresa:					
Fecha:		Fecha:					

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

Figura 51. Formato Evaluación de desempeño en el ajuste de uniones

		ANEXO 2. HOJA DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				AJUSTE DE UNIONES BRIDADAS	
		Versión		Página N°			
		0		1 de 1			
Nombre		Cédula					
Cargo		Empresa					
DESCRIPCIÓN				REALIZÓ		COMENTARIOS	
				SI	NO		
PLANEACION							
Realiza la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos en sitio.							
Verifica que los permisos de trabajo esten diligenciados y abiertos							
Verifica que el ART se encuentre aprobado y haya sido divulgado							
Realiza la charla de seguridad previa a la ejecución de los trabajos							
Se cuenta con los formatos para la documentación preoperacional de los equipos a utilizar							
Se realiza divulgación de hojas de seguridad de los productos químicos (Hidráulico, crudo,							
Se realiza divulgación del planes de emergencia en inmersión							
Se realiza divulgación de plan de contingencia y de manejo ambiental.							
Se cuentan con los EPP y EPI aplicables al trabajo a ejecutar							
Organiza y verifica la calificación del personal							
Solicita las herramientas y materiales requeridos para la ejecución de la tarea.							
Revisa los certificados de calibración de la herramienta de torque							
Se tienen definidas sus responsabilidades con respecto a su rol							
PREVIO A LA PRUEBA							
Se realiza chequeo de los equipos de torque a utilizar, estado integral de las mangueras,							
acoples de las mangueras y se documenta preoperacional							
Se realiza verificación de estado de cables y conexiones del sistema eléctrico del equipo							
Se asegura que se cuente con las herramientas requeridas y accesorios correctos.							
Diligencia los documentos de planeación requeridos para iniciar el trabajo.							
Selecciona el valor del torque requerido y las presiones necesarias en la llave hidráulica							
Verificación del uso de EPP							
INSPECCIÓN DE MATERIALES							
Realiza la inspección de la brida (estampe, condición del área de sello, agujeros, etc).							
Verifica e inspecciona espárragos y tuercas (estado, diámetro, longitud, estampe, etc).							
Selecciona el lubricante adecuado, y lo aplica en las áreas adecuadas.							
Verifica estado y tipo correcto de empaques a utilizar							
Almacenamiento y manipulación correcta de los pernos y tuercas							
EJECUCIÓN - ALIACION Y COLOCACIÓN DEL EMPAQUE EN TIERRA							
Realiza la inspección visual previa a la instalación del empaque							
Realiza la inserción del empaque correctamente y utilizando las herramientas adecuadas							
Realiza la alineación utilizando las herramientas adecuadas (pines de alineación, alineadores,							
Alinea cumpliendo los requerimientos del procedimiento.							
Se verifica que que el empaque haya sido instalado adecuadamente previo a torqueo.							
EJECUCIÓN - ALIACION Y COLOCACION DEL EMPAQUE SUBMARINO							
Realiza la inspección visual previa a la instalación del empaque							
Realiza la inserción del empaque correctamente y utilizando las herramientas adecuadas							
Realiza la alineación utilizando las herramientas adecuadas (pines de alineación, alineadores,							
Alinea cumpliendo los requerimientos del procedimiento.							
Se verifica que que el empaque haya sido instalado adecuadamente previo a torqueo.							
APRIETE							
Numera los espárragos de acuerdo con lo especificado en el procedimiento.							
Asegura el ajuste de la llave torque manual o la presión de la bomba hidráulica							
Se enrosca de manera correcta las tuercas en los esparragos							
Asegura el manejo de la herramienta de torque y herramientas de mano.							
Asegura la verificación de alineamiento de la brida							
Asegura el funcionamiento (presión, temperatura, flujo, etc) de la herramienta de torque							
Mantiene comunicación permanente con el operador de cubierta durante la ejecución del							
trabajo para coordinar tiempos y verificar comando de operación							
Realiza el registro del trabajo realizado a la unión de las bridas							
ACTITUD DE LAS PERSONAS							
Liderazgo.							
Desempeño HSE (Priorización – Identificación Peligros).							
Planeación.							
Seguimiento al paso a paso procedimiento.							
Cumplimiento conformidad de actividad.							
Mentor		Instructor		OQ Program		Evaluador HSE	

Fuente: Centro de Documentación Técnica OCENSA

4.2 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Se realizaron las calificaciones del personal en el mes de Junio y Julio de 2011 con el objetivo de establecer los requerimientos necesarios para evaluar y calificar las competencias (conocimiento, habilidades y destrezas) del personal que ejecuta y/o supervisa en OCENSA las actividades de ensamble y ajuste de uniones bridadas, así como su capacidad para reconocer y reaccionar adecuadamente ante una situación anormal de operación. El proceso de calificación fue para personal propio y contratistas en alguno de los siguientes niveles, de acuerdo al rol desempeñado durante la ejecución de la tarea ajuste y ensamble de uniones bridadas:

- Nivel I Ejecutor / Ajustador de uniones mecánicas
- Nivel II Supervisor de uniones mecánicas

4.2.1 Capacitación y entrenamiento de ajuste de bridas en tierra. Esta fue ejecutada en Tunja en las instalaciones de OCENSA Soraca la cual tuvo una duración de 16 Horas.

Figura 52. Registro Fotográfico Capacitación Tunja



Fuente: Autor de monografía

Figura 53. Registro Fotográfico Equipos Utilizados en Capacitación



Fuente: Autor de monografía

4.2.2 Capacitación y entrenamiento de ajuste de bridas submarinas. Esta fue ejecutada en Coveñas la cual tuvo una duración de 16 Horas.

Figura 54. Registro Fotográfico Capacitación Coveñas



Fuente: Autor de monografía

4.3 ACTIVIDADES EJECUTADAS EN CUSIANA

A continuación se describen las actividades realizadas en la estación Cusiana las cuales fueron ejecutadas por el Autor de la monografía.

4.3.1 Inventario de juntas bridadas de la estación Cusiana. Se realizó el inventario en el mes de mayo y junio de 2011.

Tabla 5. Inventario de Juntas Bridadas estación Cusiana

TAMAÑO	CLASE					TOTAL
	150	300	600	900	1500	
2"	171	50	70	152	0	443
3"	4	4	0	48	0	56
4"	138	30	2	0	0	170
6"	155	9	3	8	0	175
8"	164	18	1	8	0	191
10"	38	6	8	22	0	74
12"	44	17	2	20	8	91
16"	30	6	31	8	0	75
18"	6	0	0	0	0	6
20"	84	31	22	16	0	153
24"	43	4	2	0	0	49
30"	62	0	0	24	0	86
36"	13	5	0	0	0	18
42"	9	0	0	0	0	9
TOTAL	952	180	141	306	8	1596

Fuente: Autor de monografía

4.3.2 Identificación e instalación de placa en las juntas bridadas. A cada una de las juntas bridadas de la estación Cusiana se le instaló una placa con número único para identificarla dentro de la base de datos de las juntas bridadas de la estación.

Figura 55. Registro Fotográfico 1 Instalación de Placas en Juntas



Fuente: Autor de monografía

Figura 56. Registro Fotográfico 2 Instalación de Placas en Juntas



Fuente: Autor de monografía

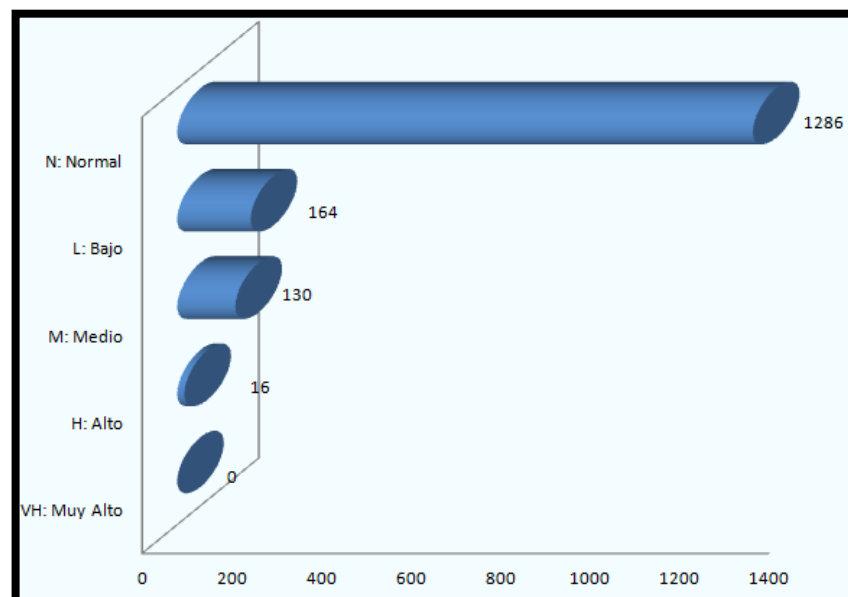
Figura 57. Registro Fotográfico3 Instalación de Placas en Juntas



Fuente: Autor de monografía

4.3.3 Inspección en servicio y evaluación de criticidad. Se realizó entre el mes de Mayo y septiembre 2011 la evaluación de la criticidad de acuerdo a la inspección visual realizada.

Figura 58. Grafico evaluación de criticidad Juntas Cusiana



Fuente: Autor de monografía

Tabla 6. Inventario de Falla en Bridas estación Cusiana

BRIDAS		
Código	Cant	Descripción de Falla
FEM:	7	Fuga externa menor de proceso, menor a 20 gotas por minuto.
FMP:	0	Fuga mayor de 20 gotas por minuto y menor de 60 gotas por min.
BD:	5	Bridas desalineadas.
CEV	7	Corrosión Externa Visible.
DV:	0	Deformación permanente visible.
ED	12	Se observa el empaque desde el exterior deformado
BNR	0	Brida no requerida.
OK:	1565	Bridas en buen estado

Fuente: Autor de monografía

Tabla 7. Inventario de Fallas en espárragos estación Cusiana

ESPARRAGOS		
Código	Cant	Descripción de Falla
OXI	35	Oxidación menor
COR	23	Corrosión con deformación en los filetes.
DEF	0	Deformación permanente en hilos de la rosca.
NCM	0	No cumple con la especificación de material
NCD	0	No cumple con diámetro o longitud del esparrago
TEL	0	Se observa el tornillo elongado.
EDF	1	Espárragos deformados
EDE	36	Espárragos desalineados
TNR	8	Tuercas no requeridas - no cumple con las especificaciones.
LFE	4	Le falta algún esparrago
OK	1489	Espárragos sin daño visible.

Fuente: Autor de monografía

4.3.4 Campañas de Prevención entre las áreas de Integridad y Protección Ambiental. Entre el Área de Gestión ambiental de la compañía y el área de integridad, se lanzó la campaña de NI GOTA DE DERRAMES.

Figura 59 Soporte Campañas Ni Gota de Derrames



Fuente: Autor de monografía

5. CONCLUSIONES

El PGIJB propuesto para el Oleoducto Central S.A permite establecer un proceso de mejora continua basado en el análisis de riesgo y la evaluación de la integridad, que se interrelaciona con el programa de gestión de integridad, el sistema de gestión ambiental y el sistema de gestión en salud ocupacional y seguridad industrial de la compañía, para garantizar una operación segura, confiable y eficiente previniendo fugas de crudo que puedan afectar a la comunidad, a los empleados de la compañía o al medio ambiente. Permitiendo optimizar los recursos.

A su vez se minimizan los daños e imprevistos no planeados, manteniendo los activos de la compañía en las condiciones operacionales especificadas, cumpliendo con las normas y regulaciones nacionales e internacionales establecidas para la integridad de oleoductos, tomando en consideración el cumplimiento de las leyes colombianas en cuanto a operación y protección del medio ambiente.

También permite identificar y ejecutar planes de control y mitigación, estableciendo de forma adecuada monitoreos, recolección de datos y análisis de resultados de las diferentes inspecciones y acciones proactivas de remediación, preventivas y correctivas.

Lo que se ha implementado en la compañía a Septiembre 2011 respecto al PGIJB ha sido de valiosa ayuda para la empresa como fundamento de la gestión de integridad ya que se han definido mejores prácticas hacer aplicadas en las juntas durante la construcción, puesta en marcha y a través de su vida.

Al término de trabajo se pueden destacar las siguientes actividades:

- ✓ Se logró establecer un inventario completo de las juntas bridadas de la estación Cusiana.
- ✓ Se implementó un sistema de marcación en sitio (tags tipo placa) para poder identificar cada una de las juntas bridadas con el fin de registrar la trazabilidad de las intervenciones realizadas a cada una de ellas.
- ✓ Se logró realizar una inspección basada en riesgo y se pudo realizar la evaluación de la criticidad de las juntas bridadas de la estación Cusiana.
- ✓ Se documentó el estándar, instructivos y formatos para el ajuste de uniones bridadas en tierra y submarinas.
- ✓ Se logró capacitar el personal y así mismo calificar para la ejecución de las tareas correspondientes al ajuste de uniones bridadas en tierra y submarinas.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API). API 570. Inspection, Repair, Alteration, and Rerating of In-Service Piping Systems . Second edition. 2000.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API). API 580. Risk-based Inspection. First Edition. 2002.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API). API 574 Inspection Practices for Piping System Components . Second Edition, June 1998.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). ASME B31.3 Process Piping Guide. 2002.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/ Inch Standard.2009.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). ASME B16.47-2006 Large Diameter Steel Flanges NPS 26 Through NPS 60 Metric/Inch Standard. 2006.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). ASME B16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed. 2007.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). ASME B16.21 Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges. 2005.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). ASME VIII. Boiler and Pressure Vessel Code. Mandatory appendix 2 Rules for bolted flange connections. 2010.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). ASME PCC-1. Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. 2010.

ASOCIACIÓN EUROPEA DE ESTANQUEIDAD (ESA). Guía para la utilización segura de elementos de sellado - Juntas y Bridas - Publicación de la ESA/FSA N° 009/9. Mayo 2000.

BP AMOCO, Piping Joints Handbook. Document No. D/UTG/054/00. 03000785 (RP2066). May 2000.

CDT. Centro de Documentación Técnica Oleoducto Central S.A

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (DOT). Code of Federal Regulations, Part 192. Washington: National Archives and Records Administration, 2004.

DUARTE Herrera, Diego Alexander. Estructuración del programa de confiabilidad para las líneas de proceso conforme a la metodología de inspección basada en riesgo RBI, para la GCB. Tesis de grado. Ingeniería metalúrgica. Universidad Industrial de Santander.

ENERGY INSTITUTE, Guidelines for the management of the integrity of bolted joints for pressurised systems Second edition 2nd edition. Registered charity number 1097899. May 2007.

GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario 2 Evaluación de la investigación. Posgrado en gerencia de mantenimiento. Bogota. Universidad Industrial de Santander. 2011.

HYDRATIGHT. Services Joint Integrity Management Solutions™ Jims™. Pagina web. <http://www.hydratight.com>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas Colombianas para la presentación de tesis y otros trabajos de investigación, Quinta actualización, Bogotá D.C.; ICONTEC; 2005, 126p. NTC 1486.

MSS SP-44. Steel Pipeline. Flanges. Standard Practice Developed and Approved by the Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry, Inc. 2006

OCENSA. Reporte de Sostenibilidad 2010. Gerencia de Asuntos Corporativos. Bogotá, abril de 2011.

R. R. LEE. Pocket Guide to Flanges, Fittings, and Piping Data. ISBN: 088415310X. Publisher: Elsevier Science & Technology Books. Pub. Date: November 1999.

SANTOS CARRILLO, Francisco y TORRES RAMIREZ, John Jairo. Modelo de gerencia de riesgos e integridad en el gasoducto Ballena – Barrancabermeja. Bucaramanga, 2002, 87 p. monografía (especialista en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Postrado en Gerencia de Mantenimiento.

STANDARD SAFETY PRACTICES MANUAL. BP Canada Energy Company. December, version 1.1. 2007.

TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario. Gerencia del Mantenimiento. Material del Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Bogota. Universidad Industrial de Santander. 2011.