

PRÁCTICA EMPRESARIAL DE INGENIERIA MECÁNICA EN LA EMPRESA JOSÉ
GALVIS CONTRATISTA S.A.S

Marvin Alberto Martinez Acosta

ID: 000 240752

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Bucaramanga

2018

PRÁCTICA EMPRESARIAL DE INGENIERIA MECÁNICA EN LA EMPRESA JOSÉ
GALVIS CONTRATISTA S.A.S

Marvin Alberto Martinez Acosta

ID: 000240752

Proyecto de grado presentado como requisito para optar a título de:

INGENIERO MECANICO

Director del Proyecto

Dr. Rolando Enrique Guzmán López

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Bucaramanga

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, junio de 2018

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por guiarme a lo largo de mi carrera, por ser sostén en los momentos difíciles y por brindarme una vida llena de bendiciones, aprendizajes y personas maravillosas.

A mis padres Luis e Isabel, por el esfuerzo realizado durante mi vida para darme las mejores comodidades y oportunidades de estudio, por las virtudes y valores inculcados en mí para afrontar la vida. Sobre todo, por ser el mejor ejemplo de vida a seguir.

A mi hermano Fernando, por ser un faro que guía el camino que debo seguir, por la motivación brindada y su constante ayuda a no decaer en el transcurso de mi carrera.

A mis amigos Leonardo Prada y Sebastián Arismendi, por acompañarme en los cinco años de carrera, por el apoyo brindado durante estos años, por tenderme la mano en los momentos difíciles de mi vida y ser incondicionales. Marlon Gómez, Juan Ospina y Jonathan Tarazona, por la amistad brindada durante la carrera, y a pesar de la distancia siempre estar presentes para afrontar los momentos difíciles, guiarnos y aconsejarnos mutuamente.

A los señores Edilson Guevara, Diógenes Acevedo y José Galvis, por la oportunidad y la confianza brindada para realizar las labores de mi tesis en la empresa JOSE GALVIS CONTRATISTA SAS. Por el trato y las motivaciones brindadas en estos seis meses.

A los ingenieros Alex Jiménez, Francisco González, y al supervisor Jhon Guevara, por la confianza, las enseñanzas, el apoyo y facilidades otorgadas para desarrollar las prácticas empresariales, por darme la oportunidad de crecer profesional e intelectualmente.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
1.2 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	3
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GENERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 SOLDADURA	7
3.2 PRUEBAS DE SOLDADURA NO DESTRUCTIVAS	8
3.2.1 Radiográficas	9
3.2.2 Tintas penetrantes	9
3.2.3 Ultrasonido	10
4. METODOLOGÍA	11
5. RESULTAOS Y DISCUSIÓN	14
5.1 CONTRATO SA- LCI- 0326	14
5.2 CUMPLIMINETO DE INDICADORES	29
6. CONCLUSIONES	37
7. RECOMENDACIONES	38
8. BIBLIOGRAFIA	39
9. ANEXOS	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de objetivos específicos.....	13
Tabla 2. Códigos y nombre de procedimientos.....	15
Tabla 3. Códigos y Nombre de Formatos de Registro.....	15
Tabla 4. Cumplimiento de pruebas no destructivas	32
Tabla 5. Cronograma de actividades	35
Tabla 6. Cumplimiento de indicadores	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama empresarial (Fuente: JG Contratista S.A.S).....	2
Figura 2. Planos de construcción	16
Figura 3. Listado de materiales de construcción (Fuente: Planos de construcción)	17
Figura 4. Registro de Programación de END (Fuente: Formatos de registro).....	21
Figura 5. Informe de radiografía (Fuente: Empresa Gamma Rite Ltda)	22
Figura 6. Registro Libro de soldadura (Fuente: Formatos de Registro)	23
Figura 7. Datos de diseños especificados en los planos (Fuente: Planos de construcción)	24
Figura 8. Registro de preprueba	25
Figura 9. Formato para prueba de presión en tubería (Fuente: Formatos de registro).	26
Figura 10. Registro de preparación de superficie y aplicación de pintura.	28

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Registros fotográficos de equipos de la empresa	41
Anexo 2. Equipos para inspección	42
Anexo 3. Bodega de accesorios y tubería	43
Anexo 4. Registro de prueba por tintas penetrantes.....	44
Anexo 5. Registro fotográfico de construcción de manifolds.....	44
Anexo 6. Aprobación de construcción de Manifolds.....	45
Anexo 7. Consolidado de materiales.....	47

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL DE INGENIERIA MECÁNICA EN LA EMPRESA JOSÉ GALVIS CONTRATISTA S.A.S

AUTOR(ES): Marvin Alberto Martínez Acosta

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR(A): Dr. Rolando Enrique Guzmán López

RESUMEN

En este documento se examina la información relacionada con la práctica empresarial realizada en el departamento de Control y Aseguramiento de Calidad (Q.A.Q.C) de soldadura de la empresa José Galvis Contratista S.A.S, obtenida por medio de pruebas y ensayos destructivos, así como, no destructivos de los diferentes procesos de manufactura de los prefabricados destinados a la inyección y transporte de crudo, gas y aguas utilizadas en la industria petrolera en el campo La Cira Infantas y su área de influencia, ubicado en la ciudad de Barrancabermeja, Santander, Colombia durante los meses ubicados entre diciembre del año 2017 y mayo del año 2018. Mediante las pruebas se certifica la calidad del producto entregado a la empresa Occidental Andina, archivando la documentación en dossiers de construcción individuales basado en la guía de Ecopetrol S.A para este tipo de documentos. A su vez, obteniendo la aprobación de un ente interventor, encargado de verificar el cumplimiento de la adecuada implementación de los procesos manejados en la firma contratista. Apuntando directamente a obtener el aval para una expansión del contrato SA-LCI-0326 o la adjudicación de un contrato de construcción de mayor capacidad económica.

PALABRAS CLAVE:

Calidad, Soldadura, Ensayos no destructivos, Manufactura

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: PROFESSIONAL PRACTICE OF MECHANICAL ENGINEERING IN THE JOSÉ GALVIS CONTRATISTA S.A.S COMPANY

AUTHOR(S): Marvin Alberto Martínez Acosta

FACULTY: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: Dr. Rolando Enrique Guzmán López

ABSTRACT

In this document is analyzed the information related to the professional practice developed in the Q.A.Q.C (Quality Assurance Quality Control) department of the Jose Galvis Contratista S.A.S company, obtained from destructive and not destructive test and examination of the different processes of manufacture of the prefabricate destined to the injection and transport of crude oil, gas and water used in the La Cira Infantas and influence area oil industry, located in Barrancabermeja, Santander, Colombia for the time between December of 2017 and May of 2018. By testing the quality of the products delivered to Occidental Andina Company is certificate, registering the documents in individual construction dossier based in Ecopetrol S.A guide to this type of documents. At the same time, obtaining the approval of an inspector body, in charge of verify the compliance of the correct implementation of the process handled by the company. Looking directly to obtain a SA-LCI- 0326 contract expansion OR A allocation of a construction contract with a bigger economic capacity.

KEYWORDS:

Quality, Welding, Not Destructive test, Manufacture

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento abarca la práctica profesional en la empresa JG CONTRATISTA SAS bajo la dependencia de control y aseguramiento de la calidad de procesos mecánicos y de soldadura de tubería de acero. Para cumplir con las especificaciones de Ecopetrol y Occidental Andina, se requieren llevar registros de todos los procedimientos de ensayos no destructivos para la certificación de juntas soldadas.

Con el interés de desarrollar satisfactoriamente el contrato de compra SA-LCI-0326, sin generar una alta carga laboral para el ingeniero encargado de llevar a cabo las inspecciones de soldadura se toma la decisión de ocupar el cargo de auxiliar de ingeniera, por parte de los dirigentes de la empresa. Por otra parte, se tiene el interés de ampliar el campo de aprendizaje en el área de procesos mecánicos y soldadura, además de tener una visión más cercana del campo de acción tanto del ingeniero residente como del ingeniero QA/QC.

Durante el tiempo de trabajo se implementaron tanto ensayos no destructivos como destructivos para la certificación de la construcción de prefabricados para líneas de transporte de producción y material utilizable en la industria petrolera. Teniendo la oportunidad de operar diferentes equipos de medición e inspección de materiales y procedimientos realizados en la empresa.

1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

José Galvis Contratista S.A.S es una empresa localizada en la vereda La Cira en el corregimiento El centro, con teléfono de contacto 316 654 6542. Constituida en la cámara de comercio de Barrancabermeja con NIT. 900875599-9, con actividad económica principal de construcción de obras de ingeniería civil y mecánica. Bajo esta actividad se encuentra prestando servicios a Ecopetrol y Occidental Andina S.A en la elaboración de prefabricados de tubería para la industria petrolera, además de la elaboración de contrapozos para las áreas de explotación de petróleo, contando con una base de 25 empleados en el área mecánica, con la siguiente organización empresarial.

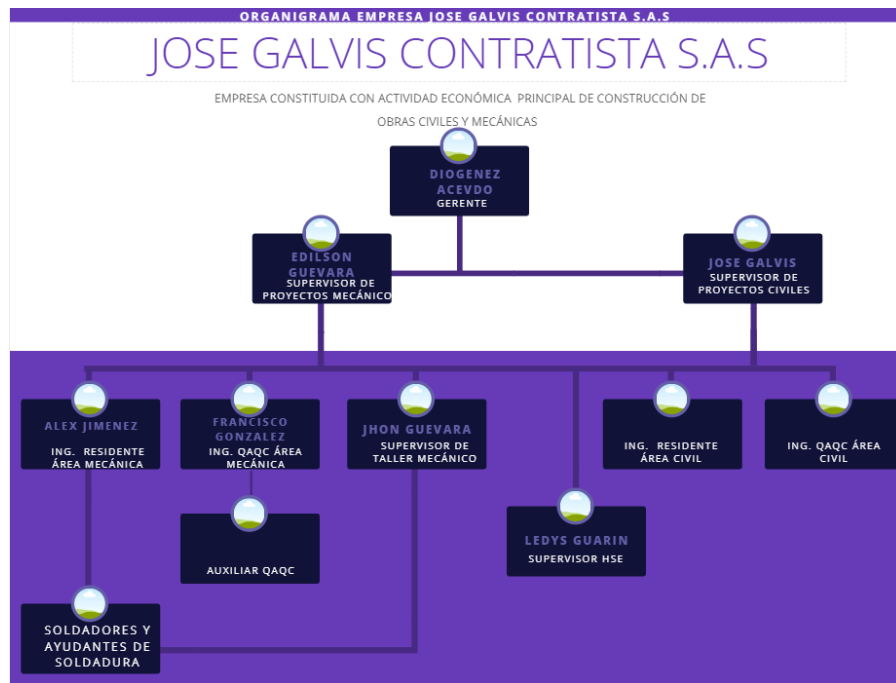


Figura 1. Organigrama empresarial (Fuente: JG Contratista S.A.S)

1.2 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

La empresa José Galvis Contratista S. A. S se encuentra llevando a cabo el contrato SA-LCI_0326 de la empresa Occidental Andina S.A, en el campo La Cira Infantas. Para esto cuenta con la instalación adecuada de oficinas, talleres y equipos para realizar las diferentes actividades de soldadura, corte, recubrimiento externo de tubería para oleoductos, ensayos no destructivos y diferentes actividades de ámbito civil. Tales como equipos para generar doblez en tubería de 2” hasta 12”, equipos de oxicorte, 8 soldadores tipo generador marca Lincoln, bombas hidráulicas para el levantamiento de presión en pruebas, medidores de presión y temperatura marca Barton, equipos de limpieza superficial y aplicación de recibimientos, medidores de espesor y adherencia de película de pintura además de contar con vehículos de transporte de tubería y de traslado de agua para pruebas hidrostáticas. A su vez registra 10 empleados administrativos, y 15 empleados operativos para el área de ingeniería mecánica, donde se incluyen ingenieros, supervisores, soldadores, ayudantes y obreros.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa José Galvis Contratista S. A. S se hace cargo de desarrollar el contrato SA-LCI_0326 de la empresa Oxy, en el campo La Cira Infantas. Dicho contrato tiene como objeto la prestación servicio de instalación y mantenimiento de líneas de acero y materiales flexibles para la recolección de crudo, gas, inyección y transferencia de agua y demás obras mecánicas relacionadas en el campo petrolero La Cira Infantas y su área de influencia en el departamento de Santander. Para el correcto cumplimiento del contrato es necesario elaborar una serie de procesos mecánicos, enfocados específicamente en labores de fabricación y operación de líneas de transporte de líquidos y gases derivados de la extracción de petróleo crudo, además de aguas para inyección en las diversas estaciones de extracción.

La empresa debe contar con personal capaz de realizar las diferentes tareas, como también personas encargadas de evaluar los procesos y cerciorarse que las correcciones pertinentes sean efectuadas, siguiendo las normativas que rigen en el campo de acción (API y ASME). Con el fin de cerciorarse el seguimiento de los procesos de recepción de materiales, fabricación, control de calidad, pruebas no destructivas (hidrostáticas, tintas penetrantes, radiográficas o de ultrasonido), aplicaciones de recubrimientos y ensamblaje.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Con el fin de ejecutar el contrato, la firma contratista se hace cargo de diversos procesos mecánicos, que requieren ser inspeccionados bajo las normativas ASME y API, además de los requerimientos específicos de la Occidental Andina S.A (OXY). Para esto cuenta con un ingeniero encargado de realizar las labores de control e inspección de procesos, encargado de tomar registros detallados de los procedimientos realizados para la elaboración de los diferentes colectores de producción o de prueba utilizados en el campo de la extracción de crudo y gas, al igual que en el uso de agua para inyección.

Sin embargo, la carga laboral del ingeniero residente es muy alta, siendo necesario ocupar el cargo Auxiliar de ingeniería mecánica, para facilitar y agilizar la inspección de los procesos mecánicos internos de la empresa tanto en los talleres como en los campos donde se ejecuten labores mecánicas o de tubería.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar el plan de inspección y control de procesos mecánico de la empresa José Galvis Contratista S. A. S, tomando como referencia los procedimientos existentes en la misma, sumados a las normativas ASME y API. Con el fin de dar cumplimiento a las exigencias del contrato SA-LCI-0326 con la empresa OXY.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Garantizar la trazabilidad de los materiales y equipos suministrados por la empresa contratante, con la ayuda de los formatos de registros de procesos.
- Diagnosticar la calidad de los procedimientos mecánicos realizados por la empresa JG S.A.S, mediante pruebas no destructivas determinadas en las normativas ASME Y API.
- Velar por el cumplimiento de los procesos mecánicos en la empresa, siguiendo el manual de procedimientos propios de la misma.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 SOLDADURA

En la metalurgia el proceso de soldadura de metales se denomina la unión de dos o más piezas de uno o varios materiales, junto a el estudio del comportamiento de los metales bajo las condiciones del ciclo de calentamiento y enfriamiento del proceso que involucra gran cantidad de operaciones, de la misma manera como se hace en la producción o el proceso de moldeado de los metales. Esta comparación se realiza debido al parecido entre los procesos, la existencia de un material base (molde) y un material fundido.

La presencia de procesos de calentamiento y enfriamiento de materiales, crean esfuerzos sobre las piezas. Para contrarrestar esto se recomienda realizar precalentamiento, según las condiciones ambientales lo requieran, con el fin de disminuir el diferencial de temperatura presente en el momento de soldar. Una pequeña parte del metal base que es calentada sobre el rango de temperatura austenítica y es denominada zona afectada por el calor o por sus siglas en ingles [HAZ] “heat affected zone”.

La soldadura se presenta en una pequeña proporción de la estructura, de este modo la soldadura es un volumen muy pequeño de material de relleno y una gran parte de material base fundido por un calor intenso y enfriados de manera muy rápida. Siendo la conducción la que aporta mayor transferencia de calor, sin embargo, la ganancia de calor es suministrada por las vías de la transferencia termodinámica. Por lo que se hace necesario el entendimiento del calentamiento y los cambios en las propiedades físicas del metal que puede ocasionar.

Las limitaciones de los diferentes procesos por los cuales se puede soldar vienen ligados a diferentes aspectos, desde la aplicación del proceso a usar hasta el espesor de la pieza a soldar, pasando por los materiales a unir y el uso de los diversos electrodos o alambres de relleno.

La calidad de la soldadura es un término relativo, ya que se pueden encontrar diferentes aspectos en la calidad de la soldadura, como la dureza, la composición química e incluso las propiedades mecánicas. Para determinar una soldadura de calidad se debe saber si la soldadura fue diseñada para la aplicación en la que se va a desempeñar en su vida útil, fabricada con los materiales acorde a los conceptos de diseño, y haber sido realizada u operada adecuadamente.

Un mal manejo del material de relleno o una inadecuada realización de la soldadura puede conllevar diferentes imperfecciones, entre estos defectos se pueden encontrar:

- Concavidad o convexidad,
- Alteraciones microestructurales en la zona de afectación por el calor.
- Socavados.
- Irregularidad superficial.
- Penetración incompleta.
- Laminación.
- Porosidad.
- Incrustación de escoria.

3.2 PRUEBAS DE SOLDADURA NO DESTRUCTIVAS

Para la determinación de defectos en las uniones soldadas, se aplican métodos desarrollos tecnológicamente para examinar los componentes y materiales sin llegar a reducir la usabilidad o la utilidad de la pieza.

3.2.1 Radiográficas

Las pruebas de radiografía se realizan usando una fuente de radiación gamma o X, normalmente se referencia el uso del isotopo de Iridio 192, junto a películas donde queda grabada la imagen de las indicaciones presentes en la soldadura o en la tubería base.

Las técnicas de exposición se pueden categorizar dependiendo de la posición del isotopo de rayos x y de la placa radiográfica.

- Exposición panorámica: Usada frecuentemente en inspección radiográfica de uniones circulares en tubería de gran diámetro.
- Exposición elíptica: Se registran en inspecciones de tuberías de diámetro de 3" o menor, por lo general se hacen 2 exposiciones, una a 90° con respecto a la otra.
- Exposición de pared simple: Isotopo ubicado al interior de la tubería, se pueden tomar una o varias placas, estas se sitúan en el exterior. Mínimo 3 exposiciones a 120°.
- Exposición de pared doble: Isotopo y placa se ubican en el exterior del tubo, uno en el extremo opuesto del otro. Se deben rotar en cada exposición, mínimo tres exposiciones a 120°.

Tras el uso de la prueba las soldaduras serán ubicadas en diferentes categorías, grado I, II, III, o IV, dependiendo del número y longitud de las indicaciones encontradas. Siendo grado I el que presenta menos irregularidades y las más pequeñas.

3.2.2 Tintas penetrantes

El uso de tintas penetrantes como prueba de soldadura no destructiva para la detección de irregularidades en la superficie tales como grietas, goteras, laminaciones o escasez de material de relleno, se da por medio de inspecciones visuales, posteriores a la aplicación de una serie de

líquidos, dicha aplicación puede realizarse en el proceso de construcción al igual que al finalizar este mismo.

Para el desarrollo de este test se utilizan penetrantes, reveladores, y limpiadores. Los cuales se clasifican por ser de dos tipos, los penetrantes fluorescentes o visibles bajo luz blanca. En la implementación de esta prueba se debe seguir de forma precisa los pasos a realizar para obtener una lectura sin errores, aunque no sea una prueba de mucha complejidad es muy fácil realizar un daño a procedimiento de esta misma.

3.2.3 Ultrasonido

Esta práctica se emplea usando el método phased array para soldadura, en aleaciones ferrosas y de aluminio. Usado en múltiples aplicaciones en el campo de la inspección de soldadura, ampliando el desarrollo de normativas para definir los requerimientos para el uso de esta tecnología.

Diferenciado de los transductores convencionales monocristalinos de ultrasonido, por permitir el control electrónico de los rayos de ultrasonido. Consisten en varios elementos transductores, alimentados individualmente cada uno con su propio cableado, generalmente funcionan por pulsos para permitir el escalonamiento o interferencias constructivas-destructivas. Emitiendo pulsos que revotan en las paredes e irregularidades de las piezas o elementos a inspeccionar, permitiendo la detección de grietas, porosidad, fracturas, entre otras imperfecciones de la soldadura y del material base. El dispositivo debe ser capaz de generar y recibir las ondas de manera precisa, puesto que, dependiendo de la longitud y la profundidad de las diferentes indicaciones, se determinará como junta por reparar o no.

4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la práctica se emplearán un total de cinco (5) meses, en los cuales se realizarán labores de inspección de procesos mecánicos y soldadura, utilización de equipos de medición e investigación de normativas. Inicialmente se empleará un lapso de aproximadamente 2 a 3 semanas para la adaptación a la empresa, al igual que sus procesos y el conocimiento del campo de trabajo, esto incluye la investigación de las normativas en las que se referencian los procedimientos implementados por la empresa.

Paralelamente y durante la mayor parte del tiempo utilizado en estas prácticas se realizarán labores de programación y registro de pruebas de inspección de juntas soldadas, usando una fuente de rayos gamma usando isótopos de Iridio 192, proyectando la imagen sobre películas radiográficas, para la detección de imperfecciones e indicaciones en la soldadura y en la tubería para la detección por pruebas radiográficas. Así mismo, se planean elaborar pruebas por ultrasonido usando el método Phase Array, escaneando la superficie de la soldadura y la tubería, haciendo un barrido que nos permite visualizar las imperfecciones de estas. En el caso de las tintas penetrantes se usarán líquidos en aerosol que se rosearán en la primera etapa de la soldadura, siendo una prueba visual donde se revela sobre la misma pieza las porosidades o grietas que presente el material y la soldadura.

Luego de realizadas y aprobadas las soldaduras, se procede a recubrir la superficie tanto interna como externa de la tubería, para lo cual se debe cumplir con una serie de especificaciones dadas por el código de Ecopetrol y por los fabricantes de los recubrimientos. Para esto se realizan pruebas donde medimos la rugosidad del material base, determinando la calidad del sand blasting, además de determinar el espesor de las capas de pintura, para evitar grietas en el acabado y cerciorarse que no se presente conductividad eléctrica.

Al finalizar cada uno de los prefabricados, se deberá entregar el registro de cada prueba donde se lleven la trazabilidad de cada uno de los elementos utilizados en el armado de las piezas del prefabricado. Estos registros se deberán llevar archivados en dossiers individuales de cada prefabricado que se construyan en las instalaciones de la empresa, los cuales serán auditados una o dos veces al mes por parte de un ingeniero aprobado por la empresa OXY. Con el fin de certificar la construcción, basado en las normativas ASME sección IX y API 1104, además de ciertas especificaciones manejadas por Ecopetrol y la Oxy, de este modo facilitar investigaciones, en caso de alguna falla en las soldaduras y líneas de tubería.

De igual manera se enviarán informes de avances del trabajo realizado en la práctica empresarial por parte del estudiante a un docente asignado por la universidad para el seguimiento y guía del trabajo de grado. En estos se reflejará el avance en el desarrollo de los objetivos secundarios estimados con los siguientes indicadores, adicionalmente al cumplimiento de las actividades planteadas en el cronograma. De esta manera se podrá conocer el porcentaje de cumplimiento de los diferentes objetivos planteados.

INDICADORES							
N°	Objetivo	Indicador	Definición Operacional	Meta	Índice	Fuente	Responsable de Generar
1	Garantizar la trazabilidad de los materiales y equipos suministrados por la empresa contratante, con la ayuda de los formatos de registros de procesos.	%MATERIAL LOCALIZADO	Mide la cantidad de material localizado siguiendo el proceso de trazabilidad	>=95%	$= \frac{\# \text{ mat correctamente instalado}}{\# \text{ mat. suministrado} - \# \text{ mat. devuelto}}$	*PYT-F-03 *Formato de Balance de material instalado	*Practicante
2	Diagnosticar la calidad de los procedimientos mecánicos realizados por la empresa JG S.A.S, mediante pruebas no destructivas determinadas en las normativas ASME Y API.	%CUMPLIMIENTO DE PRUEBAS	Mide la cantidad de pruebas no destructivas ejecutadas	100%	$= \frac{\# \text{ pruebas no destructivas ejecutadas}}{\# \text{ pruebas no destructivas programadas}}$	*PYT-F-02 *PYT-F-04 *PYT-F-05 *PYT-F-07	*Practicante *Supervisor *Personal calificado en END
3	Velar por el cumplimiento de los procesos mecánicos en la empresa, siguiendo el manual de procedimientos propios de la misma.	%PROCESOS DE SOLDADURA CALIFICADOS	Mide la cantidad de procesos mecánicos realizados de manera correcta	>=95%	$= \frac{\# \text{ procesos de soldadura aprobados}}{\# \text{ procesos de soldadura inspeccionados}}$	*PYT-F-01 "Registro diario de soldadura" *PYT-F-02 "Registro libro de soldadura"	*Supervisor *Practicante

Tabla 1. Indicadores de objetivos específicos

5. RESULTAOS Y DISCUSIÓN

5.1 CONTRATO SA- LCI- 0326

El contrato SA-LCI-0326, otorgado a la empresa José Galvis Contratista S.A.S bajo el objetivo de prestar labores de instalación y mantenimiento de líneas de acero y materiales flexibles para la recolección de crudo, gas, inyección y transferencia de agua y demás obras mecánicas relacionadas en el campo petrolero La Cira Infantas y su área de influencia en el departamento de Santander. Cumpliendo con las actividades de montaje de tubería aérea, enterrada y accesorios, preparaciones superficiales, aplicación de pintura para tubería aérea y enterrada, además de realización de ensayos no destructivos, Tie- in, excavaciones y rellenos. Aunque tiene permisos de obra en la realización de líneas de gas, de las diferentes estaciones del campo, se le retira la orden de trabajo en este aspecto quedando únicamente con la construcción de prefabricados, se realizó la entrega de la orden de construcción para los manifolds número 02, 05, 13, 19 y 41 en el mes de noviembre del año 2017.

Al recibir el cargo de Auxiliar de Ingeniería en la fecha de diciembre del año 2017 se encontraban completamente construidos los manifolds 02 y 05, sin embargo, no se habían realizado los ensayos no destructivos (END) de soldadura. Por este motivo en la semana 1 y 2 se llevaron a cabo labores de adaptación a los procedimientos de control de calidad, y a sus respectivos formatos. Durante esta semana se reciben los formatos existentes en la empresa referentes a los procesos que hasta el momento se van a manejar (Tabla 2 y Tabla 3), junto con los planos de construcción de los manifold que requieren ser fabricar.

Tabla 2. Códigos y nombre de procedimientos

CODIGO DEL PROCEDIMIENTO	NOMBRE PROCEDIMIENTO
PYT-P-01	PROCEDIMIENTO DE CORTE, BISELADO ALINEACION Y SOLDAURA DE TUBERIA
PYT-P-02	PROCEDIMIENTNO PARA CONSTRUCCION DE MARCO H
PYT-P-03	PROCEDIMIENTO DE CARGUE TRANSPORTE Y DESCARGUE DE TUBERIA
PYT-P-04	PROCEDIMIENTO DE DOBLADO DE TUBERIA
PYT-P-05	PROCEDIMIENTO PARA ZANJADO BAJADO Y TAPADO DE TUBERIA
PYT-P-06	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA
PYT-P-07	PROCEDIMIENTO PARA EXCAVACIONES Y RELLENOS
PYT-P-08	PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA
PYT-P-09	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION POR TINTAS PENETRANTES
PYT-P-010	PROCEDIMIENTO DE LOCALIZACION Y REPLATENO TOPOGRAFICO
PYT-P-011	PROCEDIMIENTNO PARA LA EJECUCION DE TIE IN
PYT-P-013	PROCEDIMIENTO PARA RECEPCION, INSPECCION Y CONTROL DE MATERIALES
PYT-P-014	PROCEDIMIENTO PARA TORQUE DE UNIONES BRIDADAS
PYT-P-015	PROCEDIMIENTO DE DESMANTELIAMINETO DE TUBERIA VALVULA Y ACCESORIOS
PYT-P-016	PROCEDIMIENTO DE ROCERIA, PODA, TALA DE ARBOLES

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Códigos y Nombre de Formatos de Registro

CODIGO DEL FORMATOS	NOMBRE FORMATOS DE REGISTROS
PYT-F-01	REGISTRO DIARIO DE SOLDADURA
PYT-F-02	REGISTRO LIBRO DE SOLDADURA
PYT-F-03	REGISTRO TRAZABILIDAD DE MATERIALES TUBERIA Y ACCESORIOS
PYT-F-04	REGISTRO DE PROGRAMACION DE END
PYT-F-05	REGISTRO DE INSPECCION POR TINTAS PENETRANTES
PYT-F-06	REGISTRO DE PREPARACION DE SUPERFICIE Y APLICACIÓN DE PINTURA

PYT-F-07	REGISTRO DE PRUEBA DE PRESION EN TUBERIA
PYT-F-08	LISTA DE SOLDADORES CALIFICADOS
PYT-F-011	LISTA DE CHEQUEO DE PREPRUEBA

Fuente: Elaboración propia

Una vez se obtienen los planos y formatos (Figura 2), se realiza la requisición (RQ) para obtener los materiales necesarios para completar la construcción de los prefabricados, ya sean tubería, válvulas u otros accesorios. Estos son requeridos en el listado de materiales (Figura 3) para cada uno de los prefabricados que se encuentran en los planos recibidos, donde se indican las cantidades, diámetro y descripción de los materiales del diseño, donde no necesariamente se utilice la totalidad de estos. Siguiendo el Procedimiento [PYT-P-13], que tiene como objetivo “garantizar la trazabilidad de los materiales y equipos que se reciben de los proveedores y/o clientes para darle cumplimiento de los requerimientos de calidad indicados en las especificaciones, planos, normas, códigos y cualquier otro documento contractual aplicable.”

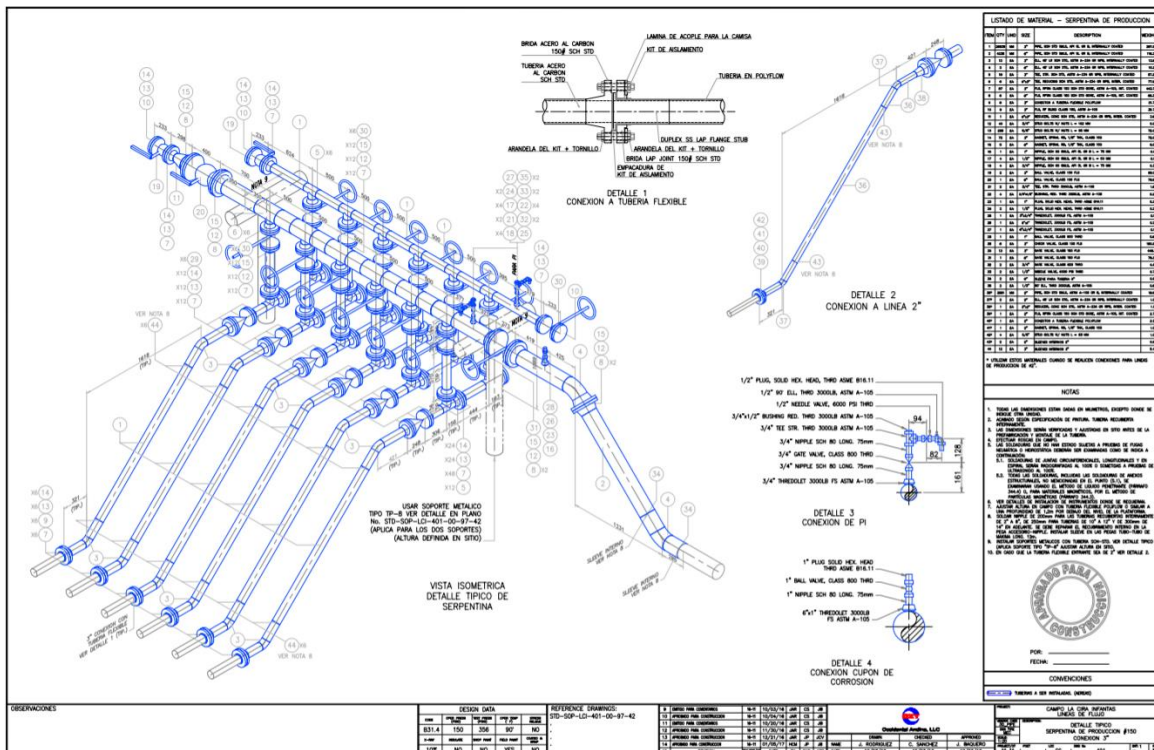


Figura 2. Planos de construcción

Ubicando el material en la bodega del patio principal de la empresa, generando una inspección visual de los materiales recibidos donde se obtiene la información necesaria para empezar la trazabilidad de los elementos. Luego de obtener los números de colada, verificar el estado de los materiales y realizar su ubicación en la bodega, se determina su posterior uso, es decir, en que proyecto se va a utilizar gracias a las RQ relacionadas.

LISTADO DE MATERIAL – SERPENTINA DE PRODUCCION					
ITEM	QTY	UND	SIZE	DESCRIPTION	WEIGHT
1	26538	MM	3"	PIPE, SCH STD SMLS, API 5L GR B, INTERNALLY COATED	297.89
2	4235	MM	6"	PIPE, SCH STD SMLS, API 5L GR B, INTERNALLY COATED	116.25
3	12	EA	3"	ELL, 45° LR SCH STD, ASTM A-234 GR WPB, INTERNALLY COATED	13.56
4	2	EA	6"	ELL, 45° LR SCH STD, ASTM A-234 GR WPB, INTERNALLY COATED	10.26
5	18	EA	3"	TEE, STR. SCH STD, ASTM A-234 GR WPB, INTERNALLY COATED	57.24
6	6	EA	6"x3"	TEE, REDUCING SCH STD, ASTM A-234 GR WPB, INTER. COATED	77.82
7	87	EA	3"	FLG, RFWN CLASS 150 SCH STD BORE, ASTM A-105, INT. COATED	443.70
8	6	EA	6"	FLG, RFWN CLASS 150 SCH STD BORE, ASTM A-105, INT. COATED	65.34
9	6	EA	3"	CONECTOR A TUBERIA FLEXIBLE POLYFLOW	21.78
10	9	EA	3"	FLG, RF BLIND CLASS 150, ASTM A-105	36.72
11	1	EA	6"x3"	REDUCER, CONC SCH STD, ASTM A-234 GR WPB, INTER. COATED	3.63
12	40	EA	3/4"	STUD BOLTS W/ NUTS L = 102 MM	5.00
13	288	EA	5/8"	STUD BOLTS W/ NUTS L = 95 MM	72.00
14	72	EA	3"	GASKET, SPIRAL WD, 1/8" THK, CLASS 150	72.00
15	5	EA	6"	GASKET, SPIRAL WD, 1/8" THK, CLASS 150	5.00
16	1	EA	1"	NIPPLE, SCH 80 SMLS, API 5L GR B L = 75 MM	0.12
17	4	EA	1/2"	NIPPLE, SCH 80 SMLS, API 5L GR B L = 50 MM	0.16
18	4	EA	3/4"	NIPPLE, SCH 80 SMLS, API 5L GR B L = 75 MM	0.33
19	2	EA	3"	BALL VALVE, CLASS 150 FLG	58.06
20	1	EA	6"	BALL VALVE, CLASS 150 FLG	79.83
21	2	EA	3/4"	TEE, STR. THRD 3000LB, ASTM A-105	1.88
22	4	EA	3/4"x1/2"	BUSHING, RED. THRD 3000LB, ASTM A-105	0.24
23	1	EA	1"	PLUG, SOLID HEX. HEAD, THRD ASME B16.11	0.34
24	2	EA	1/2"	PLUG, SOLID HEX. HEAD, THRD ASME B16.11	0.22
25	1	EA	3"x3/4"	THREDOLET, 3000LB FS, ASTM A-105	0.16
26	1	EA	6"x1"	THREDOLET, 3000LB FS, ASTM A-105	0.28
27	1	EA	6"x3/4"	THREDOLET, 3000LB FS, ASTM A-105	0.16
28	1	EA	1"	BALL VALVE, CLASS 800 THRD	0.64
29	6	EA	3"	CHECK VALVE, CLASS 150 FLG	190.50
30	13	EA	3"	GATE VALVE, CLASS 150 FLG	448.11
31	1	EA	6"	GATE VALVE, CLASS 150 FLG	79.38
32	2	EA	3/4"	GATE VALVE, CLASS 800 THRD	4.44
33	2	EA	1/2"	NEEDLE VALVE, 6000 PSI THRD	0.72
34	2	EA	6"	SLEEVE PARA TUBERIA 6"	0.90
35	2	EA	1/2"	90° ELL, THRD 3000LB, ASTM A-105	0.82
36*	2661	MM	2"	PIPE, SCH STD SMLS, ASTM A-106 GR B, INTERNALLY COATED	19.88
37*	2	EA	2"	ELL, 45° LR SCH STD, ASTM A-234 GR WPB, INTERNALLY COATED	1.00
38*	1	EA	3"x2"	REDUCER, CONC SCH STD, ASTM A-234 GR WPB, INTER. COATED	1.18
39*	1	EA	2"	FLG, RFWN CLASS 150 SCH STD BORE, ASTM A-105, INT. COATED	2.72
40*	1	EA	2"	CONECTOR A TUBERIA FLEXIBLE POLYFLOW	2.27
41*	1	EA	2"	GASKET, SPIRAL WD, 1/8" THK, CLASS 150	1.00
42*	4	EA	5/8"	STUD BOLTS W/ NUTS L = 83 MM	1.00
43*	2	EA	2"	SLEEVES INTERNOS 2"	0.90
44	12	EA	3"	SLEEVES INTERNOS 3"	5.40

Figura 3. Listado de materiales de construcción (Fuente: Planos de construcción)

Seguidamente al procedimiento [PYT-P-13], se indica cómo se deben realizar los cortes y biselados de la tubería en el Procedimiento de Corte, Biselado, Alineación y Soldadura de tubería [PYT-P-1] que nos permite garantizar el correcto desarrollo de esta actividad, así, poder certificar

que las dimensiones del producto son iguales a las dimensiones requerida en los planos, garantizando que el proceso del montaje del producto en la zona de trabajo sea de forma fácil, y segura, sin tener que realizar otros procesos para acoplar el producto construido con las líneas de producción o transporte existentes en el Campo La Cira Infantas.

Posteriormente al tener los materiales soldados, es decir, los cabezales (líneas principales de manifold) y los brazos (líneas de inyección) ya construidos, se inician a desarrollar los ensayos y/o pruebas no destructivas (END) de soldadura, para lo cual se debió investigar las normativas aplicadas al proyecto y a los procedimientos de soldadura. En este caso se realizaron investigaciones principalmente en las normativas ASME SECCIÓN 9 y API 1104, teniendo en cuenta la diferencias entre cada una de ellas. Iniciando las pruebas no destructivas se encuentra el Procedimiento de Inspección por Tintas Penetrantes [PYP-P-09] con la cual se analizan únicamente las juntas soldadas con diámetro inferior a una pulgada (1 in), debido a que la norma indica la necesidad de realizar este tipo de ensayos a juntas no inspeccionadas por radiografía.

Para la realización de estos ensayos, primeramente, se debe tener en cuenta el uso de los elementos de protección personal (EPPs) necesarios para el trabajo, en este caso la utilización de guantes, gafas y tapa bocas, seguido de la verificación e inspección de buen estado de los recipientes del líquido limpiador, penetrante y revelador. Una correcta lectura de esta inspección visual depende directamente de seguir los lineamientos planeados por la normativa y el fabricante de los productos utilizados, los cuales indican realizar una limpieza de la zona a evaluar adicionando una pulgada (1 in) de tubería aledaña a la soldadura, utilizando el limpiador CANTESCO aplicado a quince centímetros (15 cm), de forma directa en la soldadura y retirando tanto el exceso, como, la suciedad que se encuentra en la soldadura con la ayuda de un paño limpio libre de motas. Continuamente se aplica el líquido penetrante SKL- SP2 marca SPOTCHECK de

color rojo, distanciándolo de igual manera quince centímetros (15 cm) procurando no dejar zonas con alta concentración de líquido.

Luego de dejar actuar la tinta penetrante por aproximadamente 10 min, se utiliza el líquido limpiador para retirar el exceso, rociando la tela con un poco de líquido se frota la zona con la precaución de no excederse en el uso del limpiador, debido a que puede borrar los restos de penetrante ubicados en las grietas o indicaciones que presenten las juntas soldadas. Finalmente, luego de permitir el secado del cleaner, se aplica el líquido revelador SKD-S2 de la marca SPOTCHECK de color blanco, este líquido resalta las cantidades de líquido penetrante que se filtran en las ranuras o grietas que presenten las soldaduras. Aunque el ensayo nos muestre indicaciones, estas deben ser inspeccionadas cuidadosamente debido a que pueden ser errores de limpieza, tanto por parte del ayudante de soldadura al momento de utilizar la grata, como del inspector al momento de utilizar el líquido limpiador por primera vez. Descartando todas esas imperfecciones de limpieza, si continúan existiendo imperfecciones en la soldadura, se aplica las normativas para el uso de tintas penetrantes, que dictan como fractura o grieta aquellas indicaciones que sobrepasan cuatro milímetros de longitud (4mm o 5/32 in), fractura lineal toda aquella que exceda de forma continua trecientos milímetros (300 mm o 12 in) o supere el 8% de la longitud de la soldadura.

Teniendo los prefabricados construidos y las pruebas por tintas penetrantes realizadas, se hace contacto con la empresa GAMMA RITE, encargada de realizar la inspección por radiografía. Este ensayo no destructivo se realiza basándose en el Procedimiento de Inspección de Radiografía propio de la empresa GAMMA RITE con el código SGI-END-P-01. Para lo cual hay que entregar el formato de Registro de Programación de END [PYT-F-004] (Figura 4) indicando principalmente el número del isométrico del manifold, el diámetro y número de la junta a

inspeccionar. Para certificar la realización de las pruebas radiográficas, se hace entrega del Informe Radiográfico SGI END-R-M-02 (Figura 5) junto con las placas radiográficas, por parte la empresa encargada de su elaboración.


		REGISTRO DE PROGRAMACION DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END)					Codigo: PYT-F-004	
							Version: 1	
METODO DE INSPECCION: RT <input checked="" type="checkbox"/> UT <input type="checkbox"/>							FECHA:	
CLIENTE: OXY			CONTRATO: SA-LCI-0326			CONSECUTIVO: 005		
ITEM	ISOMETRICO	JUNTA	MATERIAL	DIAMETRO	SCH	ESTAMPE	OBSERVACIONES	
1	MF-088	1	AC	8"	80	OG		
2		4	AC	8"	80	OG		
3	MF-091	1	AC	8"	80	LG		
4		5	AC	8"	80	LG		
5		17	AC	3"	80	LG		
6	MF-092	1	AC	8"	80	OG		
7		5	AC	8"	80	OG		
8		15	AC	3"	80	OG		
9	SS-36H	3	AC	6"	80	LG		
10		5	AC	6"	80	LG		
11		20	AC	3"	80	LG		
12		23	AC	3"	80	LG		
13		12	AC	6"	80	OG		
14		55	AC	2"	80	OG		
15		58	AC	3"	80	OG		
16		61	AC	3"	80	OG		
17		30	AC	3"	80	PH		
Observaciones:								
JG CONTRATISTA SAS				INSPECCION				
NOMBRE	Alex Jimenez Mezquida							
FIRMA								

Figura 4. Registro de Programación de END (Fuente: Formatos de registro)

Gamma Rite										INFORME RADIOGRÁFICO										CÓDIGO: SGI-ENR-M-02 VERSIÓN: 7 APROBÓ: GERENTE FECHA: 10/07/07 PÁGINA: 1 DE 1									
Empresa: JOSE GALVIS					Lugar: EL CENTRO					Fecha: 9-01-2018					Informe N°: 9166														
Inspección Radiográfica: JUNTAS REPARACIONES										Fuente: Iridio 192					Tamaño Focal: 3mm					07A									
O. Trabajo										Película: Estructurix D7					Tipo: J					Norma de Interpretación: ASME B.313					Actividad: 4C1				
Diámetro Ø		Z ¹		Espesor SCH		B0		12 ¹		Z ¹		2.40 MW		H-B		PD-VS		AC		ASTM Hilo		H-B		Técnica de Exposición: PD-VS		Material: AC			
-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-			
N° Placa: 15			N° Unión: 6			Nombre Técnico Nivel II Elaboró: Wilmer Puig										Certificado Número: R2-C-106													
Ø	Junta	Tramo	Interpretación	Calificación	w	Isométrico	Observación																						
3"	9B	A-B	CI	OK	OG	MF 0002	SP1																						
		B-C	CI	OK																									
		C-A	CI	OK																									
	11B	A-B	IEA	OK	LG	MF 0002	SP1																						
		B-C	OK																										
		C-A	OK																										
	14B	A-B	OK		LG	MF 0005	PS2																						
		B-C	OK																										
		C-A	IEA	OK																									
2"	GG	PA	PA	OK	LG	MF 0013																							
		PA90	IEA	OK																									
	11H	PA	PA	OK	OG	MF 0013																							
		PA90	FI	OK																									
	7Q	PA90	CI	OK	LG	MF 0013																							
LISTA DE DEFECTOS DE SOLDADURA																													
FI Fusión Incompleta de Raíz IF Incompleta Fusión entre pases (inc. Fusión due to cold lap) PI Penetración inadecuada PHL Penetración inadecuada debido a HI Low (Inadequated Penetration due HI Low) EP Exceso de Penetración HI HI Low - Desalineamiento CL Grietas Longitudinales (Cracks) GT Grietas Transversales (Cracks)									PA Porosidad Aislada PAG Porosidad Agrupada PT Porosidad Tubular (Wormhole) PV Porosidad Alargada Vermicular IEA Inclusiones de Escorias Aisladas (Isolated Slang Inclusiones) IEI Inclusiones de Escorias Alargada (Elongated Slang Inclusiones) A Acumulación de Discontinuidades CE Concavidad Externa									CI Concavidad Interna (Internal Concavity) SE Socavado Externo (Under Cutting) SI Socavado Interno (Under Cutting) Q Quemones o Cráteres (Bun - Through) IT Inclusion de Tungstenos CIR Cordon Irregular PD.VS Pared Doble Vista Simple PD.VD Pared Doble Vista Doble PS.VS Pared Simple Vista Simple Sobre Expuesto											
POR GAMMA RITE LTDA. FIRMA TÉCNICO NIVEL II APROBÓ: <i>Wilmer Puig</i>														POR LA EMPRESA: POR LA INTERVENTORÍA:															
Oficina: Calle 58 N° 15B - 27 - Telefax: 602 6584 - Avantel: 2*89655 - 2*89656 Cel.: 310 569 6099 - Correo: gammarite@hotmail.com - Barrancabermeja Santander																													

Figura 5. Informe de radiografía (Fuente: Empresa Gamma Rite Ltda)

En caso de no realizarse pruebas de radiografía se recurre a la inspección por ultrasonido, para lo cual se hace uso del método Phased Array, implementado por la empresa ACIEND bajo su propio Procedimiento de Ultrasonido Phased Array [ACIEND-P-01], entregando como certificado el Reporte de Inspección por Ultrasonido Phased Array [ACIEND-F-01] junto con el informe detallado de respectiva inspección. Al finalizar la implementación de los ensayos no destructivos en la soldadura, se registra la información de los procesos en el Libro de Soldadura [PYT-F-002] (Figura 6). Este registro se usará en caso de fallas de alguna soldadura, permitiendo encontrar de forma rápida, y precisa la información relacionada con ella.

		REGISTRO LIBRO DE SOLDADURA										Código: PYT-F-002		
												Version: 1		
No SA-LCI-0326 "SERVICIO DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE LINEAS DE ACERO Y MATERIALES FLEXIBLES PARA LA RECOLECCION DE CRUDO, GAS, INYECCION Y TRANSFERENCIA DE AGUA Y DEMAS OBRAS MECANICAS RELACIONADAS EN EL CAMPO PETROLERO LA CIRA INFANTAS Y SU AREA DE INFLUENCIA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER"														
LINEA:				ISOMETRICO: 405-95-20 Hoja 6 Rev: 3				WPS: PT-P-07				UBICACIÓN: Campo La Cira Infantas		
ITEM	ID.	SCH	DIAM. (Pulg)	COLADA	FECHA	DESCRIPCION	No JUNTA	TIPO DE JUNTA	ESTAMPE SOLDADOR	VT	PT	RT/UT	REPARADA	OBSERVACIONES
1	TA	40	6	NV		Tubo API 5L X42	95	BW	OG	OK	NA			
2			6	NV		Tubo API 5L X42								
3	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	96	BW	OG	OK	NA			
4			6	NV		Tubo API 5L X42								
5	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	97	BW	OG	OK	NA			
6			6	NV		Tubo API 5L X42								
7	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	98	BW	OG	OK	NA			
8			6	NV		Tubo API 5L X42								
9	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	99	BW	OG	OK	NA			
10			6	NV		Tubo API 5L X42								
11	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	100	BW	OG	OK	NA			
12			6	NV		Tubo API 5L X42								
13	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	101	BW	OG	OK	NA			
14			6	NV		Tubo API 5L X42								
15	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	102	BW	OG	OK	NA			
16			6	NV		Tubo API 5L X42								
17	TE	40	6	NV		Tubo API 5L X42	103	BW	OG	OK	NA			
18			6	NV		Tubo API 5L X42								
TA: Tubería Aerea; TE: Tubería Enterrada; VT: Inspeccion Visual; PT: Tintas Penetrantes; RT: Inspeccion Radiografica; UT: Inspeccion por Ultrasonido; BW: Soldadura a Tope NV: No Visible NA: No Aplica														
OBSERVACIONES:														
		JG CONTRATISTA SAS						GESTORIA TECNICA						
		ELABORÓ						APROBÓ						
FIRMA														
NOMBRE														
FECHA														

Figura 6. Registro Libro de soldadura (Fuente: Formatos de Registro)

Tan pronto se aprueban los ensayos no destructivos, se implementa el Procedimiento de Pruebas Hidrostática de Tubería [PYT-P-08], el cual nos indica los lineamientos necesarios para realizar pruebas de presión en tubería. Teniendo en cuenta la finalidad de la línea; transporte de gas, o líquidos presurizados; se realiza con nitrógeno o con agua a una relación de 1.25 veces la presión de diseño, especificada en los planos de construcción.

Iniciando la prueba hidrostática aplicando el listado de chequeo de preprueba (Figura 8), con la cual se comprueba el cumplimiento de todos los requisitos de seguridad en la zona de trabajo, funcionamientos de registrador y válvulas de presión, tramites de permisos de trabajo y el conocimiento de las personas encargadas de realizar la prueba. Una vez instalada todos los

accesorios necesarios para la realización de las pruebas, con ayuda de un compresor o bomba, se aumenta la presión de agua o mezcla nitrógeno + agua hasta la presión de prueba especificada en las tablas de datos de diseño encontrados en cada uno de los planos (Figura 7). Debido a los altos cambios de temperatura ambiente presentados en la ciudad de Barrancabermeja durante las horas del día y la tarde, es normal que las pruebas de presión se realicen durante las horas nocturnas para evitar los bruscos cambios de temperatura y presión ambiental.

LEGEND				
PUNTOS DE AMARRE TOPOGRÁFICO				
SISTEMA DE GEOREFERENCIACION RED DE GPS LCI 2014				
"PUNTO Nomenclatura"	"PLANAS UTM 6 GAUSS KRÖGER (3 decimales)"			
	Este	Norte		
LCI-027	1,036,324.928	1,260,680.903		
LCI-065	1,035,274.082	1,260,702.874		
LCI-075	1,035,349.615	1,260,900.346		
LOS PUNTOS DE AMARRE TOPOGRAFICO (3) MAS CERCANOS AL AREA DE TRABAJOS DEL MANIFOLD MF0002, SE TOMAN DEL PLANO LCI-SIG-200-95-00-001 (RED DE GEOREFERENCIACION - PUNTOS GPS PLANTA GENERAL) PARA EL CAMPO LA CIRA INFANTAS.				
DESIGN DATA				
CODE	OPER PRESS (PSIG)	TEST PRESS (PSIG)	OPER TEMP (F)	STRESS RELIEVE
B31.4	1900	2775	90°	NO
X-RAY	INSULATE	SHOP PAINT	FIELD PAINT	COATED & WRAP

Figura 7. Datos de diseños especificados en los planos (Fuente: Planos de construcción)

Dando por terminada la prueba, con la línea despresurizada, los equipos de medición Barton, y compresión retirados, se diligencia el formato de registro de pruebas de presión en tubería (Figura 9), leyendo los datos extraídos de la carta Barton, la cual nos indica las mediciones de temperatura y presión tomadas durante el transcurso del tiempo (de 3 a 4 horas).

		LISTA DE CHEQUEO PREPRUEBA			Codigo: PYT-F-011	
					Version 1	
CLIENTE:		TIPO DE PRUEBA:		CONSECUTIVO:		
CONTRATO		SISTEMA:				
ITEM	DESCRIPCION DE LOS CHEQUEOS	SI	NO	NA		
1	LOS LIMITES ESTAN DE ACUERDO CON LO DEFINIDO EN LOS PLANOS					
2	TODAS LAS VALVULAS QUE ESTAN ABIERTAS ESTAN DE ACUERDO EN LO REQUERIDO POR EL PROCEDIMIENTO					
3	TODAS LAS VALVULAS QUE ESTAN CERRADAS ESTAN DE ACUERDO EN LO REQUERIDO POR EL PROCEDIMIENTO					
4	ESTA DEFINIDA LA CONEXION DE INYECCION DE AGUA					
5	TODAS LAS PERSONAS INVOLUCRADAS EN LA PRUEBA CONOCEN LA MAXIMA PRESION PERMISIBLE					
6	EXISTEN RECURSOS PARA CORREGIR LAS POSIBLES FUGAS QUE SE PRESENTEN (PERSONAL, EQUIPOS, HERRAMIENTAS, MATERIALES)					
7	LA TUBERIA A PROBAR ESTA CORRECTAMENTE SOPORTADA					
8	HAN SIDO INSTALADOS LOS MANOMETROS NECESARIOS Y ACORDE CON LA PRESION QUE SE VA A MANEJAR					
9	TODOS LOS INSTRUMENTOS QUE ESTAN EN LINEA CORRESPONDEN AL RANGO DE PRESION DE LA PRUEBA					
10	SE REALIZO PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO A TODAS LAS VALVULAS DEL SISTEMA?					
11	LA PRESION DE PRUEBA CORRESPONDE AL 90% DE LAS PSV INSTALADAS					
12	EL REGISTRADOR Y MANOMETRO ESTAN CALIBRADOS					
13	HA SIDO TRAMITADO EL PERMISO DE TRABAJO CORRESPONDIENTE QUE CONTEMPLA LOS RIESGOS Y CONTROLES					
14	EL PERSONAL TIENE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD PARA EL AREA					
15	TODAS LAS MANGUERAS FLEXIBLES ESTAN ASEGURADAS					
16	TODAS LAS AREAS INVOLUCRADAS EN LA PRUEBA HAN SIDO SEÑALIZADAS Y ACORDONADAS					
17	TODOS LOS SISTEMAS DE INYECCION HAN SIDO INSPECCIONADOS					
18	EL AREA HA SIDO DESPEJADA DE PERSONAL NO AUTORIZADA					
19	LAS VALVULAS CERRADAS PARA AISLAR LOS SISTEMAS EN PRODUCCION TIENEN CANDADO / TARJETAS					
20	EXISTE PROCEDIMIENTO DE TRABAJO					
21	SE DISPONE DE PLAN DE EMERGENCIA Y FUE DIVULGADO					
OBSERVACIONES:						
		SUPERVISOR		QA/QC		
Firma:						
Nombre:						
Fecha:						

Figura 8. Registro de preprueba

anteriormente, el cual no debe superar el 5 % del área superficial de la tubería para lograr una limpieza de metal casi blanco. Al finalizar este proceso, se registran los valores de la rugosidad superficial con ayuda de un rugosímetro, para el cual se es necesario adherir la cinta replica Testex a la superficie la cual calca permanentemente el perfil pico a valle, para ser calculado en el medidor de espesores de la marca Elcometer, con el fin de alcanzar una rugosidad de 3.5 mils en la muestra, descartando el espesor de la cinta replica (1.2 mils) se tendrá como resultado final aproximado de 2.3 mils, estando este resultado entre el rango admisible de 2 a 2.5 mils.

Tan pronto se obtiene el rango admisible de rugosidad superficial, se procede a aplicar la capa base auto imprimante serie 100 de la marca SIKA color gris, buscando detener los efectos de corrosión. Además, se recubre la superficie de la tubería con esmalte uretano serie 36 color verde lechoso, de la misma marca, con el fin de proteger la superficie de las condiciones atmosféricas del campo La Cira Infantas y su área de influencia. Para la aprobación del procedimiento se utilizan diferentes medidores, siendo las pruebas realizadas mayormente no destructivos. Inicialmente se realiza la medición de espesor de película seca, en el cual se utiliza un medidor PosiTector de película seca, con resultados esperados entre un rango de 11 a 13 mils (8 a 10 mils de capa base auto imprimante y de 2 a 3 mils de esmalte uretano).

Una vez terminado el procedimiento de pintura se diligencia el formato de Registro de Preparacion de Superficie y Aplicación de Pintura (Figura10), además de dar por terminada la prefabricación de los manifolds, es decir, que los procedimientos explicados previamente se llevan a cabo de la misma manera para los manifolds 02-05-13-19-41, construidos entre los meses de diciembre del año 2017, enero e inicios de febrero del año 2018 y finalmente se construyen los manifolds 88, 91 y 92 en los últimos días del mes de febrero e inicios de marzo. De esta forma son presentados los dossieres de construcción de cada uno de los prefabricos ante el ente interventor de oxy, el cual

verifica la correcta implementación de los procedimientos, realizando mediciones personalmente e inspeccionando visualmente las juntas soldadas, además de corroborar la información administrada en los dossieres.


		Registro Inspeccion de Limpieza Superficial y Aplicacion de Pintura				Codigo: PYT-F-006	
						Version: 1	
CLIENTE:		CONTRATO:		ZONA:		FECHA:	
TIPO DE LIMPIEZA:	SSPC-SP:			REPORTE No:			
ESQUEMA PINTURA AEREA:	IMPRIMANTE:	MARCA: SIKA		ESPESOR:			
	BARRERA:	MARCA: SIKA		ESPESOR:			
ESQUEMA PINTURA ENTERRADA:	ACABADO:	MARCA: SIKA		ESPESOR:			
	BARRERA:			ESPESOR:			
REGISTROS DE PERFIL DE ANCLAJE							
IMPRIMANTE							
CONDICIONES AMBIENTALES							
TEMPERATURA AMBIENTE		TEMPERATURA ROCIO		TEMPERATURA CHAPA		HUMEDAD RELATIVA	
INICIO	MEDIO	FINAL	INICIO	MEDIO	FINAL	INICIO	
COMPONENTE A	LOTE		COMPONENTE B	LOTE		ESPESORES	
BARRERA							
CONDICIONES AMBIENTALES							
TEMPERATURA AMBIENTE		TEMPERATURA ROCIO		TEMPERATURA CHAPA		HUMEDAD RELATIVA	
INICIO	MEDIO	FINAL	INICIO	MEDIO	FINAL	INICIO	
COMPONENTE A	LOTE		COMPONENTE B	LOTE		ESPESORES	
ACABADO							
CONDICIONES AMBIENTALES							
TEMPERATURA AMBIENTE		TEMPERATURA ROCIO		TEMPERATURA CHAPA		HUMEDAD RELATIVA	
INICIO	MEDIO	FINAL	INICIO	MEDIO	FINAL	INICIO	
COMPONENTE A	LOTE		COMPONENTE B	LOTE		ESPESORES	
CANTIDADES				INSPECCION			
CANT	DIAM	LONG m	AREA m ²	OBSERVACIONES		HOLLIDAY DETECTOR:	
						FECHA:	
						ADHERENCIA:	
						FECHA:	
REALIZÓ				APROBÓ			
NOMBRE:							
FIRMA:							
FECHA:							

Figura 10. Registro de preparación de superficie y aplicación de pintura.

Para el proceso de fabricación de las serpentinas 36H, 138B, 04B y 049C se desarrollaron nuevamente los procedimientos de construcción, existiendo únicamente la diferencia de cambio de color en la aplicación de recubrimiento superficial, debido a la aplicación que tendrá el prefabricado. Siguiendo las instrucciones del documento “guía sobre código de colores y señales industriales de Ecopetrol” (ECP-DHS-G-009), se indica el uso de acabado superficial en esmalte

uretano serie 36 color gris aluminio para líneas de producción y gaseoductos. Utilizando de igual manera el medidor de película seca y rugosímetro para la determinación de una aplicación y secado del recubrimiento.

Al igual que en el desarrollo de los manifolds se realizan pruebas destructivas para el acabado superficial, los cuales indican la adherencia existente entre la pintura y la superficie del metal. Para esto se requiere un equipo medidor de adherencia por arranque de la marca Elcomerter, lijando suavemente la superficie para acoplar un dado de sujeción con pegamento marca 3M, luego de dejarlo secar correctamente se utiliza el cortador de pintura para separar el área a examinar del resto de la superficie de pintura. Aplicando torque al comprobador de adherencia separa la pintura de la superficie base, esperando como resultado un torque necesario mayor a 400 psi para prueba de adherencia de la barrera, y mayor a 1000 psi para el acabado.

Finalmente se entregan los registros de construcción archivados en los dossiers, previamente avalados por el ente interventor, en oficinas generales de OXY ante la ingeniera encargada del área de control de calidad (QAQC). Con esto se cumplen las actividades programadas en el cronograma de actividades por realizar en la práctica empresarial (Tabla 4). Además de obtener el visto bueno para la adjudicación del otrosí al contrato SA-LCI-0326, donde se realizarán más obras de ingeniería mecánica, reubicación de líneas de producción y gas, desmantelamientos y montaje de equipos y accesorios.

5.2 CUMPLIMIENTO DE INDICADORES

En el momento en que se inició la práctica, se dio arranque al proceso de recopilación de datos para evaluar el cumplimiento de los indicadores. Una vez se obtuvo la totalidad de datos necesarios para el análisis de estos, se tabulan y se presentan de forma organizada para una mejor comprensión de los datos (Tabla.4). En los tres (3) casos se presentó una tendencia de aumento significativo en

los periodos de tiempo que abarcan los meses 2-3 y 4-5, debido a que en estos lapsos de tiempo fue donde se desarrollaron la mayor parte de las actividades de construcción y testeo de los prefabricados.

Al analizarlos de manera individual, se observa que el indicador “%material localizado” presenta un aumento en su cumplimiento del 30% al 60% entre los meses de enero y febrero (segundo y tercero de la práctica respectivamente). Esto debido a que en este periodo se realizaron las construcciones de los manifolds 02, 05, 013, 019, 041, 88, 91, 92 para los cuales fue necesario inventariar el material requerido para su construcción, además de dar informe de los balances de material instalado en cada una de las prefabricaciones. En conjunto del aumento presentado en los meses de marzo y abril (meses 4 y 5 de la práctica), a causa del requerimiento de material y construcción referente a las serpentinas SS 04B, 049C, 36H Y 138B. [ver anexo.7]

Con ayuda de los balances de materiales podremos evaluar los avances en este indicador, ya que, con estos es más fácil saber la finalidad de cada material y su cantidad en cada proyecto. Para ello se utiliza la fórmula:

$$\% \text{material localizado} = \frac{\# \text{material correctamente instalado}}{\# \text{material suministrado} - \# \text{material devuelto}} * 100$$

Al finalizar cada prefabricado se realiza el calculo de material localizado para verificar el correcto manejo de los materiales entregados por OXY, para esto se toman los datos del formato de balance de materiales en el cual nos indica las cantidades de tubería y accesorios requeridos para la construcción de cada prefabricado, al igual, como las cantidades entregadas por OXY.

Tomando como ejemplo en el Anexo 7, la especificación de material “bridas wn rtj de 3" x 900 sch 80 ASTM A-105N” para la cual se requerían 327 unidades para la construcción de todos los 5

manifolds, se recibieron 401 unidades, por lo cual era necesario hacer la devolución de 74 de estas bridas, así darle cierre a la localización de materiales y cumplir con el indicador.

$$\% \text{ bridas wn rtj de 3" x 900 localizadas} = \frac{327}{401-74} * 100$$

$$\% \text{ bridas wn rtj de 3" x 900 localizadas} = 100\%$$

Para el caso de este indicador en el mes 5 de la práctica ya se había cumplido al 100%, es decir, ya se habían presentado los balances de material instalado en los que se evidencian las cantidades de materiales utilizados y excedentes en cada una de las construcciones, junto con las diferentes devoluciones de material requeridas para el obtener el visto bueno en el proceso de terminación de obra o labor en el contrato.

En cuanto al análisis del indicador “% cumplimiento de pruebas” se observa que la meta a alcanzar es del 100%, debido a que es realmente importante para certificar que el producto entregado cuenta con una alta calidad. Para esto, como se mostró anteriormente en el documento se debía cumplir con una tasa de juntas examinadas igual o superior al 10% de las juntas realizadas para cada uno de los prefabricados. En este caso para la construcción de los 12 proyectos se realizaron un total de 1734 juntas de diferentes diámetros, para lo cual se llevaron a cabo 181 inspecciones de soldadura por métodos de ultrasonido y gammagrafías. Inicialmente debemos cumplir con lo que expresa la normativa para la aprobación de juntas soldadas, es decir cumplir con el 10% de inspecciones aprobadas del total de juntas construidas.

$$10\% \leq \frac{\# \text{ juntas inspeccionadas}}{\# \text{ juntas totales}} * 100$$

Gracias a esta ecuación podremos conocer el numero de inspecciones necesarias para cumplir con la normativa y con el indicador para el cumplimiento de los objetivos planteados, con lo cual se presentaron los siguientes valores de inspecciones.

CUMPLIMIENTO DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS						
PREFABRICADO	ULTRASONIDO + RADIOGRAFIA	TINTAS PEN.	JT CONSTRUIDAS	% CUMPLIMIENTO	INSPECCION TP	% TINTAS
MF 02	19	6	165	11,51515152	6	100
MF 05	26	13	262	9,923664122	13	100
MF 013	26	15	262	9,923664122	15	100
MF 019	24	11	168	14,28571429	11	100
MF 041	21	15	219	9,589041096	15	100
MF 88	2	6	18	11,11111111	6	100
MF 91	3	9	28	10,71428571	9	100
MF 92	3	9	28	10,71428571	9	100
SS 04B	7	15	63	11,11111111	15	100
SS 36H	8	15	81	9,87654321	15	100
SS 138B	21	3	220	9,545454545	3	100
SS 049C	21	3	220	9,545454545	3	100
TOTALIDAD	181	120	1734	10,43829296	120	100

Tabla 4. Cumplimiento de pruebas no destructivas

Para dar cumplimiento a este indicador era necesario realizar 173.4 inspecciones a juntas por medio de ultrasonido o radiografía, y 120 juntas inspeccionadas por medio de tintas penetrantes. Las cuales se realizaron de tal manera en que se cumpliera la totalidad de los ensayos no destructivos, aunque no se cumpliera individualmente con el porcentaje del 10%, se presenta un total de juntas inspeccionadas superior al numero de juntas requeridas. Es decir, se da cumplimiento al objetivo planteado de forma satisfactoria.

$$\% \text{cumplimiento de pruebas} = \frac{\# \text{pruebas no destructivas ejecutadas}}{\# \text{pruebas no destructivas programadas}}$$

Con esto podemos entender que se realizaron 181 pruebas de 174 que estaban programadas para desarrollarse utilizando los métodos de gammagrafía y ultrasonido phase array, además de 120 inspecciones por el método de tintas penetrantes.

$$1) \% \text{cumplimiento de pruebas UT y RT} = \frac{181}{174} * 100$$

$$\% \text{cumplimiento de pruebas UT y RT} = 1,0402 * 100 = 104.02\%$$

$$2) \% \text{cumplimiento de pruebas TP} = \frac{174}{174} * 100$$

$$\% \text{cumplimiento de pruebas TP} = 1 * 100 = 100\%$$

Para finalizar se evaluó el indicador “% procesos de soldadura calificados”, con ayuda de las inspecciones realizadas por los métodos de UT y RT. Conociendo el numero de inspecciones ejecutadas para lograr la tasa del 10% de juntas inspeccionadas de la totalidad de juntas realizadas, se planteó evaluar la tasa de juntas inspeccionadas que fueron aprobadas aplicando la siguiente formula.

$$\% \text{ procesos de soldadura calificados} = \frac{\# \text{procesos de soldadura aprobados}}{\# \text{procesos de soldadura inspeccionados}} * 100$$

Sabiendo que se emplearon 181 inspecciones de soldadura, se buscan la cantidad de inspecciones rechazadas y aprobadas. Encontrando un total de 6 juntas rechazadas por diversos defectos en la soldadura, tales como, concavidades internas, escorias aisladas, porosidad aisladas, fusión incompleta [ver figura 5]. Es decir, se presentan 175 juntas examinadas aprobadas sin indicaciones significativas, lo cual permite evaluar el % de procesos de soldadura calificado.

$$\% \text{ procesos de soldadura calificados} = \frac{175}{181} * 100$$

$$\% \text{ procesos de soldadura calificados} = 0,96685 * 100 = 96,685\%$$

Dando como resultado satisfactorio en el cumplimiento del indicador, es decir superando el 95% de los procesos de soldadura calificados.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRACTICA EN LA EMPRESA JOSE GALVIS CONTRATISTA SAS, EN EL CAMPO DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DE PROCESOS MECANICOS Y SOLDADURA DE TUBERIA							REALIZADA 100%	NO REALIZADA 0%	EN PROCESO 0-99%
Meses									
No.	Actividad	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
1	Familiarización con procesos de la empresa	familiarización con los procesos de recepción de materiales, corte, bicelado, soldadura, inspección, sandblasting, aplicación de recubrimientos.							
	Fecha de realización:	20/12/2017 - 3/01/2018							
2	Investigación de normativas	Busqueda, lectura y entendimiento de las normativas API y ASME para procesos de soldadura, ensayos no destructivos y para el control de la calidad de la soldadura							
	Fecha de realización:	20/12/2017 - 10/01/2018							
3	Estudio de procedimientos de inspección de procesos mecanicos existentes en la empresa		Estudio de procedimientos de inspección y procesos mecanicos propios de la empresa						
	Fecha de realización:		4/01/2018- 10/01/2018						
4	Recepción de formatos		Recepción de formatos de registro de procedimientos de inspección y trazabilidad de materiales						
	Fecha de realización:		4/01/2018						
5	Recepción de proyectos		recepción de proyecto y planos de construcción de mf 002-005-0013-019-041.	recepción de proyecto y planos de construcción de mf 88-91-92		recepción de proyecto y planos de construcción de serpentinas 04B-049C-36H-138B			
	Fecha de realización:		4/01/2018 - 5/01/2018			2/04/2018			
6	Registro de trazabilidad de materiales		Registro de trazabilidad de materiales entregados por empresa oxy, inspección de estado, numero de serie y cantidades	Registro de trazabilidad de materiales entregados por empresa oxy, inspección de estado, numero de serie y cantidades		Registro de trazabilidad de materiales entregados por empresa oxy, inspección de estado, numero de serie y cantidades			
	Fecha de realización:		8/01/2018-11/01/2018	20/02/2018-22/02/2018		4/04/2018			
7	Registro de libro de soldadura		Registro diario de cantidad de pulgadas soldadas en el patio, reportado por el capataz	Registro diario de cantidad de pulgadas soldadas en el patio, reportado por el capataz		Registro diario de cantidad de pulgadas soldadas en el patio, reportado por el capataz			
	Fecha de realización:		8/01/2018-24/01/2018	20/02/2018-03/03/2018		04/04/2018-18/04/2018			
8	Registro de pruebas de soldaduras		registro de pruebas de inspección de soldadura	registro de pruebas de inspección de soldadura		registro de pruebas de inspección de soldadura serpentina 04B-049C-36H-138B			
	Fecha de realización:		9/01/2018-25/01/2018	22/02/2018-06/03/2018		06/04/2018-20/04/2018			
8.1	Registro de pruebas hidrostáticas		registro de prueba hidrostática mf- 002-005-0013-019-041.		registro de prueba hidrostática mf- 88-91-92	registro de prueba hidrostática serpentina 04B-049C-36H-138B			
	Fecha de realización:		26/01/2018		6/03/2018	7/04/2018			
8.2	Registro de pruebas de gammagrafia		registro de prueba radiografica mf- 002-005-0013-019-041.	registro de prueba radiografica mf- 88-91-92					
	Fecha de realización:		9/01/2018-25/01/2018	23/02/2018					
8.3	Registro de pruebas de ultra sonido		registro de prueba de ultrasonido mf- 002-005-0013-019-041.	registro de prueba de ultrasonido mf- 88-91-92		registro de prueba de ultrasonido serpentina 04B-049C-36H-138B			
	Fecha de realización:		16/01/2018-25/01/2018	23/02/2018-03/03/2018		7/04/2018-20/04/2018			
8.4	Registro de pruebas de tintas penetrantes		registro de prueba por tintas penetrantes mf- 002-005-0013-019-041.	registro de prueba por tintas penetrantes mf- 88-91-92		registro de prueba por tintas penetrantes serpentina 04B-049C-36H-138B			
	Fecha de realización:		10-11-24-25/01/2018	23/02/2018-24/02/2018		6-9-10/04/2018			
9	Registro de preparación de superficie externa de tubería		Registro de preparación de superficie externa de tubería, realizada por medio de sandblasting		Registro de preparación de superficie externa de tubería, realizada por medio de sandblasting	Registro de preparación de superficie externa de tubería, realizada por medio de sandblasting			
	Fecha de realización:		28/01/2018-01/02/2018		5/03/2018	23/04/2018			
10	Registro de aplicación de recubrimiento externo		Medición de espesores de película de cada uno de las aplicaciones de recubrimiento externo		Medición de espesores de película de cada uno de las aplicaciones de recubrimiento externo	Medición de espesores de película de cada uno de las aplicaciones de recubrimiento externo			
	Fecha de realización:		28/01/2018-01/02/2018		6/03/2018	24/04/2018			

11	Registro de aplicación de imprimante		Registro de espesor de película seca en autoimprimante epoxico serie 100 (8 a 10 mils)	Registro de espesor de película seca en autoimprimante epoxico serie 100 (8 a 10 mils)	Registro de espesor de película seca en autoimprimante epoxico serie 100 (8 a 10 mils)		
	Fecha de realización:		02/02/2018-08/02/2018	6/03/2018	25/04/2018		
12	Registro de aplicación de acabado		Registro de espesor de película seca en acabado con esmalte uretano (2 a 3 mils)	Registro de espesor de película seca en acabado con esmalte uretano (2 a 3 mils)	Registro de espesor de película seca en acabado con esmalte uretano (2 a 3 mils)		
	Fecha de realización:		02/02/2018-08/02/2018	7/03/2018	26/04/2018		
13	Registro de pruebas de recubrimiento externo		registro de adherencia de pintura usando un medidor de adherencia por arranque	registro de adherencia de pintura usando un medidor de adherencia por arranque	registro de adherencia de pintura usando un medidor de adherencia por arranque		
	Fecha de realización:		02/02/2018-08/02/2018	9/03/2018	28/04/2018		
14	Armado de Dossiers		recopilación de registros de procedimientos en carpeta demarcada individualmente por dossier mf 002-005-013-019-041	recopilación de registros de procedimientos en carpeta demarcada individualmente por dossier mf - 88-91-92		recopilación de registros de procedimientos en carpeta demarcada individualmente por dossier serpentina 048-049C-36H-138B	
	Fecha de realización:		24/01/2018-08/02/2018	20/02/2018-12/03/2018		4/04/2018-04/05/2018	
15	Inspección de Dossiers		inspección de dossiers de construcción de mf- 002-005-013-019-041	inspección de dossiers de construcción de mf- 88-91-92		inspección de dossiers de construcción de mf- 88-91-93	
	Fecha de realización:		8/02/2018-28/02/2018	14/03/2018- 18/03/2018		5/05/2018-8/05/2018	
16	Aprobación de Dossiers		Visto bueno de dossiers de construcción de mf- 002-005-013-019-041	Visto bueno de dossiers de construcción de mf- 88-91-92		Visto bueno de dossiers de construcción de mf- 88-91-93	
	Fecha de realización:		28/02/2018	18/03/2018		8/05/2018	
17	Entrega de Dossiers		entrega de dossiers de construcción de mf- 002-005-013-019-041	Entrega de dossiers de construcción de mf- 88-91-92		Entrega de dossiers de construcción de mf- 88-91-93	
	Fecha de realización:		28/02/2018	20/03/2018		8/05/2018	
18	Entrega de Informe de Avance		informe de avance 1	informe de avance 2			Informe final
	Fecha de realización:		22/02/2018	20/03/2018			19/06/2018

Tabla 5. Cronograma de actividades

N°	Objetivo	Indicador	Meta	Índice	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
					MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1	Garantizar la trazabilidad de los materiales y equipos suministrados por la empresa contratante, con la ayuda de los formatos de registros de procesos.	%Material localizado	>=95%	$\frac{\# \text{ material correctamente instalado}}{\# \text{ material suministrado} - \# \text{ material devuelto}}$	0%	30%	60%	65%	90%	100%
2	Diagnosticar la calidad de los procedimientos mecánicos realizados por la empresa JG S.A.S, mediante pruebas no destructivas determinadas en las normativas ASME Y API.	%Cumplimiento de pruebas	>=100%	$\frac{\# \text{ pruebas no destructivas ejecutadas}}{\# \text{ pruebas no destructivas programadas}}$	0%	13%	37,5%	62,5%	100%	100%
3	Velar por el cumplimiento de los procesos mecánicos en la empresa, siguiendo el manual de procedimientos propios de la misma.	%Procesos de soldadura calificados	>=95%	$\frac{\# \text{ procesos de soldadura aprobados}}{\# \text{ procesos de soldadura inspeccionados}}$	0%	29%	53%	76%	96,6%	96,6%

Tabla 6. Cumplimiento de indicadores

6. CONCLUSIONES

- Se logro implementar el plan de inspección y control de procesos mecánico de la empresa José Galvis Contratista S. A. S, basados en las especificaciones de normativa ASME y API determinadas como normas guías para el desarrollo de procedimientos de construcción, elaboración e inspección de líneas de tubería de acero soldadas. Dando cumplimiento a las exigencias del contrato SA-LCI-0326, siendo este llevado a la fase de corte final, sin embargo, se consiguió un otrosí ampliando el presupuesto inicial del contrato.
- Gracias a la implementación de formatos de entrada y salida de material en la bodega de la instalación principal de la empresa, se logró proteger la trazabilidad de los materiales utilizados en la construcción de los prefabricados. Asegurando la utilización de los materiales necesarios en la obra, de igual manera, realizando la devolución de los materiales no requeridos, debido a cambios de construcción luego de planeado la construcción.
- Seguir los lineamientos de los procedimientos, permitiendo realizar las operaciones de forma eficaz y segura, sin generar riesgos para los ejecutores e incluso evitando daños para las herramientas implementadas en los procesos.
- Se dio cumplimiento a todos los procesos mecánicos en la empresa, sin omitir información referenciada en los procedimientos y sin que se generaran accidentes que pudieran frenar la producción y/o dañar la integridad física del personal encargado del área de prefabricados.

7. RECOMENDACIONES

- La comunicación de las diferentes áreas de la empresa es vital para mantener un ambiente de trabajo idóneo, generando una disminución en los tiempos de espera entre los procesos de producción e inspección.
- Optimizar las operaciones realizadas, tanto en campo, como en las instalaciones de la empresa, se generan ganancias económicas y procedimentales. Debido a que se genera una cultura de mejoramiento, aumentando la eficiencia y calidad de los trabajos.
- Se presento de manera objetiva un diagnóstico de los equipos y la calidad de los procedimientos, con la cual se recomienda la utilización de equipos de protección de los electrodos de soldadura, debido a la presencia de porosidad en juntas de los manifolds construidos.

8. BIBLIOGRAFIA

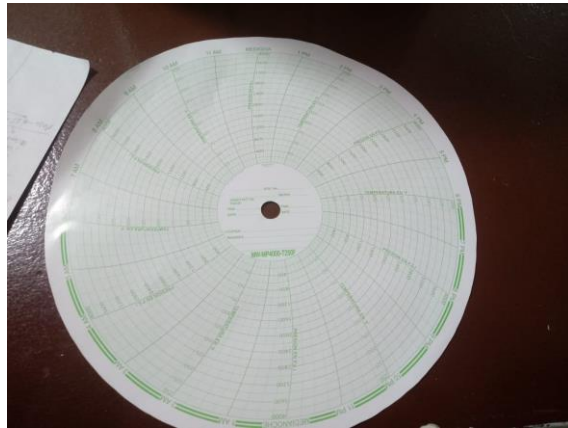
1. American Welding Society (AWS), “Standard Welding Terms and Definitions American Welding Society.” AWS A3.0-94. (1994)
2. American Petroleum Institute, “Specification for Line Pipe” API 5L. (2007)
3. American Petroleum Institute, “Standard for Welding pipelines and Related Facilities” API 1104. (2005)
4. American Petroleum Institute, “Inspection of Pressure-Relieving Devices” API Recommended Practice 576, Third Edition, (2009)
5. American Society of Mechanical Engineers, “Pipe Flanges and Flanged Fittings”, ASME B16.5 (2003)
6. American Society of Mechanical Engineers, “Liquid Penetrant Examination.” ASME Section V, Article 6 (2006)
7. American National Standards Institute, “Structural Welding Code Steel”, AWS D.1.1: 2000 17th Edition (2000)
8. American Society of Mechanical Engineers, “Qualification standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators” ASME Boiler & Pressure Vessel Code, (2007)
9. American Society of Mechanical Engineers, “Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination” ASME V- SE-165. (2010-2011)
10. American Society of Mechanical Engineers, “Standard Practice for Contact Ultrasonic Testing of Welds Using Phased Arrays” ASTM E2700.
11. American Society of Mechanical Engineers, “Standard Practice for Contact Ultrasonic Testing of Weldments” ASTM E164.

12. Singh, R. P., “Applied Welding Engineering: Processes, Codes, and Standards” (2012)
13. Ecopetrol, “Guia sobre código de colores y señales industriales” ECP-DHS-G-009. (2012)

9. ANEXOS



Anexo 1. Registros fotográficos de equipos de la empresa



Anexo 2. Equipos para inspección



Anexo 3. Bodega de accesorios y tubería



Anexo 4. Registro de prueba por tintas penetrantes



Anexo 5. Registro fotográfico de construcción de manifolds

Certificado de revisión de procesos de prefabricados Inyección / Producción LID

Aspecto a evaluar	Criterio	Cumplimiento		Observaciones
		Sí	No	
Materiales	Material de acuerdo con diseño	X		Material entregado por Dny. No se detectó y se verificó el material en sitio. Se verificó la conformidad de materiales en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
Fabricación	Alineamiento de materiales para construcción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Procedimiento de soldadura WPS y PQR	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Certificación de soldadura WPS para procedimientos WPS	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Control de materiales y soldaduras	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
Control de Calidad de soldadura	Alineamiento de electrodos de bajo hidrógeno	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Transferibilidad de soldadura	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Alfabeto	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Certificación de personal	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
Verificación	Certificación de inspección	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Certificación de calificación del equipo de UT (en sitio)	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resúmenes	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Calificación de personal	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
Herramientas	Prueba de adherencia	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resistencia a la tracción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resistencia a la tracción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resistencia a la tracción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.

Certificado de revisión de procesos de prefabricados Inyección / Producción LID

Aspecto a evaluar	Criterio	Cumplimiento		Observaciones
		Sí	No	
Fabricación	Material de acuerdo con diseño	X		Material entregado por Dny. No se detectó y se verificó el material en sitio. Se verificó la conformidad de materiales en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Alineamiento de materiales para construcción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Procedimiento de soldadura WPS y PQR	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Certificación de soldadura WPS para procedimientos WPS	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
Control de Calidad de soldadura	Control de materiales y soldaduras	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Alineamiento de electrodos de bajo hidrógeno	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Transferibilidad de soldadura	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Alfabeto	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
Verificación	Certificación de personal	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Certificación de inspección	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Certificación de calificación del equipo de UT (en sitio)	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resúmenes	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
Herramientas	Prueba de adherencia	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resistencia a la tracción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resistencia a la tracción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.
	Resistencia a la tracción	X		Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio. Se verificó el material en sitio.

Anexo 6. Aprobación de construcción de Manifolds

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD REQUERIDA			TOTAL REQUERIDA	TOTAL RECIBIDA	CANTIDAD SOBRANTE
			SS-138B	SS-004B	SS-049C			
1	TUBERIA DE 6" SCH STD API 5L X42	mm	3613	2453	2453	8519	12000	3481
2	TUBERIA DE 3" SCH STD API 5L X42	mm	9732	5886	5886	21504	36000	14496
3	BRIDAS WN RTJ DE 6" X 150 SCH STD ASTM A-105N	und	5	5	5	15	15	0
4	BRIDAS WN RTJ DE 3" X 150 SCH STD ASTM A-105N	und	63	39	39	141	153	12
5	BRIDAS CIEGA RTJ DE 3" X 150 SCH STD ASTM A-105N	und	10	6	6	22	24	2
6	TEE REDUCIDA DE 6"X3" SCH STD ASTM A-234 WPB	und	6	3	3	12	12	0
7	TEE RECTA DE 3" SCH STD ASTM A-234 WPB	und	16	9	9	34	36	2
8	REDUCCION CONCENTRICA DE 6"X3" SCH STD ASTM 234 WPB	und	1	1	1	3	3	0
9	CODO DE 45 DE 6" A234 WPB SCH 80	und	1	1	1	3	3	0
10	VALVULA DE COMPUERTA DE 6" X 150 FLG	und	1	1	1	3	3	0
11	VALVULA DE COMPUERTA DE 3" X 150 FLG	und	11	7	7	25	27	2
12	VALVULA DE BOLA DE 6" X 150 FLG	und	1	1	1	3	0	0
13	VALVULA DE BOLA DE 3" X 150 FLG	und	2	2	2	6	6	0
14	VALVULA CHEQUE DE 3" X 150 FLG	und	5	3	3	11	12	1
15	THREDOLET DE 6" X 3/4" 3000 LB ASTM A-105	und	1	1	1	3	3	0
16	THREDOLET DE 3" X 3/4" 3000 LB ASTM A-105	und	1	1	1	3	3	0
17	NIPLES DE 3/4" SCH 160 BW API 5L GR X42 PBE LONG 75 MM	und	4	4	4	12	12	0
18	VALVULA DE COMPUERTA DE 3/4" X 800 THRD	und	2	2	2	6	6	0
19	TEE RECTA THRD 3/4" 3000LB ASTM A-105	und	2	2	2	6	6	0
20	BUSHING REDUCTOR DE 3/4" X 1/2" THRD 3000 ASTM A-105	und	4	4	4	12	12	0
21	NIPLES DE 1/2" SCH 160 BW API 5L GR X42 PBE LONG 75 MM	und	4	4	4	12	12	0
22	VALVULA DE AGUJA DE 1/2" X 6000 THRD	und	2	2	2	6	8	2
23	CODO DE 90 1/2" THRD 3000LB ASTM 105	und	2	2	2	6	8	2
24	TAPON SOLIDO 1/2" HEX HEAD THRD ASME 16.11	und	2	2	2	6	4	0
25	THREDOLET DE 6" X 1" 3000 LB ASTM A-105	und	1	1	1	3	3	0
26	NIPLES DE 1" SCH 160 BW API 5L GR X42 PBE LONG 75 MM	und	1	1	1	3	3	0
27	VALVULA DE BOLA DE 1" X 800 THRD	und	1	1	1	3	3	0
28	TAPON SOLIDO 1" HEX HEAD THRD ASME 16.11	und	1	1	1	3	0	0
29	ESPARRAGOS/TUERCAS 3/4" LONG 88 MM	und	40	40	40	120	120	0
30	ESPARRAGOS/TUERCAS 5/8" LONG 100 MM	und	220	132	132	484	477	0
31	EMPAQUE EXPIROITALICO DE 6" X 150 WD 1/8"	und	8	8	8	24	9	0



LISTADO DE MATERIALES PARA PREFABRICADO SERPENTINA ANSI 300

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD
			REQUERIDA		
			SS-36H		
1	TUBERIA DE 6" SCH STD API 5L X42	mm	3613	12000	8387
2	TUBERIA DE 3" SCH STD API 5L X42	mm	8000	12000	4000
3	BRIDAS WN RTJ DE 6" X 300 SCH STD ASTM A-105N	und	5	8	3
4	BRIDAS WN RTJ DE 3" X 300 SCH STD ASTM A-105N	und	45	45	0
5	BRIDAS CIEGA RTJ DE 3" X 300 SCH STD ASTM A-105N	und	12	32	20
6	TEE REDUCIDA DE 6"X3" SCH STD ASTM A-234 WPB	und	6	6	0
7	TEE RECTA DE 3" SCH STD ASTM A-234 WPB	und	12	12	0
8	REDUCCION CONCENTRICA DE 6"X3" SCH STD ASTM 234 WPB	und	1	1	0
9	CODO DE 45 DE 6" A234 WPB SCH 80	und	1	2	1
10	VALVULA DE COMPUERTA DE 6" X 300 FLG	und	1	1	0
11	VALVULA DE COMPUERTA DE 3" X 300 FLG	und	13	13	0
12	VALVULA DE BOLA DE 6" X 300 FLG	und	1	1	0
13	VALVULA DE BOLA DE 3" X 300 FLG	und	2	2	0
	VALVULA CHEQUE DE 3" X 300 FLG	und	3	3	0
14	THREDOLET DE 6" X 3/4" 3000 LB ASTM A-105	und	1	1	0
15	THREDOLET DE 3" X 3/4" 3000 LB ASTM A-105	und	1	1	0
16	NIPLES DE 3/4" SCH 160 BW API 5L GR X42 TBE LONG 75 MM	und	4	4	0
17	VALVULA DE COMPUERTA DE 3/4" X 800 THRD	und	2	0	0
18	TEE RECTA THRD 3/4" 3000LB ASTM A-105	und	2	2	0
19	BUSHING REDUCTOR DE 3/4" X 1/2" THRD 3000 ASTM A-105	und	4	4	0
20	NIPLES DE 1/2" SCH 160 BW API 5L GR X42 PBE LONG 75 MM	und	4	4	0
21	VALVULA DE AGUJA DE 1/2" X 6000 THRD	und	2	2	0
22	CODO DE 90 1/2" THRD 3000LB ASTM 105	und	2	2	0
23	TAPON SOLIDO 1/2" HEX HEAD THRD ASME 16.11	und	2	2	0
24	THREDOLET DE 6" X 1" 3000 LB ASTM A-105	und	1	1	0
25	NIPLES DE 1" SCH 160 BW API 5L GR X42 PBE LONG 75 MM	und	1	1	0
26	VALVULA DE BOLA DE 1" X 800 THRD	und	1	1	0
27	TAPON SOLIDO 1" HEX HEAD THRD ASME 16.11	und	1	1	0
28	ESPARRAGOS/TUERCAS 3/4" LONG 107 MM	und	360	636	276
29	ESPARRAGOS/TUERCAS 3/4" LONG 120 MM	und	48	60	12
30	EMPAQUE EXPIROTALICO DE 3" X 300 WD 1/8"	und	45	71	26
31	EMPAQUE EXPIROTALICO DE 6" X 300 WD 1/8"	und	8	5	0



LISTADO DE ACCESORIOS PREFABRICADO MANIFOLD

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDADES					CONSOLIDADO		
		MF-0002	MF-0005	MF-0013	MF-0019	MF-0041	CANTIDAD TOTAL REQUERIDA	CANTIDAD RECIBIDA TOTAL	MATERIAL SOBRANTE
		REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO			
1	BRIDAS WN RTJ DE 8" X 900 SCH 80 ASTM A-105N	4	4	4	5	5	22	22	0
2	BRIDAS WN RTJ DE 6" X 900 SCH 80 ASTM A-105N	0	0	1	0	0	1	1	0
3	BRIDAS WN RTJ DE 3" X 900 SCH 80 ASTM A-105N	49	81	78	53	66	327	401	74
4	BRIDAS WN RTJ DE 2" X 1500 SCH 80 ASTM A-105N	28	45	45	28	37	183	184	1
5	BRIDAS CIEGA RTJ DE 8" X 900 SCH 80 ASTM A-105N	1	1	2	2	2	8	11	3
6	BRIDAS CIEGA RTJ DE 6" X 900 SCH 80 ASTM A-105N	0	1	1	0	0	1	1	0
7	BRIDAS CIEGA RTJ DE 3" X 900 SCH 80 ASTM A-105N	0	1	1	4	3	9	54	45
8	BRIDA CON REDUCC. 2" X 3/4" SCH 80 X 1500 ASTM A-105N	28	45	45	28	37	183	183	0
9	TEE REDUCIDA DE 3" X 2" SCH 80 BW ASTM A-234 WPB	28	44	44	28	36	180	180	0
10	TEE REDUCIDA DE 8" X 6" SCH 80 BW ASTM A-234 WPB	0	0	1	0	0	1	2	0
11	TEE RECTA DE 8" SCH 80 BW ASTM A-234 WPB	0	0	0	1	1	2	5	3
12	TEE RECTA THRD 1/2" 6000LB ASTM A105	21	34	34	21	28	138	146	8
13	WELDOLET DE 8" X 2" SCH 80ASTM 105	0	1	1	1	1	4	5	1
14	WELDOLET DE 8" X 3" SCH 80 ASTM 105	7	13	12	11	12	55	55	0
15	REDUCCION CONC. 3/4" X 1/2" SCH 80 POE-TOE ASTM 234 WPB	21	34	34	21	28	138	145	7
16	CODO DE 90 1/2" THRD 6000LB ASTM 105	21	34	34	21	28	138	171	33
17	CAP 3/4" THRD 6000LB ASTM A105	7	11	11	7	9	45	47	2
18	VALVULA DE COMPUERTA DE 3/4" X 1500 SW	56	90	90	56	74	366	369	0
19	VALVULA DE AGUJA DE 1/2" X 6000 THRD	21	34	34	21	28	138	142	4
20	TAPON SOLIDO 1/2" THRD ASME 16.11	42	68	68	42	56	276	265	11
21	NIPLES DE 1/2" SCH 160 BW API 5L GR X42 TBE LONG 75 MM	42	68	68	42	56	276	225	54
22	NIPLES DE 3/4" SCH 160 BW API 5L GR X42 PBE LONG 75 MM	56	90	90	56	74	366	413	47
23	NIPLES DE 3/4" SCH 160 API 5L GR X42 POE-TOE LONG 75 MM	7	11	11	7	9	45	50	5
24	ESPARRAGOS/TUERCAS 1 3/8" LONG 229 MM	36	36	36	48	48	204	204	0
25	ESPARRAGOS/TUERCAS 1 1/8" LONG 190 MM	0	0	12	0	0	12	12	0
26	ESPARRAGOS/TUERCAS 7/8" LONG 152 MM	448	736	720	480	608	2992	2992	0
27	RING JOINT DE 2" X 1500 R24	29	45	45	29	38	186	186	0
28	RING JOINT DE 3" X 900 R31	42	72	68	61	60	303	303	0
29	RING JOINT 6" X 900 R49	0	0	1	0	0	1	1	0
30	RING JOINT 8" X 900 R49	3	3	3	4	9	22	22	0

Anexo 7. Consolidado de materiales