

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**Plan de calidad de una transformación de un  
petrolero de 256,00 Tns de peso muerto  
en una unidad de almacenaje  
y descarga de fuel**

**Vanesa SANCHEZ PAJARÓN**



**Centro: E. U. I. T. NAVAL**  
**Titulación: I. T. NAVAL**  
**Fecha: Julio 2008**





---

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | <u>DESCRIPCIÓN GENERAL</u>                                 | 1  |
| 1.1.   | OBRA DE ACERO  | 4  |
| 1.1.1. | TANQUES Y CIRCUITOS  | 4  |
| 1.2.   | TURRET: SISTEMA DE FONDEO Y CARGA                          | 6  |
| 1.3.   | PLANTA DE PROCESO: GAS PARA AUTOCONSUMO                    | 8  |
| 1.4.   | DESCARGA POR POPA: UN MILLÓN DE BARRILES DIARIOS           | 9  |
| 1.5.   | MAQUINARIA: SEIS MOTORES DUALES                            | 10 |
| 1.6.   | ELECTRICIDAD Y CONTROL                                     | 11 |
| 1.7.   | POSICIONAMIENTO Y TELECOMUNICACIONES                       | 12 |
| 1.8.   | SEGURIDAD  | 13 |
| 1.9.   | HABILITACIÓN   | 15 |
| 2.     | <u>DESCRIPCIÓN DE LA TURRET</u>                            | 16 |
| 2.1.   | ESTRUCTURA DE ACCESO A LA TURNTABLE                        | 18 |
| 2.2.   | TURNTABLE COMPLETA CON SUS EQUIPOS Y SISTEMAS DE TUBERIAS  | 19 |
| 2.3.   | EL TURRET COMPLETO CON EL BEARING SUPPORT BOX              | 22 |
| 2.4.   | LA ESTRUCTURA DEL CASING                                   | 24 |
| 2.5.   | SOLDADURA Y MECANIZADO DEL LOWER BEARING INCONEL           | 25 |
| 2.6.   | SPIDER   | 26 |
| 3.     | <u>REGLAMENTACIÓN APLICABLE A LA F.S.O</u>                 | 27 |
| 3.1.   | CERTIFICACIÓN  | 27 |
| 3.2.   | PLAN DE CALIDAD  | 28 |
| 4.     | <u>ESTRATÉGIA CONSTRUCTIVA DE FABRICACIÓN DE LA TURRET</u> | 29 |
| 4.1.   | SUB-BLOQUE Nº1: EJE DEL TURRET                             | 31 |
| 4.2.   | SUB-BLOQUE Nº2: CABEZA DEL TURRET                          | 32 |
| 4.3.   | SUB-BLOQUE Nº 3: CUBIERTA RISER                            | 34 |
| 4.4.   | SUB-BLOQUE Nº 4: SPIDER                                    | 35 |
| 4.5.   | SUB-BLOQUE Nº 5: MAIN BEARING BOX                          | 37 |



---

|   |    |
|---|----|
| 5. <u>ESTRATÉGIA DE MONTAJE</u> .....                                 | 38 |
| 5.1. MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE LA STRUCTURA DE ACCESO AL TURRET ..... | 39 |
| 5.2. MANIOBRA DE VERTICALIZACIÓN DEL TURRET .....                     | 40 |
| 5.3. MONTAJE Y ALINEACIÓN DEL TURRET .....                            | 44 |
| 5.4. MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE LA TURNTABLE .....                     | 45 |
| 5.5. MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DEL SWIVEL .....                          | 47 |
| 5.6. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR .....                          | 48 |
| 6. <u>CATEGORIAS DE LA ESTRUCTURA</u> .....                           | 49 |
| 6.1. MATERIAL BASE .....  | 49 |
| 6.1.1. ESTRUCTURA ESPECIAL Y PRIMARIA (TIPO 1) .....                  | 50 |
| 6.1.2. ESTRUCTURA SECUNDARIA (TIPO 2) .....                           | 54 |
| 7. <u>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</u> .....                          | 55 |
| 8. <u>RECEPCIÓN DEL MATERIAL BASE</u> .....                           | 56 |
| 8.1. RECEPCIÓN DEL MATERIAL .....                                     | 56 |
| 8.2. ALMACENAMIENTO .....   | 57 |
| 8.3. PRECAUCIONES .....   | 57 |
| 9. <u>RECEPCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACIÓN</u> .....                  | 58 |
| 9.1. RECEPCIÓN .....  | 61 |
| 9.2. ALMACENAMIENTO .....   | 62 |
| 9.3. DISTRIBUCIÓN .....   | 62 |
| 10. <u>IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD</u> .....                        | 63 |
| 10.1. DESARROLLO .....  | 64 |
| 11. <u>COMPROBACIÓN DEL WPS Y PQR DE SOLDADURA</u> .....              | 65 |
| 11.1. PROCESO DE SOLDADURA EMPLEADO .....                             | 69 |
| 11.2. TIPO Y GRADO DE ACERO .....                                     | 69 |
| 11.3. DETALLES DE LA PREPARACIÓN DE BORDES Y UNIÓN .....              | 74 |
| 11.4. ESPESOR DEL MATERIAL BASE .....                                 | 74 |
| 11.5. POSICIÓN DE SOLDADURA Y DIRECCIÓN .....                         | 76 |
| 11.6. PRECALENTAMIENTO Y TEMPERATURA DE PREPARACIÓN .....             | 78 |
| 11.7. TRATAMIENTOS TÉRMICOS DESPUÉS DE LA SOLDADURA .....             | 79 |



---

|  |     |
|--|-----|
| 12. <u>COMPROBACIÓN DE HOMOLOGACIONES DE SOLDADORES</u> .....              | 80  |
| 12.1. PROCESO DE HOMOLOGACIÓN .....  | 80  |
| 13. <u>SOLDADURA</u> .....   | 81  |
| 13.1. SOLDADURA A TOPE .....   | 81  |
| 13.2. SOLDADURA EN ÁNGULO .....  | 83  |
| 13.3. CONTROL DE SOLDADURA .....   | 85  |
| 14. <u>INSPECCIÓN Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</u> .....                      | 86  |
| 14.1. EXTENSIÓN DE INSPECCIONES .....                                      | 86  |
| 14.2. INSPECCIÓN VISUAL .....  | 88  |
| 14.2.1. REALIZACIÓN .....  | 88  |
| 14.2.2. REQUERIMIENTOS .....   | 88  |
| 14.2.2.1. BORDES A SOLDAR .....  | 88  |
| 14.2.2.2. DESPUÉS DEL MONTAJE .....  | 89  |
| 14.2.2.3. DURANTE EL PROCESO DE SOLDADURA .....                            | 90  |
| 14.2.2.4. SOLDADURA TERMINADA .....  | 90  |
| 14.3. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS .....  | 92  |
| 14.3.1. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN .....                                      | 92  |
| 14.3.2. LÍQUIDOS PENETRANTES .....   | 92  |
| 14.3.3. ULTRASONIDO .....  | 92  |
| 14.3.4. RADIOGRAFIA .....  | 93  |
| 15. <u>REPARACIÓN DE SOLDADURAS</u> .....                                  | 94  |
| 15.1. REPARACIÓN DE BORDES OXICORTADOS .....                               | 94  |
| 15.2. REPARACIÓN POR EXCESIVO ENTREHIERRO O RECRECIDO DE PLANCHAS .....    | 94  |
| 15.3. REPARACIÓN PARA DESALINEACIONES QUE ESTAN FUERA DE TOLERANCIAS ..... | 95  |
| 15.4. REPARACIONES DE SOLDADURAS .....                                     | 95  |
| 15.5. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA PARA REPARACIONES .....                  | 97  |
| 16. <u>CONCLUSIONES</u> .....  | 105 |



---

17. ANEXOS:

ANEXO 1: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LA TURRET

ANEXO 2: HOJA DE SOLDADURA

ANEXO 3: PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

ANEXO 4: PREPARACIÓN DE BORDES, TABLA 3.4

ANEXO 5: WPS Y PQR

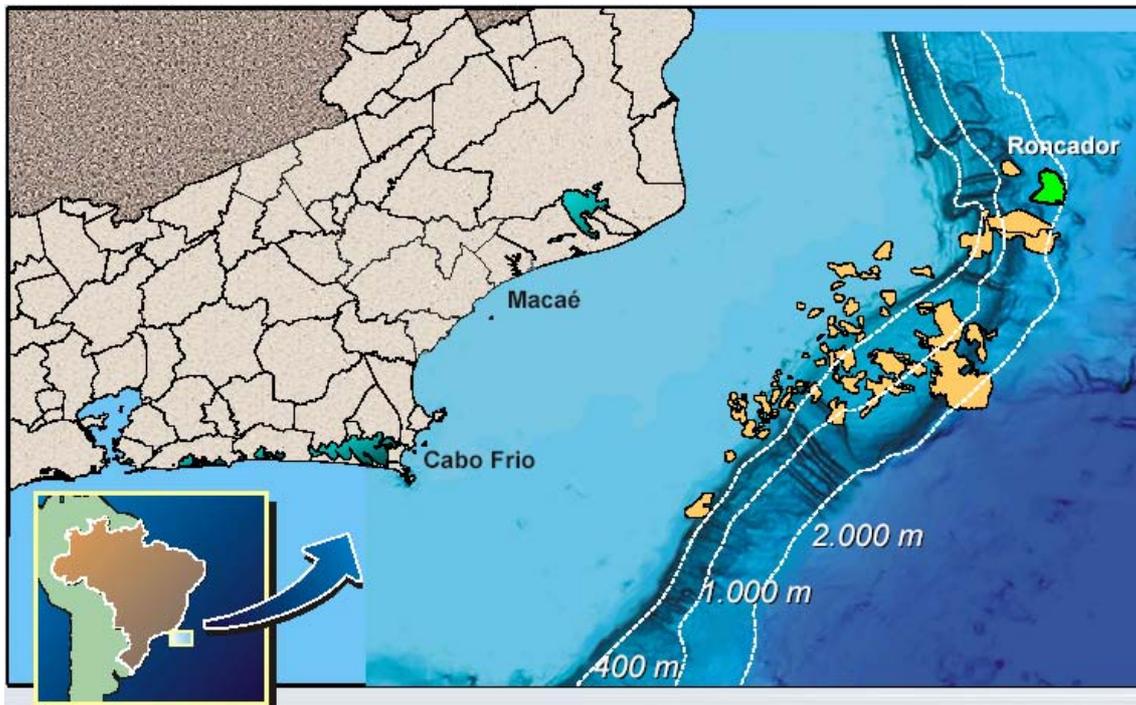


## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La transformación consiste en partir de un VLCC (Vessel Longer Crude Carrier) ya existente en un buque F.S.O (Almacenaje y Descarga de crudo a Flote), capaz de cargar por proa petróleo y gas en alta mar, procesar el gas para consumirlo en sus propios motores, almacenar en sus tanques dos millones de barriles de crudo y descargarlo por popa, también en alta mar, a un petrolero Shuttle en solo dos días, gracias a tres motobombas de carga.

Se desmantela todo el equipamiento, quedando únicamente el casco, que también es modificado y reforzado, incorporando al buque todas las instalaciones y maquinaria convirtiéndolo en un moderno y eficaz F.S.O.

Al finalizar la obra, el buque será remolcado hasta su destino en Macaé, donde prestará servicio en el campo Roncador, en aguas Brasileñas, a una profundidad de 815 metros.



**F.S.O (Floating, storage and Offloading)** son buques con capacidad de almacenar petróleo en los tanques del propio buque y descargarlo por popa a un buque shuttle.

**Shuttle** es un buque petrolero que atraca en la popa del F.S.O. para recibir el petróleo almacenado y transportarlo a tierra



La nueva unidad F.S.O. se conectará a una plataforma de la que recibirá hasta un máximo de 180000 barriles diarios de crudo, que se almacenarán en los tanques del F.S.O., y se bombearán posteriormente por popa a un petrolero Shuttle. La descarga puede realizarse en solo dos días, a razón de un millón de barriles diarios.

El F.S.O. recibirá también gas, a una presión de 17 bar que, convenientemente tratado en la planta de proceso, servirá para alimentar seis motores de combustible dual (gas o fuel oil). Tres de ellos accionan otros tantos alternadores de 1480 KW que producen toda la energía eléctrica consumida a bordo. Los otros tres accionan otras tantas motobombas de descarga de gran capacidad, que impulsan el crudo hacia el sistema de descarga por popa.

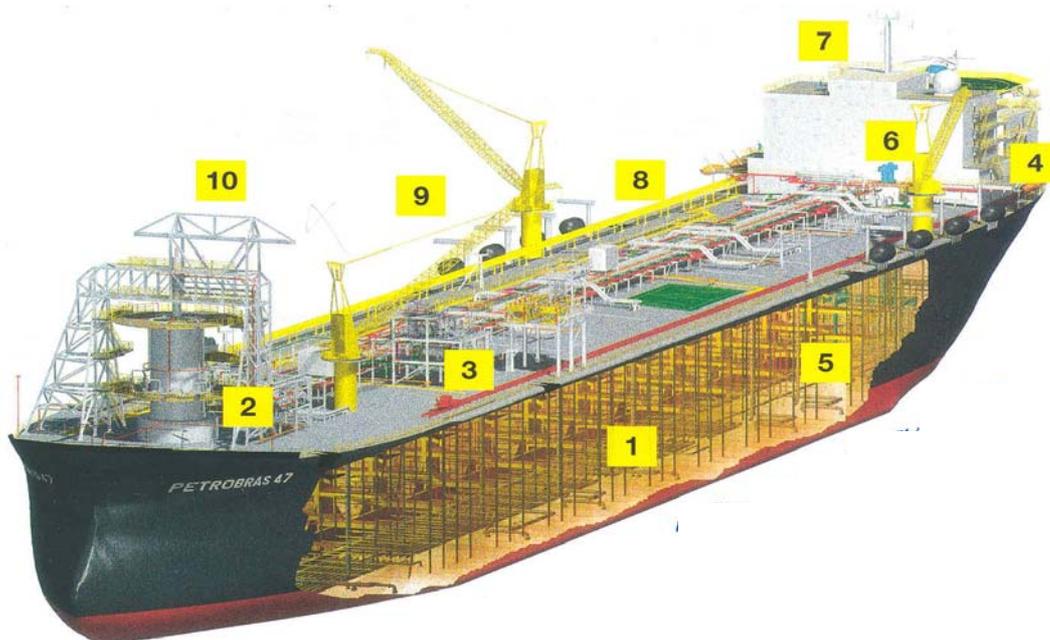
El F.S.O. será dotada de un avanzado sistema de control y comunicación, y los espacios de habilitación han sido ampliados (desmontaje de alerones e incorporación de nuevos módulos de superestructura) para una tripulación de 80 personas.





A continuación se describen los principales capítulos de esta importante transformación:

- 1.1. Obra de Acero. Tanques y circuitos
- 1.2. La turret: sistema de amarre por torre
- 1.3. Planta de proceso: gas para autoconsumo
- 1.4. Descarga por popa: un millón de bpd
- 1.5. Maquinaria: seis motores duales
- 1.6. Electricidad y control
- 1.7. Posicionamiento y Comunicaciones
- 1.8. Máxima seguridad: evacuación, Cl...y más
- 1.9. Habilitación





## **1.1. OBRA DE ACERO**

La obra de acero consiste en desmontar toda la parte de la estructura del VLCC que resulta innecesaria para la nueva misión del buque, así como la construcción y montaje de las nuevas zonas de estructura sobre las que se van a instalar los sistemas especializados de fondeo, carga y descarga. Se desmonta así mismo la chimenea y los alerones de la superestructura, ampliando y adaptando la zona de alojamiento a su nueva función, con capacidad para 80 personas.

La estructura restante se refuerza convenientemente. Toda la obra de acero es chorreada y pintada.

En total se estima que se renueve un total de 1900 toneladas de acero y se chorree un área de 9000 m<sup>2</sup> aproximadamente.

### **1.1.1. Tanques y Circuitos**

El F.S.O. es preparado para recibir una producción de crudo de 180000 barriles diarios, a través de dos tuberías de 10" conectadas al cabezal del turret. El crudo importado de la plataforma es inmediatamente conducido a través del swivel a los tanques de carga. La zona de carga del F.S.O. esta dividida por dos mamparos longitudinales y cuatro mamparos transversales en cinco tanques centrales de carga y 10 tanques laterales, varios de los cuales están a su vez subdivididos para formar tanques de lastre segregado.

A proa de la zona de carga van dos tanques estructurales de FO. A popa de dicha zona van situadas la cámara de bombas, con tanques slop a los costados, y más a popa la cámara de máquinas.

Los tanques de carga están preparados para su limpieza con agua salada o con crudo de petróleo, empleando para ello las bombas de descarga. Cada uno de ellos disponen de la correspondiente válvula de presión/vacío. Se ha dispuesto también un sistema de gas inerte para dar servicio a todos los tanques de carga y slops.

Los tanques de carga y lastre están servidos por una impresionante red de tuberías, con sus correspondientes válvulas y accesorios.



Las válvulas de los sistemas de carga, lastre y limpieza de tanques son controlados a distancia, para lo que se instala el correspondiente sistema electrohidráulico. Se ha montado un total de más de 1500 válvulas manuales y más de 300 de accionamiento automático.

Una vez ejecutada la instalación, se procede a realizar las correspondientes pruebas de presión, así como flushing o limpieza de toda la tubería, y puesta a punto del sistema.



## 1.2.TURRET: SISTEMA DE FONDEO Y CARGA

El sistema de fondeo y carga mediante el Turret, con ocho puntos de fondeo, está diseñado de forma que el buque pueda aproarse a vientos de cualquier dirección. Consta del turret, estructura de acceso a la turntable, de la turntable completa con sus equipos y sistemas de tuberías, de las tres cubiertas de la turntable ( Pig receiver, Pull-in, swivel), del swivel, winches de maniobra y winches auxiliares y sistema de fondeo formado por cadenas, cables y anclas.

A través del sistema de carga, el F.S.O. puede recibir hasta 180000 barriles diarios de crudo, bombeados desde la plataforma, situada a una distancia de entre 4 y 6 millas.







### **1.3.PLANTA DE PROCESO: GAS PARA AUTOCONSUMO**

El F.S.O. está preparado para recibir eventualmente gas natural procedente de la plataforma semisumergible de producción, para ser usado como combustible en los motores duales.

El gas se recibe de la plataforma a una presión de 17 bar, a través de una tubería de 6" situada en el turret, y se procesa en la correspondiente planta, que está situada en el tercio de proa, en cubierta, a estribor. Allí se comprime hasta alcanzar la presión y temperatura adecuadas para su utilización así como combustible.

Los principales componentes de la planta de proceso de gas son los compresores, calentadores eléctricos y tanques de almacenamiento de gas y slops, con sus correspondientes circuitos y accesorios.

Se ha instalado también un sistema de venteo a la atmósfera de los gases sobrantes a presión próxima a la atmosférica y a velocidad no inferior a 150 m/seg, en las máximas condiciones de seguridad y sin daño ni riesgos para el entorno. Está dotado para ello de todos los elementos precisos como parallamas, sistemas anti-ignición y boquillas diseñadas para evitar una emisión con nivel de ruido excesivo. Este sistema de venteo atmosférico es independiente del de los tanques de carga.



## **1.4.DESCARGA POR POPA: UN MILLÓN DE BARRILES DIARIOS**

El petróleo almacenado en los tanques se descargará a los tanques de un petrolero shuttle abarloado al F.S.O, a razón de un millón de barriles diarios. Para ello el F.S.O está dotada de un sistema de descarga por popa, al que llega el crudo impulsado por tres motobombas de gran capacidad.

El sistema de descarga es del tipo shute, y consta de sistema de amarre de tandem y sistema de manguera de carga.

Está previsto para operar en condiciones ambientales severas (viento de 10 m/min, olas de 3.5 metros y corrientes desalineadas hasta 45° con viento y olas) descargando a un shuttle situado a una distancia máxima de 150 metros.

Para el caso contrario, de aproximación entre el shuttle y el FSO hasta entrar en contacto, está dotada de poderosas defensas de costado (8 defensas neumáticas flotantes, con recubrimiento de cadena y neumáticos) con sus correspondientes pescantes.

La catenaria de manguera de descarga tiene 20” de diámetro y 250 metros de longitud, y permite un caudal de 6250 m<sup>3</sup> /h, equivalente a los 150000 m<sup>3</sup> /día especificados.

El F.S.O dispone también de un sistema de descarga de emergencia.



## 1.5.MAQUINARIA: SEIS MOTORES DUALES

El F.S.O es una unidad no propulsada, por lo que ha tenido que ser remolcada desde el Astillero hasta el lugar en el campo Roncador donde es fondeada y donde trabajará durante los 20 años de vida en servicio prevista.

Cuenta sin embargo con una importante planta de maquinaria destinada principalmente a la generación de la energía eléctrica necesaria a bordo y al accionamiento de las bombas de descarga.

Piezas fundamentales de esta planta de maquinaria son seis motores preparados para quemar combustible dual, es decir, el propio gas que el F.S.O recibe de la plataforma semisumergible de producción, o bien combustible líquido:

- tres motores de 1480KW a 720 rpm para grupos electrógenos
- tres motores de 1500KW a 750 rpm para bombas de descarga de crudo.

Además de estos seis motores también consta de otros equipo tales como los generadores, bombas descarga crudo, compresores de gas, paneles de control, baterías y rectificadores y una amplia gama de equipos auxiliares y de transmisión de potencia incluyendo eje, acoplamiento flexibles, chumaceras de apoyo y pasamamparos estancos al gas.

Las bombas de carga están proyectadas para descargar crudo a 3 x 3250 m<sup>3</sup>/h y 131.5 mca y para limpieza de tanques con agua de mar a 3 x 2320 m<sup>3</sup>/h y 139.5 mca.

El F.S.O dispondrá también de un grupo de emergencia.





## **1.6.ELECTRICIDAD Y CONTROL**

La planta eléctrica ha sido proyectada para suministrar ininterrumpidamente una potencia de 3500 kVA a 480 V, 60 Hz. Para ello, dos de los grupos ya mencionados de 1750 kVA cada uno, trabajan simultáneamente acoplados al cuadro principal, con una tercera unidad en stand-by. El control y protección de los grupos generadores se realiza mediante un sistema de gestión integrada, montado en un conjunto independiente del cuadro principal.

Dos extensiones del cuadro principal más un cuadro de emergencia conectados a él mediante circuitos redundantes se encargan de la distribución de potencia a través de 10 centros de control de motores para suministro de energía a las más 300 cargas de potencia inferior a 56 kW, y directamente a los cuadros de distribución para alimentación de cargas de mayor potencia.

El FSO puede ser alimentado desde la plataforma de producción, a través de un cable submarino de 13 Km a 13,8 kV, que se transforman a bordo a 480 V mediante dos transformadores conectados a un cuadro de media tensión. Dispone también de seis sistemas de alimentación ininterrumpida de cargas críticas a base de baterías.

El sistema de automatización contiene cerca de 6000 puntos de control que se pueden accionar a través de los ordenadores, situados en la superestructura. Sus diferentes subsistemas están conectados mediante red de fibra óptica.



## **1.7.POSICIONAMIENTO Y TELECOMUNICACIONES**

En el FSO se ha instalado cuatro sistemas especializados:

- a) Sistema de datos ambientales, encargado de suministrar todas las variables meteorológicas y oceanográficas: velocidad y dirección del viento, presión, temperatura, corrientes y olas.
- b) Posicionamiento, compuesto de DGPS, giroscópica y unidad de estabilidad.
- c) Circuito cerrado de cámaras de vídeo motorizadas, incluso en cámaras de bombas (cámaras intrínsecamente seguras) conectadas al sistema ECOS.
- d) Paneles remotos y consola central del sistema ECOS e instalación de red Ethernet del supervisor central.

Todos los sistemas de telecomunicaciones a bordo de el F.S.O. han sido proyectados según la estricta reglamentación internacional para instalaciones offshore: Convenio SOLAS, Código MODU y Reglas LR. Se componen principalmente de:

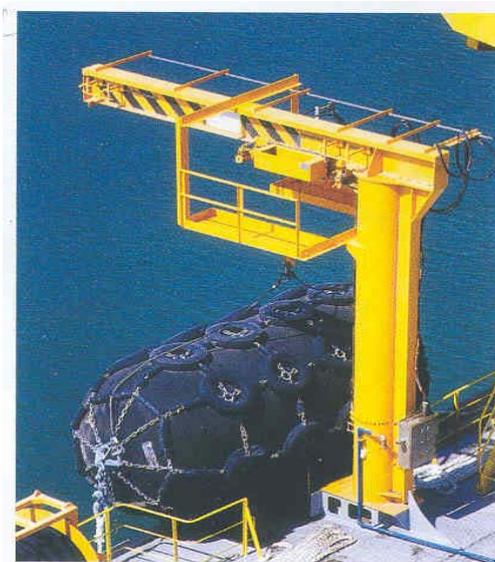
- a) Sistema radio GMDSS
- b) Sistema general de radio
- c) “Public Address” y Alarmas generales, integrando el sistema de intercomunicación y el Sistema de entretenimiento
- d) Recepción vía satélite y distribución de señales de TV
- e) Sistema de telemetría vía radio para telecontrol y telemando del proceso de descarga de crudo entre la FSO y el shuttle
- f) Enlace óptico entre la turret y la acomodación.



## 1.8.SEGURIDAD

Es obvio que una unidad de este tipo cuenta con todos los medios de seguridad activa y pasiva de acuerdo con el arriesgado trabajo que realiza, y que se resume así:

- Evacuación. Cuatro botes salvavidas de tipo cerrado para 49 personas, ocho balsas salvavidas para 20 personas y bote de rescate para 6 personas, todos ellos dotados de pescantes.



- Contra-incendio
  - Sistema de agua/espuma, servido por dos bombas independientes, cada una con el 100% de la capacidad necesaria. Una es de accionamiento diesel-hidráulico, situada en un compartimento especial, y la otra directamente accionada por motor diesel, situado en Cámara de Máquinas.
  - Sistema de CO<sub>2</sub> consta de:
    - Sistemas centralizados de CO<sub>2</sub> comunes para varios riesgos: Batería de botellas en Cámara de Máquinas (270) y Cámara de Bombas (47), Batería de botellas común para diez riesgos (Generador de emergencia, bomba CI, CCR, Telecomunicaciones, Panel Normal, Cuadro Normal, Cargador de



Batería, Panel esencial, Transformador y Pañol de Pinturas) con descarga de CO<sub>2</sub> a cada riesgo mediante válvula direccional desde dos baterías (principal, y reserva) de 11 + 11 botellas.

- Sistemas locales independientes (Proa, Centro, Venteo y Cocina) por su gran distancia a la central de CO<sub>2</sub>.

La activación se efectúa mediante dos pulsadores situados en cada puerta de acceso al local protegido, uno conectado al sistema ECOS que activa la botella piloto de cada grupo y el otro que abre la válvula direccional.

- Detección de incendios, detectores de llama y detectores de gas
- Sistema de gas inerte para tanques de carga y slops. El generador puede emplear combustible líquido o gas.



---

## **1.9.HABILITACIÓN**

Los espacios para la tripulación han sido ampliados y totalmente renovados para alojar cómodamente a 80 tripulantes, con instalaciones perfectamente adaptadas a las diferentes actividades de trabajo, formación, descanso y entretenimiento a bordo.



## **2. DESCRIPCIÓN DE LA TURRET**

Una de las obras más significativas llevadas a cabo en la transformación es la instalación e integración del sistema de fondeo y carga mediante el Turret situado en la proa del F.S.O.



El sistema de fondeo y carga está diseñado de forma que el buque pueda aproarse a vientos de cualquier dirección.

A través del sistema de carga, el F.S.O puede recibir hasta 180000 barriles diarios de crudo bombeados desde la plataforma.



---

Los principales componentes que forman el sistema de fondeo y carga están divididos en los siguientes apartados:

- 2.1. Estructura de acceso a la Turntable
- 2.2. Turntable completa con sus sistemas de tubería y equipos.
- 2.3. El Turret completa con el Bearing Support Box
- 2.4. La estructura del Casing
- 2.5. Sección del Lower Bearing
- 2.6. Spider



## 2.1. ESTRUCTURA DE ACCESO A LA TURNTABLE

La estructura de acceso está formada por plataformas y escaleras que posibilitan el acceso a las diferentes cubiertas de la turntable y a las plataformas para el mantenimiento del swivel.

Consiste en dos estructuras verticales en forma de “A” formadas por un conjunto de vigas soldadas entre si, situadas una a babor y otra a estribor de la turntable, y conectadas entre si por una viga horizontal que hará la función de grúa pórtico. Se montará una cubierta transversal que hará de pasarela, para permitir acceder a ambas bandas de la turntable.





## 2.2. TURNTABLE COMPLETA CON SUS EQUIPOS Y SISTEMAS DE TUBERIAS



La estructura de la turntable forma parte del sistema de amarre del turret al lecho marino y se encuentra atornillada sobre la parte alta del Turret. La turntable consiste en una columna central con una brida montada en la parte baja y un soporte para el swivel en la parte alta.

En la Turntable se identifican las siguientes cubiertas:

- Pig Receiver Deck (Cubierta de equipos de limpieza para tuberías)
- Pull - In Deck (Cubierta de tensado)
- Swivel Deck (Cubierta rotativa del swivel)



La estructura consiste en dos cubiertas circulares que soportan los diferentes equipos, el sistema de proceso y sistema de tuberías con los pig receivers y el manifold de válvulas. Entre estas dos cubiertas está la cubierta semicircular denominada cubierta pull-in.

Las cubiertas están formadas por vigas espaciadas radialmente con vigas transversales que sirven de soporte de los trames.

La cubierta Pig receiver contiene principalmente las tuberías de producción, válvulas, pig receivers y equipos de monitorización. La cubierta del swivel se encuentra reforzada soportando el swivel.

Los monorraíles, vigas de carriles y polipasto facilitan el mantenimiento.

A estas cubiertas desde la columna emanta hacía el sistema de winches los alojamientos del sistema de amarre, risers, sistema tensionado y sistema auxiliar de fijación usados durante el izado / deslizado de los risers, tensionado del anclaje , y operaciones de monitorización.

El tendido de tuberías avanza desde la cubierta de conexión de los riser a través de la columna central del turret hasta las cubiertas de la turntable y el swivel

### **Winches**

El sistema de amarre por Turret posee un número determinado de winches, los cuales serán usados para las operaciones de elevación de los risers, el tensado de las cadenas de las anclas y las inspecciones de trabajo.

Winches adicionales estarán provistos para las operaciones de transferencia del cable de un carrete a otro y las operaciones de mantenimiento e inspección.

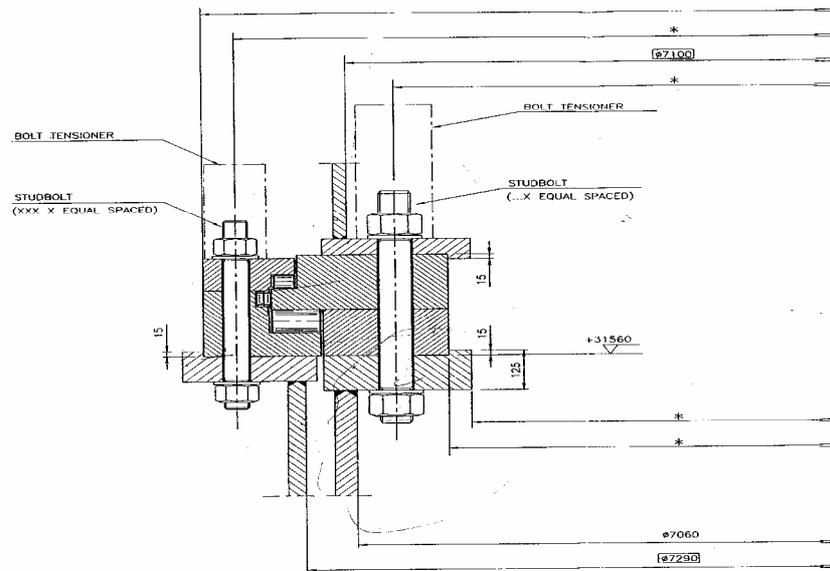
### **Main Bearing**

El main bearing es la unión principal entre la parte fija de la turret y la cubierta del barco, está instalado en la parte superior del bearing support box.

El bearing está provisto de puntos de lubricación. El bearing llevará una protección y sellado y está previsto de un sistema de engrasado automático.



El anillo exterior del bearing está fijado con pernos a la brida del soporte del FSO, el anillo interior del bearing será atornillada a la brida de la parte mas alta del turret. Los pernos se atornillan mediante tensionado hidráulico.





## **2.3.EL TURRET COMPLETO CON EL BEARING SUPPORT BOX**

El turret es un cilindro hueco fabricado de acero, con una estructura de transición unida al extremo superior. La cara de la brida más extrema de la estructura de transición permite al turret ser fijada al main bearing. Cuando se complete, el turret quedará suspendido desde el bearing, por el interior del bearing support del FSO y el casing.

El turret contiene cubiertas desmontables, escaleras e iluminación, la cubierta de conexión de los risers esta localizada en la estructura de transición en la parte alta del turret. La estructura integral de la chainspider será ajustada alrededor del exterior del cilindro del turret en la parte mas baja. La cara mecanizada del lower bearing es incorporado en la parte alta del spider. Los I-tubos para los risers se extienden desde la chain spider hasta el nivel de la cubierta de conexión de los risers, alrededor del exterior del cilindro de la turret.

Los soportes adicionales para los I-tubos se consiguen por una plataforma por el exterior del cilindro del turret entre la chain spider y el nivel de la cubierta de conexión de los risers. La plataforma también posé las guías de las cadenas usadas para tensar y destensar las cadenas de anclaje.

El cilindro del turret está abierto en la parte superior e inferior para permitir que un sistema de monitorización baje desde la cubierta pigging de la turntable.



### **FSO Bearing Support Box**

El bearing support box es una estructura con forma de anillo reforzada interiormente con una sección interior en la parte alta para encajar con la brida del bearing support y una sección exterior en la parte baja para ser soldada al casing

La brida del bearing support será mecanizada y taladrada para encajar con el main bearing y bearing cover.

La cara más extrema del bisel de la soldadura será mecanizada para quedar paralelamente a la cara del bearing support.



## **2.4.LA ESTRUCTURA DEL CASING**

El casing es una sección tubular larga abierta con refuerzos, integrado al casco del F.S.O. La estructura forma un moonpool abierto desde la quilla del barco hasta el nivel de la cubierta principal.

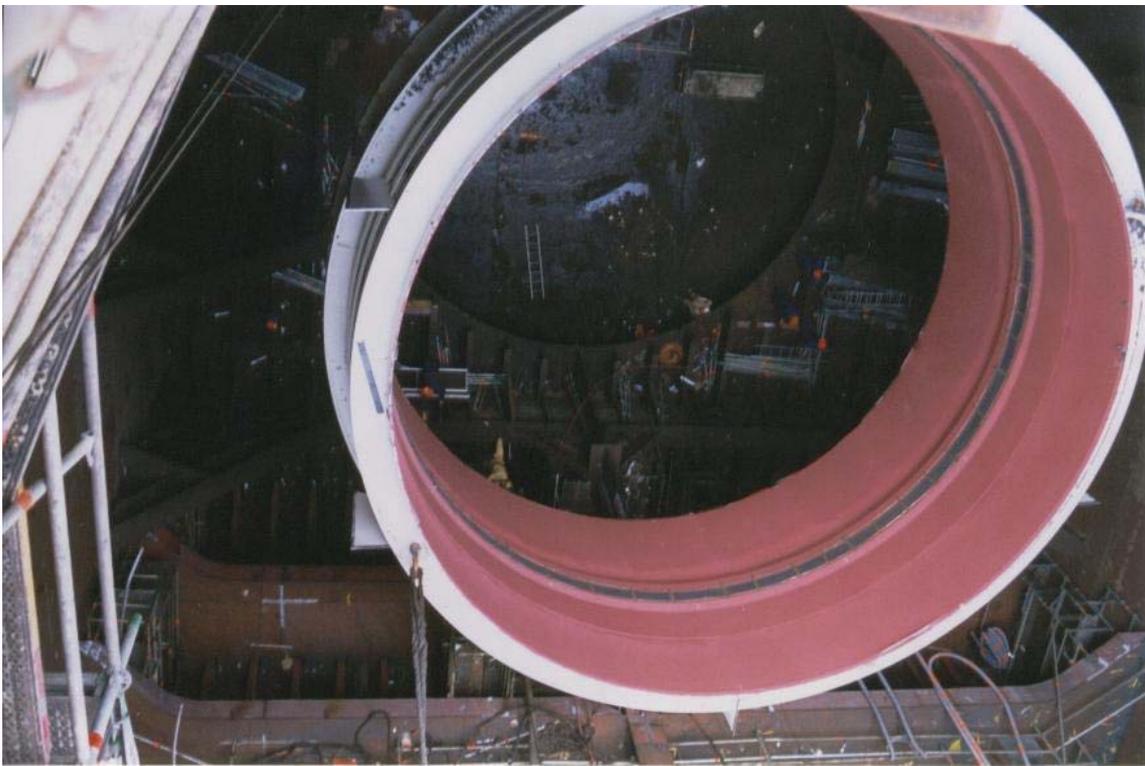
La estructura del bearing support box será soldada en obra al extremo superior del bisel de soldadura del casing después de que el Turret haya sido instalada.





## **2.5.SOLDADURA Y MECANIZADO DEL LOWER BEARING INCONEL**

La parte inferior del casing contiene una sección reforzada que actúa como la cara de unión con el soporte de bronce. El diámetro interior de esta sección reforzada será premecanizada, revestida con soldadura inconel 625, se realizará el correspondiente tratamiento térmico y finalmente un mecanizado.





## 2.6.SPIDER

La spider es fabricada alrededor del cilindro externo del turret, en la parte más baja. En la parte alta de la spider, posee una cara mecanizada prevista de taladros roscados. La placa de montaje donde se colocan los segmentos del bearing tendrá un mecanizado final y los taladros roscados donde se fijarán.

En la spider están los alojamientos de los chainstopper que conectan el turret a las cadenas de anclaje.

Una serie de planchas reforzadas dividen el perímetro exterior en ocho partes radiales. Bajo de la spider los chainstopper se encajan en el espacio que hay entre las dos chapas mecanizadas. El conjunto es fabricado de manera que los chainstoppers son equidistantes 45° alrededor de la spider. Los chainstoppers están provistos de unos ejes que permite el giro para minimizar el desgaste de los eslabones de la cadena. Un dispositivo controla la tensión de fijación en cada chainstopper.

Los I-tubes avanzan desde el fondo de la spider a la cubierta de conexión de los riser en la parte alta del turret, y son conectados por bridas a la parte más baja.





### **3. REGLAMENTACIÓN APLICABLE A LA F.S.O**

El fabricante deberá trabajar de acuerdo con los requerimientos definidos por el Armador en la especificación incluyendo los apéndices y requerimientos aplicables a reglas, regulaciones, códigos y normas que se dictan a continuación:

- Lloyd's Register: Reglas y regulaciones para la clasificación de Unidades Offshore Móviles
- ASME Sección II: Parte C, Varillas, electrodos y metales de relleno
- ASME Sección V: Ensayos no destructivos
- ASME Sección IX: Cualificación de soldaduras y soldaduras por capilaridad
- ANSI / AWS D1.1 (1996): Código para soldaduras de estructuras

Los requerimientos de esta especificación deberán complementarse con las reglas, regulaciones, códigos y standards aplicables. En el caso de conflictos entre documentos, se aplicará el más restrictivo, al menos que se especifique lo contrario.

La autoridad certificadora "*Lloyd's Register of Mobile Offshore Units (en adelante L.R. M.O.U.)*", definida por el Armador en la especificación, es la que tiene mayor prioridad de todos los reglamentos junto con la propia especificación de fabricación.

#### **3.1.CERTIFICACIÓN**

El suministrador será responsable de cumplir todos los requerimientos del cliente y la autoridad certificadora, para la obtención del certificado del sistema de amarre por turrent.



### **3.2.PLAN DE CALIDAD**

Dentro de los 14 días posteriores a la firma del contrato, el suministrador deberá preparar y suministrar al cliente y a la autoridad certificadora, para la aprobación, un plan de calidad en el que se describa con detalle los procedimientos, controles e inspecciones que se llevarán a cabo durante la construcción del TMS.

El suministrador deberá asegurar que todos los requerimientos contenidos dentro de la especificación se encuentran recogidos dentro del plan de calidad.

El plan de calidad deberá incluir como mínimo:

- Certificados de homologación de soldadores.
- Procedimientos de soldadura y procedimientos de reparación de soldaduras.
- Procedimientos de ensayos no destructivos, certificados de cualificación y calibración, criterios de aceptación.
- Certificados de cualificación de los operarios de ensayos no destructivos.
- Certificados de pruebas realizadas a todos los materiales empleados.
- Procedimiento de fabricación para aprobación por la autoridad certificadora.
- Procedimiento de control dimensional para aprobación por la autoridad certificadora.
- Plan de inspección y pruebas incluyendo requerimientos de ensayos no destructivos para cada componente.
- Procedimiento de trazabilidad de consumibles.
- Procedimiento de control de materiales.

Todas las operaciones deberán ser llevadas a cabo de acuerdo con los procedimientos aprobados por el cliente y la autoridad certificadora.

Los procedimientos deberán indicar los métodos empleados por el suministrador.



#### **4. ESTRATEGIA CONSTRUCTIVA DE FABRICACIÓN DE LA TURRET**

La estrategia constructiva para fabricación se llevará a cabo en base a los medios del Astilleros ( Grúas, Dique, Talleres de Corte y Conformado de Planchas, Mesa de Trabajo,...) y con otros complementarios propios (Equipos de Viradores, Grúas móviles, Mangueras de soldadura.)



Debido a las grandes dimensiones del Turret, se fabricará en cinco sub-bloques principales (*Ver plano FT-00/00, anexo 1*):

- Sub-bloque N° 1; Eje Turret (*Ver plano FT-01/00, anexo 1*)
- Sub-bloque N° 2; Cabeza Turret (*Ver plano FT-02/00, anexo 1*)
- Sub-bloque N° 3; Cubierta Riser (*Ver plano FT-03/00, anexo 1*)
- Sub-bloque N° 4; Spider (*Ver plano FT-04/00, anexo 1*)
- Sub-bloque N° 5; Main bearing Box (*Ver plano FT-05/00, anexo 1*)



---

Una vez que tengamos los cuatro sub-bloques montados, corregidos y soldados sobre el virador, se monta el main bearing box para ser amarrado provisionalmente al turret por medio del main bearing, comprobando que la alineación y perpendicularidad son las correctas. Finalmente se completará la fabricación del Turret con los J-Tubes, plataformas, barandillas, escaleras de acceso.. etc.



#### 4.1.SUB-BLOQUE N° 1: “EJE DEL TURRET”

El eje del Turret esta formado por 8 virolas de diámetro 3560 mm (Ver plano FT-01/00):

- 7 virolas de 2400 mm de altura
- 1 virola de 1525 mm de altura

Cada virola del eje se fabricará con chapas de 12000 mm y 30 mm de espesor.

Cada chapa pasará por el taller de corte y curvado, y posteriormente se irán colocando sobre el virador donde se corregirán y soldarán a medida que vayan llegando.



Una vez terminado el eje se quedará en el virador para recibir a continuación el resto de sub-bloques.

*Ver planos en Anexo 1*



## 4.2. SUB-BLOQUE N° 2: “CABEZA DEL TURRET”

La parte alta del Turret esta formada por los siguientes elementos (Ver plano FT-02/00):

- Tapa nivel 25735
- Virola interna, 2400 de altura y 30 mm de espesor
- Refuerzos internos, incluidos los que formarán las Chaín locker
- Virola exterior de espesor 20 mm y 2400 m de altura
- Tapa nivel 27785
- Protección de la cadena
- Protección de risers
- Virola exterior de espesor 30 mm y 1100 m de altura
- Virola exterior de espesor 40 mm y 2265 m de altura
- Brida del main Bearing Box

La mayor parte del Sub-bloque n° 2 se fabricará sobre una mesa de trabajo en dique:

1. Soldamos las planchas que forman la Tapa nivel 25735 por una cara, la volteamos y la soldamos por la otra cara. Una vez terminada la colocamos sobre la mesa de trabajo a una altura apropiada para posteriormente situar el resto de elementos.
2. Montamos la virola interna sobre la tapa y la soldamos (Ver plano FT-02/01)
3. Soldamos los refuerzos internos sobre la tapa nivel 25735 y a la virola interna (Ver plano FT-02/02) y a continuación la virola externa (Ver plano FT-02/03)
4. Sobre los refuerzos internos montamos la tapa nivel 27785. Cuando este totalmente soldado a la virola externa se voltará para poder terminar de soldar por el interior en horizontal (Ver plano FT-02/04)



5. Una vez volteado, soldamos los refuerzos a la tapa nivel 27785, siendo de esa manera más fácil de soldar.
6. Por último se montarán los conductos y protección de cadenas asegurándonos antes que el interior del bloque haya quedado totalmente soldado. (Ver plano FT-02/05)
7. Una vez se hayan soldado los conductos y protecciones, colocamos el bloque sobre el virador para unirlo con la virola del eje del Turret.
8. Por ultimo, soldaremos a la virola exterior de 20 mm de espesor, en el virador, la virola de 30mm y 40 mm con la brida ya soldada y mecanizada. Estas virolas se fabricarán antes sobre la cama situada a dique. (Ver plano FT-02/06)

*Ver planos en Anexo I*



### 4.3. SUB-BLOQUE N° 3: "CUBIERTA RISER"

La cubierta del Turret esta formada por los siguientes elementos (Ver plano FT-03/00):

- Tapa nivel 7000, espesor 25 mm
  - Virola interna de espesor 35 mm y 2400 m de altura
  - Virola interna de espesor 35 mm y 1725 m de altura
  - Rigidizador de virola interna
  - Rigidizador de tapa
  - Protección de cadena
  - Protección de cadena auxiliar
  - Refuerzos para las protecciones de cadenas
  - Pletinas
1. Soldamos la tapa nivel 7000 por un lado, volteamos sobre la mesa de trabajo y terminamos de soldar por la otra cara
  2. Por otro lado unimos las dos virolas, le soldamos los rigidizadores de la virola interna y las protecciones de las cadenas auxiliares. (Ver plano FT-03/01)
  3. Soldamos las virolas internas con las protecciones y los rigidizadores sobre la tapa colocada en la mesa de trabajo. (Ver plano FT-03/02)
  4. A continuación soldamos las pletinas, las protecciones de las cadenas y sus refuerzos. (Ver plano FT-03/03)
  5. Por ultimo montamos el rigidizador de la tapa. (Ver plano FT-03/04)
  6. Una vez terminado totalmente de soldar, colocamos el sub-bloque en el virador y lo soldamos a la virola del eje del Turret.

*Ver planos en Anexo I*



#### 4.4. SUB-BLOQUE N° 4: "SPIDER"

Elementos de fabricación de la Spider (Ver plano FT-04/00):

- Tapa nivel 2725 de espesor 25 mm
- Brida mecanizada
- Virola interna de espesor 35 mm y 2400 m de altura
- Intercostales
- Refuerzos radiales
- Protecciones de cadenas
- Protecciones de cadenas auxiliar
- Virola exterior de espesor 35 mm y 2100 m de altura
- Tapa fondo de espesor 25 mm
- Cartabones de espesor 25 mm

La spider al igual que el sub-bloque 2 y 3 lo fabricamos sobre una cama de trabajo en dique y posteriormente lo montamos sobre el virador donde será corregido junto con el resto de sub-bloques antes de comenzar a soldar soldados.

1. Soldamos la tapa nivel 2725 y antes de voltear la tapa le soldamos la brida por una cara.
2. Volteamos la tapa junto con la brida y soldamos por la otra cara, cuando ya estén soldadas mecanizamos la brida (Ver plano FT-04/01)
3. Montamos la Virola interna y los refuerzos radiales (Ver plano FT-04/02)
4. Sobre la tapa soldamos las protecciones de las cadenas principales y auxiliares y posteriormente los intercostales. (Ver plano FT-04/03)
5. Sobre los intercostales montamos y soldamos el fondo. (Ver plano FT-04/04)
6. Una vez que nos aseguremos que el interior del sub-bloque este totalmente soldado, montamos la virola externa (Ver plano FT-04/05).



7. Debido a que existen zonas inaccesibles las cuales deben ser soldadas, se abrirán en el fondo registros temporales hasta que se termine de soldar en el interior del sub-bloque. Estos deberán de quedar soldados haciendo al sub-bloque totalmente estanco.
8. Por último soldamos los cartabones de los refuerzos intercostales (Ver plano FT-04/06)

*Ver planos en Anexo I*



#### **4.5. SUB-BLOQUE Nº 5: "MAIN BEARIN BOX"**

La main bearin box la componen los siguientes elementos de fabricación:

- Virola interna de espesor 35 mm y 2400 de altura
- Brida mecanizada
- Tapa alta, nivel 30830
- Intercostales
- Refuerzos radiales
- Virola externa de espesor 25 mm y 2917 de altura
- Tapa fondo de espesor 30 mm

La main bearin box se fabricará sobre una cama de trabajo, colocándose posteriormente sobre el virador para unirse al resto de sub-bloques.

1. Soldamos el tope de la virola interna y le soldamos la brida para a continuación mandarla a mecanizar.
2. Soldamos la Tapa nivel 30830 por ambas caras y la soldamos a la virola interna.
3. Montamos los refuerzos radiales y los intercostales
4. A continuación montamos la virola externa y la soldamos a la tapa y a los refuerzos.
5. Por último montamos y soldamos la tapa baja a la virola interior y exterior.
6. Para poder terminar de soldar por el interior todo lo pendiente se abrirán unos registros temporales que nos permitan terminar de soldar en aquellas zonas inaccesibles.
7. Para más comodidad se volteará el sub-bloque para poder soldar los refuerzos al fondo en horizontal.
8. Antes de cerrar los registros nos aseguraremos de que el interior está totalmente soldado, dejándolo totalmente estanco una vez que cerremos los registros.

*Ver planos en Anexo I*



---

## **5. ESTRATEGIA DE MONTAJE**

La estrategia de montaje se describe básicamente en los siguientes pasos:

- 5.1. Montaje y acoplamiento de la estructura de acceso al Turret
- 5.2. Maniobra de verticalización del Turret.
- 5.3. Montaje y alineación del Turret.
- 5.4. Montaje y acoplamiento del Turntable.
- 5.5. Montaje y acoplamiento del swivel.
- 5.6. Montaje de la estructura superior.



## **5.1.MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE ACCESO AL TURRET**

La estructura será suministrada en tres partes. En la primera fase del montaje se acoplarán y soldarán los elementos verticales, y posteriormente, tras el montaje de la “Turntable” y del “Swivel” se montará la parte alta de la misma.



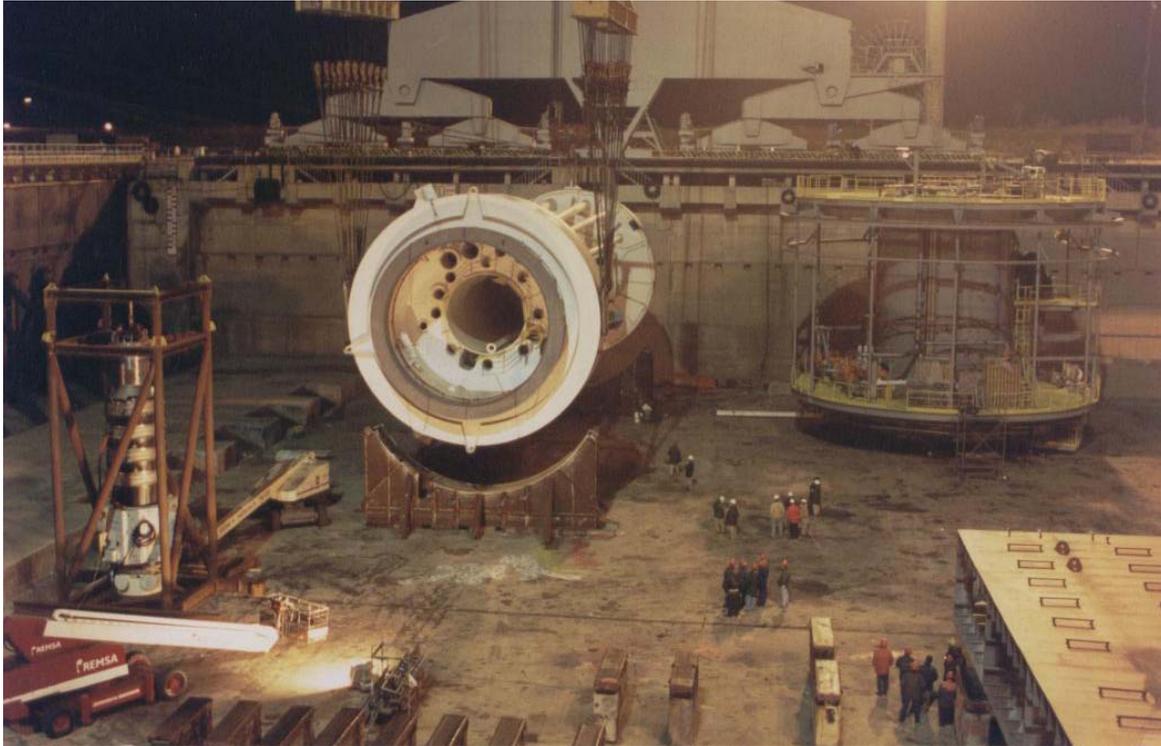


## 5.2.MANIOBRA DE VERTICALIZACIÓN DE VERTICALIZACIÓN DEL TURRET

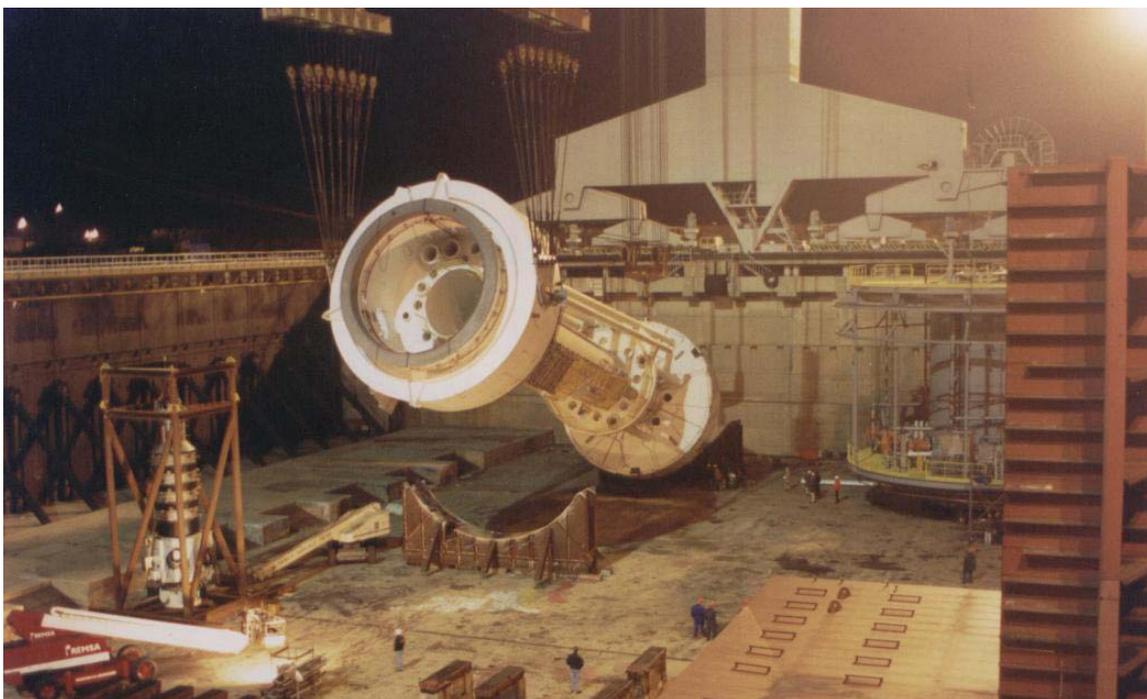
Estando el Turret situado en horizontal sobre cunas, dispone de dos puntos de maniobra. En la parte superior se encuentran dos puntos de tiro (uno a cada lado) que van a suponer el punto principal para el izado, en la parte inferior a 90° de los puntos anteriores se encuentra el cáncamo para la maniobra de retenida.

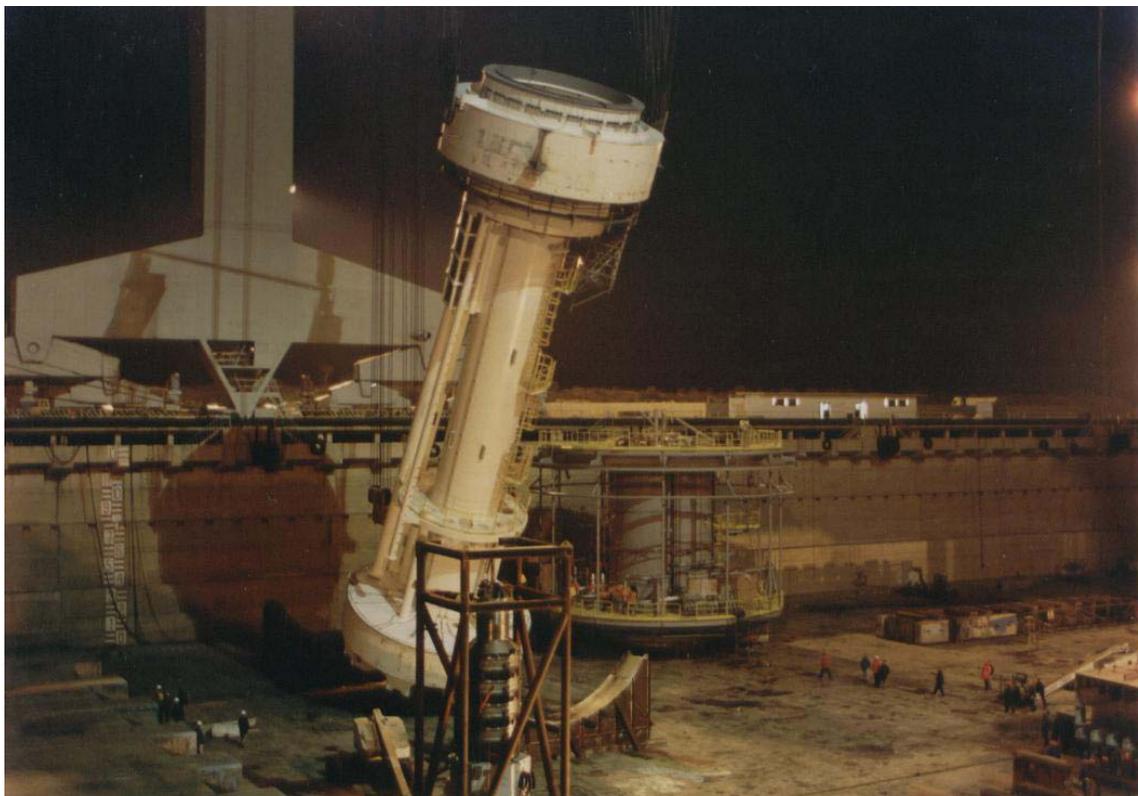


Mediante dos pórticos se inicia el izado del Turret en posición horizontal hasta librar la altura suficiente para iniciar el giro.



A partir de esta posición se procede al izado solo del tiro superior, comenzando el giro del Turret. Al tiempo que el Turret va quedando en vertical, la retenida va soltando hasta equilibrar la maniobra.







Una vez se encuentre totalmente vertical se suelta la maniobra de la retenida, para completar la maniobra de izado hasta la posición de acoplamiento.





### **5.3.MONTAJE Y ALINEACIÓN DEL TURRET**

Con el Turret izado y situado sobre cubierta se procede a introducirlo en su posición. Previamente se ha procedido al trazado de los ejes para que una vez aproximado se pueda comprobar la alineación. Una vez alineado y acoplado se soldará la main bearing box, incorporada a la turret en la fase de fabricación, a la cubierta.





## 5.4.MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DE LA TURNTABLE

La "Turntable" vendrá fabricada completamente terminada y en una sola pieza.

Mediante el pórtico se inicia la maniobra de izado del Turntable, y su aproximación a la zona de montaje. Tras comprobar la alineación de los ejes trazados así como su nivelación, se procede a su acoplamiento mediante unión atornillada.







---

## **5.5.MONTAJE Y ACOPLAMIENTO DEL SWIVEL**

El swivel será suministrado en una sola pieza. Mediante el pórtico se inicia la maniobra de izado del Swivel, y su aproximación a la zona de montaje. Tras comprobar la alineación de los ejes trazados así como su nivelación, se procede a su acoplamiento mediante unión atornillada.



## **5.6.MONTAJE DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR**

La última parte del montaje corresponde al cierre o terminación de la estructura, montando la parte superior de esta.





## 6. CATEGORIAS DE LA ESTRUCTURA

La estructura del Turret esta clasificada en tres Categorías. Según el Lloyds Register L.R. M.O.U. Parte 4-Ch 2- Sec. 2 se definen:

**Estructura especial:** son aquellas áreas de elementos estructurales primarios que se encuentran en puntos de transferencia de cargas críticas, concentración de tensión, etc.

**Estructura primaria:** son aquellos elementos estructurales esenciales para la integridad de la Unidad

**Estructura secundaria:** son aquellos elementos de menos importancia y un fallo de los mismos no afecta a la integridad de la Unidad.

En la hoja de soldadura “*ver Anexo 2*” se emitirá la clasificación de soldaduras según la categoría

### 6.1.MATERIAL BASE

Según la definición de las categorías se han agrupado el material base de la siguiente forma:

**Tipo 1** – Estructura especial y primaria

**Tipo 2** – Estructura secundaria



## 6.1.1. ESTRUCTURA ESPECIAL Y PRIMARIA (TIPO 1)

Todos los aceros de calidad tipo 1 cumplirán con los requerimientos especificados L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 3- Sec. 3 para material DH36

### Composición Química

La composición química deberá cumplir con lo indicado en la tabla 3.3.2 “Chemical composition”.

| Strength levels   | 32, 36, 40              |            | 42, 46, 50, 55, 62, 69                          |           |
|---|-------------------------|------------|---|-----------|
| Grades  | AH, DH, EH              | FH         | DH, EH  | FH        |
| Carbon % max.   | 0,18                    | 0,16       | 0,20  | 0,18      |
| Manganese %   | 0,9 – 1,60 (see Note 1) | 0,9 – 1,60 | 1,70 max.                                       | 1,60 max. |
| Silicon % max.  | 0,50                    | 0,50       | 0,55  | 0,55      |
| Phosphorus % max. (see Note 2)  | 0,035                   | 0,025      | 0,035   | 0,025     |
| Sulphur % max. (see Note 2)   | 0,030                   | 0,025      | 0,030   | 0,025     |
| Grain refining elements<br>(see Note 3)   |                         |            |   |           |
| Aluminium<br>(acid soluble) %   | 0,015 min. (see Note 4) |            |   |           |
| Niobium %   | 0,02 – 0,05             |            |   |           |
| Vanadium %  | 0,03 – 0,10             |            |   |           |
| Titanium %  | 0,02 max.               |            |   |           |
| Total (Nb + V + Ti) %<br>(see Note 6)   | 0,12 max.               |            |   |           |
| Residual elements   |                         |            |   |           |
| Nickel % max.   | 0,40                    | 0,80       | to comply with<br>the approved<br>specification |           |
| Copper % max.   | 0,35                    | 0,35       |   |           |
| Chromium % max.   | 0,20                    | 0,20       |   |           |
| Molybdenum % max.   | 0,08                    | 0,08       |   |           |
| NOTES   |                         |            |   |           |
| 1. For AH grade steels in all strength levels and thicknesses up to 12,5 mm, the specified minimum manganese content is 0,70%.  |                         |            |   |           |
| 2. For materials for low temperature use, the phosphorus and sulphur contents are not to exceed:<br>Phosphorus 0,03% Sulphur 0,025%   |                         |            |   |           |
| 3. The steel is to contain aluminium, niobium, vanadium or other suitable grain refining elements, either singly or in any combination. When used singly, the steel is to contain the specified minimum content of the grain refining element. When used in combination, the specified minimum content of each element is not applicable. |                         |            |   |           |
| 4. The total aluminium content may be determined instead of the acid soluble content. In such cases the total aluminium content is to be not less than 0,020%.  |                         |            |   |           |
| 5. Alloying elements other than those listed above are to be included in the approved manufacturing specification.  |                         |            |   |           |
| 6. The grain refining elements are to be in accordance with the approved composition.   |                         |            |   |           |



## **Carbono Equivalente**

El carbono equivalente basado en el análisis de colada se determina por la siguiente formula:

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15$$

## **Propiedades Mecánicas**

Para los aceros en condición normalizados se debe realizar una prueba de tensión por cada 50 Tn. Se realizarán pruebas adicionales cuando la variación del grosor o del diámetro sea de 10 mm.

Las pruebas del Ensayo de Charpy se realizarán cuando sea requerido según se indica en la tabla 3.3.3.



Table 3.3.3 Conditions of supply and impact test requirements

| Grade of steel and grain refining practice   | Thickness mm | Condition of supply                            | Frequency of impact tests (see Note 1) |                           |
|--|--------------|--|--|---------------------------|
|  |              |  | Plate                                  | Sections                  |
| AH 32 AH 36  | ≤ 20         | Any  | Not required (see Note 2)              | Not required (see Note 2) |
| Al or<br>Al + Ti   | > 20 ≤ 35    | AR   | 25 t                                   | 25 t                      |
|  | > 20 ≤ 100   | N TM   | 50 t                                   | 50 t                      |
| AH 40  | ≤ 20         | Any  | 50 t                                   | 50 t                      |
|  | > 20 ≤ 50    | N TM   | 50 t                                   | 50 t                      |
| AH 32 AH 36  | ≤ 12,5       | Any  | Not required (see Note 2)              | Not required (see Note 2) |
| Nb or V or<br>Al + Nb or<br>Al + V   | > 12,5 ≤ 100 | AR<br>(see Note 3)<br>N TM                     | 50 t                                   | 25 t<br>50 t              |
|  | AH 40        | Any  | 50 t                                   | 50 t                      |
| DH 32 DH 36  | < 20         | Any  | 50 t                                   | 50 t                      |
|  | > 20 ≤ 25    | AR   | 25 t                                   | 25 t                      |
| Al or<br>Al + Ti   | > 20 ≤ 100   | N TM   | 50 t                                   | 50 t                      |
|  | DH 40        | N TM   | 50 t                                   | 50 t                      |
| DH 32 DH 36  | ≤ 12,5       | Any  | 50 t                                   | 50 t                      |
| Nb or V or<br>Al + Nb or<br>Al + V   | > 12,5 ≤ 100 | AR<br>(see Note 3)<br>N TM                     | 50 t                                   | 25 t<br>50 t              |
|  | DH 40        | N TM   | 50 t                                   | 50 t                      |
| EH 32 EH 36 EH 40<br>FH 32 FH 36 FH 40   | ≤ 100        | Normalized                                     | Piece                                  | (see Note 4)              |
| Any method   |              | TM   |  |                           |
|  | Any method   | Quenched and tempered                          | Plate as heat treated                  | (see Note 4)              |
| Plate as heat treated  |              |  |  |                           |
| DH 42 EH 42 FH 42<br>DH 46 EH 46 FH 46<br>DH 50 EH 50 FH 50<br>DH 55 EH 55 FH 55<br>DH 62 EH 62 FH 62<br>DH 69 EH 69 FH 69   | ≤ 70         | Quenched and tempered                          | Plate as heat treated                  | (see Note 4)              |
| Any method   |              |  |  |                           |
| AR = as-rolled   |              | N = normalized (including normalizing rolling) |  |                           |
| TM = thermomechanically controlled rolled  |              | t = tonne                                      |  |                           |
| NOTES  |              |  |  |                           |
| 1. One set of Charpy impact tests is to be made for each production unit listed or part thereof.   |              |  |  |                           |
| 2. Charpy impact tests are not generally required provided that satisfactory results are obtained from non-destructive check tests selected by the Surveyor.           |              |  |  |                           |
| 3. Plates in Grades AH32, AH36, DH32 and DH36, when grain refined using Niobium or Vanadium are not available in the as-rolled condition above a thickness of 12,5 mm. |              |  |  |                           |
| 4. To be agreed by the Surveyors   |              |  |  |                           |



Los resultados de los ensayos mecánicos, incluidos el de impacto (cuando sea requerido), estarán de acuerdo con los requerimientos dados en la tabla 3.3.4.

**Table 3.3.4 Mechanical properties for acceptance purposes – As rolled, normalized, normalizing rolled or T.M.C.P.**

| Grade                                | Yield Stress<br>N/mm <sup>2</sup><br>min. | Tensile Strength<br>N/mm <sup>2</sup> | Elongation<br>on $5,65 \sqrt{S_0}$<br>% min.<br>(see Note 2) | Charpy V-notch impact tests     |                        |                             |            |
|--------------------------------------|---|---------------------------------------|--|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------|
|                                      |   |                                       |  | Thickness<br>mm<br>(see Note 1) | Test temperature<br>°C | Average energy<br>J minimum |            |
|                                      |   |                                       |  |                                 |                        | Longitudinal                | Transverse |
| AH 32<br>DH 32<br>EH 32<br>FH 32     | 315                                       | 440 – 590                             | 22   | ≤ 100                           | 0                      | 31                          | 22         |
| ≤ 100                                |   |                                       |  | -20                             |                        |                             |            |
| ≤ 100                                |   |                                       |  | -40                             |                        |                             |            |
| ≤ 50                                 |   |                                       |  | -60                             |                        |                             |            |
| AH 36<br>DH 36<br>EH 36<br><br>FH 36 | 355                                       | 490 – 620                             | 21   | ≤ 100                           | 0                      | 34                          | 24         |
| ≤ 100                                |   |                                       |  | -20                             | 34                     | 24                          |            |
| ≤ 50                                 |   |                                       |  | -40                             | 34                     | 24                          |            |
| > 50 ≤ 70                            |   |                                       |  | -40                             | 41                     | 27                          |            |
| > 70 ≤ 100                           |   |                                       |  | -40                             | 50                     | 34                          |            |
| ≤ 50                                 | -60                                       | 34                                    | 24   |                                 |                        |                             |            |
| AH 40<br>DH 40<br>EH 40<br>FH 40     | 390                                       | 510 – 650                             | 20   | ≤ 50                            | 0                      | 41                          | 27         |
| ≤ 50                                 |   |                                       |  | -20                             |                        |                             |            |
| ≤ 50                                 |   |                                       |  | -40                             |                        |                             |            |
| ≤ 50                                 |   |                                       |  | -60                             |                        |                             |            |

**NOTES**

- The requirements for products thicker than those detailed in the Table are subject to agreement (see 3.1.4).
- For full thickness tensile test specimens with a width of 25 mm and a gauge length of 200 mm (see Fig. 2.2.4 in Chapter 2), the minimum elongation is to be:

| Thickness mm | ≤ 10              | ≤ 15 | ≤ 20 | ≤ 25 | ≤ 35 | ≤ 50 | ≥ 50 |    |
|--------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|----|
| Elongation % | Strength level 32 | 14   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21 |
|              | Strength level 36 | 15   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20 |
|              | Strength level 40 | 12   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19 |



---

### **6.1.2. ESTRUCTURA SECUNDARIA (TIPO 2)**

Se aplicarán las tablas indicadas anteriormente para el material DH32.



---

## **7. PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN**

Para la correcta ejecución de la obra, se deberá seguir el Plan de Puntos de Inspección (P.P.I.). En dicho P.P.I. se nos indica en cada fase de la obra qué procedimientos y que tipo de inspecciones hay que realizar. Este P.P.I. y los procedimientos que se indican en el mismo deben ser aprobados con anterioridad por el cliente. *Ver Anexo 3 – “Plan Puntos de Inspección”.*



## **8. RECEPCIÓN DEL MATERIAL BASE**

El suministro del material base será por parte del Cliente. Se comprobará que el Certificado de los materiales cumple con los requisitos especificados en el apartado 6.1.

Todos los materiales irán acompañados de su correspondiente Certificado de Calidad.

### **8.1.RECEPCION DEL MATERIAL**

El Encargado del almacén será el responsable de la recepción del material, comprobando que el material suministrado corresponde al indicado en el albarán, características del mismo, cantidad y calidad.

- El estado superficial (embalajes, pintura, óxido, golpes, etc.)
- Taponado de las bocas de las tuberías, de forma correcta, de modo que no entre agua ni suciedad.
- Realizar las inspecciones visual y dimensional, si corresponde.
- Comprobar que el material venga acompañado del correspondiente Certificado de Calidad, el cual entregará a Calidad, que comprobará que las características fisicoquímicas y ensayos, cumplen los requisitos establecidos.

Posteriormente se cumplimentará un Impreso "Informe de Recepción" especificando el estado del material, aceptado, en espera o rechazado.

En el caso en que se encuentren daños en los materiales, se reflejarán en el Informe de recepción y se comunicará por escrito al Cliente para su solución.

Cuando una vez recepcionado el material se produzca un daño o una pérdida del mismo, se emitirá una No Conformidad comunicando al Cliente el motivo del daño o pérdida



---

## **8.2.ALMACENAMIENTO**

En los casos en que las especificaciones lo requieran, se mantendrá perfectamente indicados los elementos desde su recepción hasta su completa instalación.

Los conjuntos prefabricados, se identificarán por una leyenda grabada en la parte más representativa del mismo con lápiz indeleble.

La tubería se almacenará sobre plataformas o tablones de madera limpios. En todo momento se evitará el contacto de las tuberías y afines con el suelo.

La tornillería se almacenará en almacén y ordenada por métricas, longitudes y calidades.

Los accesorios de tubería, estarán almacenados en una zona limpia y seca sobre maderas, clasificados en función de su tamaño.

La perfilería y los soportes prefabricados estarán almacenados en una zona limpia de manera que no sufran daños.

En el caso de existir materiales rechazados se almacenarán en lugares alejados y con una leyenda indicativa de no utilizar.

## **8.3.PRECAUCIONES**

Se tendrá especial precaución en las puntas de apoyo de los materiales de forma que se eviten deformaciones mientras están almacenados.



## 9. RECEPCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACIÓN.

Según la tabla 11.1.1 “*Welding consumable grades appropriate to structural*” del L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 11- Sec. 2, para un material base DH32 y DH36 le corresponde una material de aportación de grado 2Y.

**Table 11.1.1 Welding consumable grades appropriate to structural and low temperature service steel grades**

| Consumable grade          | Suitable for steel grades           |
|---------------------------|-------------------------------------|
| 1 (1N) (See Note)         | A                                   |
| 2 (2N) (See Note)         | B, D                                |
| 3 (3N) (See Note)         | E                                   |
| 1Y                        | AH32 (LT-AH32), AH36 (LT-AH36)      |
| 2Y                        | DH32 (LT-DH32), DH36 (LT-DH36)      |
| 3Y                        | EH32 (LT-EH32), EH36 (LT-EH36)      |
| 2Y40                      | AH40 (LT-AH40)                      |
| 3Y40, 3Y42, 3Y46, to 3Y69 | DH40 (LT-DH40), DH42, DH46, to DH69 |
| 4Y                        | FH32 (LT-FH32), FH36 (LT-FH36)      |
| CMnLT40 (4Y40) (See Note) | EH40 (LT-EH40)                      |
| 4Y42, 4Y46 to 4Y69        | EH42, EH46 to EH69                  |
| CMnLT60 (5Y40) (See Note) | FH40 (LT-FH40)                      |
| 5Y42, 5Y46 to 5Y69        | FH42, FH46, to FH69                 |
| 1 1/2 Ni                  | 1 1/2 Ni                            |
| 3 1/2 Ni                  | 3 1/2 Ni                            |
| 5 Ni                      | 5 Ni                                |
| 9 Ni                      | 9 Ni                                |

NOTE  
Grades in parentheses will be adopted progressively.

Según *Lloyds Register L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 11- Sec. 1.2* un consumible de grado 2Y indica;

- 2 el nivel de tenacidad (1 – 5)
- Y, que es un material con alta tracción (carga de rotura)



Según la tabla 11.3.2 “Requirements for deposited metal tests” del Lloyds Register L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 11- Sec. 3, las características del material tipo 2Y corresponde con:

E71T-1 para FCAW

F7A4 para SAW

**Table 11.3.2 Requirements for deposited metal tests**

| Grade        | Yield stress<br>N/mm <sup>2</sup><br>minimum | Tensile<br>strength<br>N/mm <sup>2</sup> | Elongation on<br>50 mm<br>% minimum | Charpy V-notch impact tests |  |
|--------------|--|--|-------------------------------------|-----------------------------|--|
|              |  |  |                                     | Test<br>temperature<br>°C   | Average<br>energy (see<br>Note)<br>J minimum |
| 1, 2, 3 (Ni) | 305  | 400 – 560                                | 22                                  | +20, 0, -20                 | 47   |
| 2Y, 3Y, 4Y   | 375  | 460 – 660                                | 22                                  | 0, -20, -40                 | 47   |
| 2Y40         | 400  | 510 – 690                                | 22                                  | 0                           | 47   |
| 3Y40         | 400  | 510 – 690                                | 22                                  | -20                         | 47   |
| 3Y42         | 420  | 520                                      | 20                                  | -20                         | 47   |
| 3Y46         | 460  | 550                                      | 19                                  | -20                         | 47   |
| 3Y50         | 500  | 580                                      | 19                                  | -20                         | 50   |
| 3Y55         | 550  | 620                                      | 18                                  | -20                         | 55   |
| 3Y62         | 620  | 690                                      | 18                                  | -20                         | 62   |
| 3Y69         | 690  | 760                                      | 18                                  | -20                         | 69   |
| 4Y40         | 400  | 510 – 690                                | 22                                  | -40                         | 47   |
| 4Y42         | 420  | 520                                      | 20                                  | -40                         | 47   |
| 4Y46         | 460  | 550                                      | 19                                  | -40                         | 47   |
| 4Y50         | 500  | 580                                      | 19                                  | -40                         | 50   |
| 4Y55         | 550  | 620                                      | 18                                  | -40                         | 55   |
| 4Y62         | 620  | 690                                      | 18                                  | -40                         | 62   |
| 4Y69         | 690  | 760                                      | 18                                  | -40                         | 69   |
| 5Y40         | 400  | 510 – 690                                | 22                                  | -60                         | 47   |
| 5Y42         | 420  | 520                                      | 20                                  | -60                         | 47   |
| 5Y46         | 460  | 550                                      | 19                                  | -60                         | 47   |
| 5Y50         | 500  | 580                                      | 19                                  | -60                         | 50   |
| 5Y55         | 550  | 620                                      | 18                                  | -60                         | 55   |
| 5Y62         | 620  | 690                                      | 18                                  | -60                         | 62   |
| 5Y69         | 690  | 760                                      | 18                                  | -60                         | 69   |
| 1 1/2 Ni     | 375  | 460                                      | 22                                  | -80                         | 34   |
| 3 1/2 Ni     | 375  | 420                                      | 25                                  | -100                        | 34   |
| 5 Ni         | 375  | 500                                      | 25                                  | -120                        | 34   |
| 9 Ni         | 375  | 600                                      | 25                                  | -196                        | 34   |

NOTE  
Energy values from individual impact test specimens are to comply with 1.4.3.



Comprobando las tablas 5u de ASME II Parte C SFA 5.17 (para el F7A4) con la tabla 11.3.2 mencionada anteriormente, vemos que cumple con los requisitos deseados (1 psi = 0.00716 N/mm<sup>2</sup>)

TABLE 5U  
A5.17 TENSION TEST REQUIREMENTS

| Flux-Electrode Classification <sup>(1)</sup> | Tensile          | Yield                           | Elongation, <sup>(2)</sup><br>% |
|--|------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|  | Strength,<br>psi | Strength, <sup>(2)</sup><br>psi |                                 |
| F6XX-EXXX                                    | 60 000-80 000    | 48 000                          | 22                              |
| F7XX-EXXX                                    | 70 000-95 000    | 58 000                          | 22                              |

NOTES:

- (1) The letter "S" will appear after the "F" as part of the classification designation when the flux being classified is a crushed slag or a blend of crushed slag with unused (virgin) flux. The letter "C" will appear after the "E" as part of the classification designation when the electrode being classified is a composite electrode. The letter "X" used in various places in this table stands for, respectively, the condition of heat treatment, the toughness of the weld metal, and the classification of the electrode. See Figure 1U for a complete explanation of the classification designators.
- (2) Minimum requirements. Yield strength at 0.2 percent offset and elongation in 2 in. gage length.

Igualmente comprobando la tabla 1u de ASME II Parte C SFA 5.20 (para E71T-1) con la tabla 11.3.2 mencionada anteriormente, vemos que cumple con los requisitos deseados.

TABLE 1  
AS-WELDED MECHANICAL PROPERTY REQUIREMENTS<sup>a</sup>

| AWS Classification         | Tensile Strength |            | Yield Strength <sup>b</sup> |     | Percent Elongation <sup>c</sup> | Charpy V-Notch Impact Energy <sup>d</sup> |
|----------------------------|------------------|------------|-----------------------------|-----|---------------------------------|---|
|                            | ksi              | MPa        | ksi                         | MPa |                                 |   |
| E7XT-1, -1M <sup>d</sup>   | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | 20 ft-lbf at 0°F (27 J at -18°C)          |
| E7XT-2, -2M <sup>e</sup>   | 70               | 480        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |
| E7XT-3 <sup>e</sup>        | 70               | 480        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |
| E7XT-4                     | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | Not Specified                             |
| E7XT-5, -5M <sup>d</sup>   | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | 20 ft-lbf at -20°F (27 J at -29°C)        |
| E7XT-6 <sup>d</sup>        | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | 20 ft-lbf at -20°F (27 J at -29°C)        |
| E7XT-7                     | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | Not Specified                             |
| E7XT-8 <sup>d</sup>        | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | 20 ft-lbf at -20°F (27 J at -29°C)        |
| E7XT-9, -9M <sup>d</sup>   | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | 20 ft-lbf at -20°F (27 J at -29°C)        |
| E7XT-10 <sup>e</sup>       | 70               | 480        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |
| E7XT-11                    | 70               | 480        | 58                          | 400 | 20                              | Not Specified                             |
| E7XT-12, -12M <sup>d</sup> | 70 to 90         | 480 to 620 | 58                          | 400 | 22                              | 20 ft-lbf at -20°F (27 J at -29°C)        |
| E6XT-13 <sup>e</sup>       | 60               | 415        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |
| E7XT-13 <sup>e</sup>       | 70               | 480        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |
| E7XT-14 <sup>e</sup>       | 70               | 480        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |
| E6XT-G                     | 60               | 415        | 48                          | 330 | 22                              | Not Specified                             |
| E7XT-G                     | 70               | 480        | 58                          | 400 | 22                              | Not Specified                             |
| E6XT-GS <sup>e</sup>       | 60               | 415        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |
| E7XT-GS <sup>e</sup>       | 70               | 480        | Not Specified               |     | Not Specified                   | Not Specified                             |

NOTES:

- a. Single values are minimums.
- b. 0.2% offset.
- c. In 2 in. (50 mm) gage length (see Section 11). In 1 in. (25 mm) gage length for 0.045 in. (1.1 mm) and smaller sizes of EXXT-11 classification.
- d. Electrodes with the following optional supplemental designations shall meet the lower temperature impact requirements specified below:

| AWS Classification | Electrode Designation | Charpy V-Notch Impact Requirements |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------|
| E7XT-1, -1M        | E7XT-1J, -1MJ         | 20 ft-lbf at -40°F (27 J at -40°C) |
| E7XT-5, -5M        | E7XT-5J, -5MJ         | 20 ft-lbf at -40°F (27 J at -40°C) |
| E7XT-6             | E7XT-6J               | 20 ft-lbf at -40°F (27 J at -40°C) |
| E7XT-8             | E7XT-8J               | 20 ft-lbf at -40°F (27 J at -40°C) |
| E7XT-9, -9M        | E7XT-9J, -9MJ         | 20 ft-lbf at -40°F (27 J at -40°C) |
| E7XT-12, -12M      | E7XT-12J, -12MJ       | 20 ft-lbf at -40°F (27 J at -40°C) |

- e. These classifications are intended for single pass welding. They are not for multiple pass welding. Only tensile strength is specified and, for this reason, only transverse tension and longitudinal guided bend tests are required (see Table 3).



## 9.1.RECEPCIÓN

Se revisará que el material de aportación esté de acuerdo con las especificaciones del proyecto para consumibles.

Se dispondrá de las correspondientes tarjetas identificativas: ACEPTADO, EN ESPERA Y RECHAZO, para que una vez realizadas las inspecciones de acuerdo con los criterios que se definen a continuación se cumplimenten con la colocación de las tarjetas adecuada.

Las inspecciones, se realizarán con los siguientes criterios.

- El encargado del almacén, verificará el estado físico del material recibido, y que el mismo, venga acompañado de su correspondiente Certificado de Calidad, el cual, entregará al Departamento de Calidad, quien comprobará que las características fisicoquímicas y ensayos respectivos, cumplen los requisitos establecidos en las Especificaciones. Si alguna de estas condiciones no es conforme, se considerará el material " EN ESPERA".

- Departamento de Calidad, inspeccionará posibles daños sufridos por el material durante el transporte, en especial, roturas en los envoltorios (exterior e interior), señales de humedad en las cajas o de golpes que hagan suponer daño en el revestimiento del material. Se mantendrá siguiendo las instrucciones de los fabricantes.

Si es necesario la utilización de electrodos de bajo contenido en hidrógeno para realizar soldaduras de reparación (como se indica más adelante) se tendrá especial atención a las envolturas, si alguna se encuentra rota, el material se considerará " EN ESPERA" y se recuperará posteriormente con un tratamiento de recuperación para eliminación de humedad, según se indica en el punto 5.3.2 de AWS D1.1

Si se encuentran señales de defectos en el revestimiento de algunos electrodos, el paquete o paquetes afectados, se considerarán "RECHAZOS" y se devolverán al proveedor.



- Verificado el apartado anterior, el Departamento de Calidad, comprobará que las marcas exteriores de los envases, corresponden con la identificación de los Certificados (Nº de colada, lote, etc.,) procediendo a colocar las tarjetas de "ACEPTADO" o "EN ESPERA", según el resultado obtenido.

En todo caso, los materiales serán considerados "EN ESPERA" hasta que se haya realizado la recepción y se hayan cumplimentado los documentos correspondientes.

El material "EN ESPERA" dejará de estarlo cuando se hayan subsanado las causas que originaron la situación. De no solucionarse, el material será "RECHAZADO".

- El departamento de Calidad, será responsable de la verificación de las características físico-químicas y de ensayos registrados en el correspondiente certificado, así como de remitirlo al CLIENTE para su conformidad a la recepción del material de aportación, si procede.

## **9.2.ALMACENAMIENTO**

Una vez recepcionado el material, se guardará en un almacén estableciendo una perfecta separación física, entre los diferentes tipos de material en sus envases de origen. Dentro del almacén se identificarán mediante chapas/etiquetas los electrodos/varillas por su diámetro, colada y tipo. En el almacén habrá una temperatura no inferior a 15° C, la humedad será inferior a 50 %.

## **9.3.DISTRIBUCIÓN**

La distribución del material de aportación se realizará de la forma siguiente:

El encargado de almacén entregará el material de aportación a los soldadores contra los procedimientos que estos le presenten para realizar las soldaduras diarias una vez finalizada la jornada los soldadores el material sobrante lo devolverán al almacén.

El almacenero llevará un control de las coladas del material de aporte en uso, el cual será actualizado permanentemente, de acuerdo con las coladas que salen del Almacén.



## 10. **IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD**

Los materiales y equipos estarán identificados según los códigos indicados en planos, y según sea aplicable para cada caso en particular.

Se asegurará la trazabilidad de los materiales, según el sistema y organización establecido por el Cliente, en los trabajos contratados según los niveles:

- Trazabilidad Nivel 1 “Estructura Especial o Primaria “;

Trazabilidad total, permite conocer el origen de cada uno de los elementos de un conjunto. Existirá una referencia cruzada entre el certificado del material y la identificación de la pieza en los planos. Será de aplicación durante el almacenaje, fabricación, y su mantenimiento después de la finalización de los trabajos.

- Trazabilidad Nivel 2 “Estructura Secundaria”;

Trazabilidad limitada, permite conocer el origen de los elementos durante el periodo de almacenaje y fabricación. No es necesario mantener el registro después de la finalización de los trabajos. Existirá una referencia al certificado de suministro del material empleado.

Según el L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 12- Sec. 1, la identificación de los productos:

*Todos los ítems finalizados estarán claramente marcados por el fabricante en al menos un sitio con la marca del LR con las siguientes particularidades:*

- a) Nombre del fabricante.*
- b) Marca identificativa de grados de acero.*
- c) Número de identificación del material y/o iniciales.*



## **10.1. DESARROLLO**

Esta codificación se mantiene durante las diferentes etapas del sistema productivo.

Las identificaciones se colocarán de forma que sean visibles y, siempre que sea posible por el exterior.

Es función del Almacén identificar y mantener los materiales, elementos, equipos y productos debidamente identificados durante su almacenamiento.

Los talleres de la Sección de Acero, partiendo de la documentación de Ingeniería en la que definen las piezas que formarán las previas, sub-bloques y bloques, llevan a cabo la toma de las improntas de las planchas en los negativos en los que indican: nº de negativo, dimensiones de la pieza, origen y final, nº de colada y/o certificado, calidad del material y marca de la pieza.

Una copia de los negativos se remite a Gestión de Calidad que mantiene su registro para preparar la documentación contractual exigida.

Los sub-bloques y bloques se identifican con la marca definida por la Sección de Acero de la Dirección de Ingeniería.



## **11. COMPROBACIÓN DEL WPS Y PQR DE SOLDADURA.**

Antes de empezar los trabajos se entregarán los procedimientos de soldadura que se van aplicar para su aprobación.

Según el L.R. M.O.U. Parte 4-Ch 8- Sec. 2.2, la especificación del procedimiento de soldadura tiene que contener como mínimo la siguiente información:

- Proceso de soldadura empleado incluyendo técnicas y modos de operación.
- Tipo y grado de acero.
- Detalles de la preparación de bordes y unión.
- Espesor del material base.
- Posición de Soldadura y dirección.
- Detalles concretos de los consumibles de la soldadura, parámetros y las secuencias.
- Pre calentamiento y temperatura de preparación.
- Tratamientos térmicos después de la soldadura.

Todos los procedimientos estarán cualificados según el código AWS D1.1/D1.1M:2002, cumpliendo lo anteriormente citado.

Para la cualificación de un WPS se preparará un PQR “procederé qualification record” mediante una probeta soldada en la que se realizará los ensayos no destructivos y mecánicos (tracción, doblado de cara o raíz) especificados en el punto 4.8 “Methods of Testing and Acceptance Criteria for WPS Qualification” del AWS, y cuyos criterios de aceptación se especifican en la Sección 6 Parte C.

En el WPS se reflejan todas las variables esenciales mostradas en la tabla 4.5 del AWS.

Cualquier modificación en una variable esencial de un WPS será requerido la recualificación del WPS.



SECTION 4. QUALIFICATION

AWS D1.1/D1.1M:2002

**Table 4.5**  
**PQR Essential Variable Changes Requiring WPS Requalification for**  
**SMAW, SAW, GMAW, FCAW, and GTAW (see 4.7.1)**

| Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification  | Process  |   |                            |                            |  |
|--|--|---|----------------------------|----------------------------|--|
|  | SMAW   | SAW   | GMAW                       | FCAW                       | GTAW                                     |
| <b>Filler Metal</b>  |  |   |                            |                            |  |
| 1) Increase in filler metal classification strength  | X  |   | X                          | X                          |  |
| 2) Change from low hydrogen to non-low-hydrogen SMAW electrode   | X  |   |                            |                            |  |
| 3) Change from one electrode or flux-electrode classification to any other electrode or flux-electrode classification <sup>1</sup>   |  | X   |                            | X                          | X  |
| 4) Change to an electrode or flux-electrode classification <sup>7</sup> not covered in:  | AWS A5.1 or A5.5   | AWS A5.17 or A5.23  | AWS A5.18 or A5.28         | AWS A5.20 or A5.29         | AWS A5.18 or A5.28                       |
| 5) Addition or deletion of filler metal  |  |   |                            |                            | X  |
| 6) Change from cold wire feed to hot wire feed or vice versa   |  |   |                            |                            | X  |
| 7) Addition or deletion of supplemental powdered or granular filler metal or cut wire  |  | X   |                            |                            |  |
| 8) Increase in the amount of supplemental powdered or granular filler metal or wire  |  | X   |                            |                            |  |
| 9) If the alloy content of the weld metal is largely dependent on supplemental powdered filler metal, any WPS change that results in a weld deposit with the important alloying elements not meeting the WPS chemical composition requirements |  | X   |                            |                            |  |
| <b>Electrode</b>   |  |   |                            |                            |  |
| 10) Change in nominal electrode diameter by:   | > 1/32 in. [0.8 mm] increase                             | Any increase <sup>2</sup>                                       | Any increase or decrease   | Any increase               | > 1/16 in. [1.6 mm] increase or decrease |
| 11) Change in number of electrodes   |  | X   | X                          | X                          |  |
| 12) Change in tungsten electrode type as shown in AWS A5.12  |  |   |                            |                            | X  |
| <b>Electrical Parameters</b>   |  |   |                            |                            |  |
| 13) A change in the amperage for each diameter used by:  | To a value not recommended by manufacturer               | > 10% increase or decrease                                      | > 10% increase or decrease | > 10% increase or decrease | > 25% increase or decrease               |
| 14) A change in type of current (ac or dc) or polarity and mode of transfer (GMAW only)  |  | Only when using an alloy flux or quenched and tempered material | X                          | X                          |  |
| 15) A change in the voltage for each diameter used by:   | To a value not recommended by the electrode manufacturer | > 7% increase or decrease                                       | > 7% increase or decrease  | > 7% increase or decrease  | > 25% increase or decrease               |

(continued)



**Table 4.5 (Continued)**

| Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification  | Process |                            |                                  |                                  |                                   |
|--|---------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|  | SMAW    | SAW                        | GMAW                             | FCAW                             | GTAW                              |
| <b>Electrical Parameters (cont'd)</b>  |         |                            |                                  |                                  |                                   |
| 16) An increase or decrease in the wire feed speed for each electrode diameter (if not amperage controlled) by:  |         | > 10%                      | > 10%                            | > 10%                            |                                   |
| 17) A change in the travel speed <sup>3</sup> (unless heat input control is required) by:  |         | > 15% increase or decrease | > 25% increase or decrease       | > 25% increase or decrease       | > 50% increase or decrease        |
| 18) An increase in heat input <sup>4</sup> by:   | > 10%   | > 10%                      | > 10%                            | > 10%                            | Any (when CVN tests are required) |
| <b>Shielding Gas</b>   |         |                            |                                  |                                  |                                   |
| 19) A change in shielding gas from a single gas to any other single gas or mixture of gas, or in the specified nominal percentage composition of a gas mixture, or to no gas |         |                            | X                                | X                                | X                                 |
| 20) A change in total gas flow rate by:  |         |                            | Increase > 50%<br>Decrease > 20% | Increase > 50%<br>Decrease > 20% | Increase > 50%<br>Decrease > 20%  |
| 21) A change to a shielding gas not covered in:  |         |                            | AWS<br>A5.18 or A5.28            | AWS<br>A5.20 or A5.29            |                                   |
| <b>SAW Parameters</b>  |         |                            |                                  |                                  |                                   |
| 22) A change of > 10%, or 1/8 in. [3 mm], whichever is greater, in the longitudinal spacing of the arcs  |         | X                          |                                  |                                  |                                   |
| 23) A change of > 10%, or 1/8 in. [3 mm], whichever is greater, in the lateral spacing of the arcs   |         | X                          |                                  |                                  |                                   |
| 24) An increase or decrease of more than 10° in the angular orientation of any parallel electrode  |         | X                          |                                  |                                  |                                   |
| 25) For machine or automatic SAW; an increase or decrease of more than 3° in the angle of the electrode  |         | X                          |                                  |                                  |                                   |
| 26) For machine or automatic SAW, an increase or decrease of more than 5° normal to the direction of travel  |         | X                          |                                  |                                  |                                   |
| <b>General</b>   |         |                            |                                  |                                  |                                   |
| 27) For the PQR groove area, an increase or decrease > 25% in the number of passes <sup>5</sup>  | X       | X                          | X                                | X                                | X                                 |
| 28) A change in position not qualified by Table 4.1  | X       | X                          | X                                | X                                | X                                 |
| 29) A change in diameter, or thickness, or both, not qualified by Table 4.2  | X       | X                          | X                                | X                                | X                                 |
| 30) A change in base metal or combination of base metals not listed on the PQR or qualified by Table 4.7   | X       | X                          | X                                | X                                | X                                 |

(continued)



SECTION 4. QUALIFICATION

AWS D1.1/D1.1M:2002

**Table 4.5 (Continued)**

| Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification  | Process          |                  |                  |                  |   |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
|  | SMAW             | SAW              | GMAW             | FCAW             | GTAW                                    |
| <b>General (cont'd)</b>  |                  |                  |                  |                  |   |
| 31) Vertical Welding: For any pass from uphill to downhill or vice versa   | X                |                  | X                | X                | X                                       |
| 32) A change in groove type (e.g., single-V to double-V), except qualification of any CJP groove weld qualifies for any groove detail conforming with the requirements of 3.12 or 3.13                     | X                | X                | X                | X                | X                                       |
| 33) A change in the type of groove to a square groove and vice versa   | X                | X                | X                | X                | X                                       |
| 34) A change exceeding the tolerances of 3.12, 3.13, 3.13.4, 5.22.4.1, or 5.22.4.2 involving:<br>a) A decrease in the groove angle<br>b) A decrease in the root opening<br>c) An increase in the root face | X                | X                | X                | X                | X                                       |
| 35) The omission, but not inclusion, of backing or backgouging   | X                | X                | X                | X                | X                                       |
| 36) Decrease from preheat temperature <sup>6</sup> by:   | > 25°F<br>[15°C] | > 25°F<br>[15°C] | > 25°F<br>[15°C] | > 25°F<br>[15°C] | > 100°F<br>[55°C]                       |
| 37) Increase from interpass temperature <sup>6</sup> by:   |                  |                  |                  |                  | > 100°F<br>[55°C] if CVN tests required |
| 38) Decrease from interpass temperature <sup>6</sup> by:   | > 25°F<br>[15°C] | > 25°F<br>[15°C] | > 25°F<br>[15°C] | > 25°F<br>[15°C] | > 100°F<br>[55°C]                       |
| 39) Addition or deletion of PWHT   | X                | X                | X                | X                | X                                       |

General Note: An "x" indicates applicability for the process; a shaded block indicates nonapplicability.

Notes:

- The filler metal strength may be decreased without WPS requalification.
- For WPSs using alloy flux, any increase or decrease in the electrode diameter shall require WPS requalification.
- Travel speed ranges for all sizes of fillet welds may be determined by the largest single pass fillet weld and the smallest multiple-pass fillet weld qualification tests.
- These essential variables shall apply only when heat input control is a contract document requirement. Heat input in joules per in. [mm] shall be calculated as  $60EI/V$  where:  
E = PQR voltage  
I = PQR amperage  
V = PQR travel speed (mm/min) for joules per mm, (in./min) for joules per in.
- If the production weld groove area differs from that of the PQR groove area, the number of PQR passes may be changed in proportion to the area without requiring WPS requalification.
- The production welding preheat or interpass temperature may be less than the PQR preheat or interpass temperature provided that the provisions of 5.6 and Table 3.2 are met, and the base metal temperature shall not be less than the PQR temperature at the time of subsequent welding.
- AWS A5M (SI Units) electrodes of the same classification may be used in lieu of the AWS A5 (U.S. Customary Units) electrode classification.



## **11.1. PROCESO DE SOLDADURA EMPLEADO**

En general se usarán los siguientes procesos de soldadura:

- SAW (Sumerged Arc Welding)
- FCAW (Fux Cored Arc Welding)

Aquellos procesos que sean distintos a los listados anteriormente podrán usarse si cumplen los requisitos de los procedimientos y son aprobados por las autoridades.

Según el proceso de soldadura empleado, las variables esenciales aplicables en el WPS son las indicadas en la tabla 4.5 “*variables esenciales*” del punto anterior.

## **11.2. TIPO Y GRADO DE ACERO**

Para la fabricación de la Turret se utiliza un acero de alta resistencia DH36 en la estructura especial y primaria y un DH 32 para estructura secundaria, cuyas características han sido descritas anteriormente en el apartado 6.1 “*Material Base*” Según el AWS D1.1 “Structural Welding Code Steel”, apartado 4.7.3 “Base Metal Qualitification”:

*Los materiales bases listados en la tabla 3.1 que están sujetos a una prueba de cualificación de un WPS cualificará otros grupos de metal base conforme a la tabla 4.8*



SECTION 3. PREQUALIFICATION OF WPSs

AWS D1.1/D1.1M:2002

**Table 3.1**  
**Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength (see 3.3)**

| G<br>r<br>o<br>u<br>p | Steel Specification Requirements |                              |     |               | Filler Metal Requirements |                             |                          |                    |   |  |
|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|---|--|
|                       | Steel Specification              | Minimum Yield Point/Strength |     | Tensile Range | Process                   | AWS Electrode Specification | Electrode Classification |                    |   |  |
|                       |                                  | ksi                          | MPa |               |                           |                             |                          | ksi                | MPa   |  |
| I                     | ASTM A 36                        | (≤3/4 in. [20 mm])           | 36  | 250           | 58-80                     | 400-550                     | SMAW                     | A5.1               | E60XX, E70XX                                    |  |
|                       | ASTM A 53                        | Grade B                      | 35  | 240           | 60 min                    | 415 min                     |                          | A5.5 <sup>3</sup>  | E70XX-X   |  |
|                       | ASTM A 106                       | Grade B                      | 35  | 240           | 60 min                    | 415 min                     |                          |                    |   |  |
|                       | ASTM A 131                       | Grades A, B, CS, D, DS, E    | 34  | 235           | 58-71                     | 400-490                     |                          |                    |   |  |
|                       | ASTM A 139                       | Grade B                      | 35  | 241           | 60 min                    | 414 min                     |                          | A5.17              | F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX,<br>F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX |  |
|                       | ASTM A 381                       | Grade Y35                    | 35  | 240           | 60 min                    | 415 min                     |                          |                    |   |  |
|                       | ASTM A 500                       | Grade A                      | 33  | 228           | 45 min                    | 310 min                     |                          |                    |   |  |
|                       |                                  | Grade B                      | 42  | 290           | 58 min                    | 400 min                     |                          |                    |   |  |
|                       | ASTM A 501                       |                              | 36  | 250           | 58 min                    | 400 min                     |                          | A5.23 <sup>3</sup> | F7XX-EXXX-XX,<br>F7XX-ECXXX-XX                  |  |
|                       | ASTM A 516                       | Grade 55                     | 30  | 205           | 55-75                     | 380-515                     |                          |                    |   |  |
|                       |                                  | Grade 60                     | 32  | 220           | 60-80                     | 415-550                     |                          |                    |   |  |
|                       | ASTM A 524                       | Grade I                      | 35  | 240           | 60-85                     | 415-586                     |                          | GMAW               | A5.18   | ER70S-X, E70C-XC,<br>E70C-XM (Electrodes with the<br>-GS suffix shall be excluded)   |
|                       |                                  | Grade II                     | 30  | 205           | 55-80                     | 380-550                     |                          |                    |   |  |
|                       | *                                |                              |     |               |                           |                             |                          |                    |   |  |
|                       | ASTM A 570                       | Grade 30                     | 30  | 205           | 49 min                    | 340 min                     |                          |                    | A5.28 <sup>3</sup>                              | ER70S-XXX, E70C-XXX  |
|                       |                                  | Grade 33                     | 33  | 230           | 52 min                    | 360 min                     |                          |                    |   |  |
|                       |                                  | Grade 36                     | 36  | 250           | 53 min                    | 365 min                     |                          |                    |   |  |
|                       |                                  | Grade 40                     | 40  | 275           | 55 min                    | 380 min                     |                          |                    |   |  |
|                       |                                  | Grade 45                     | 45  | 310           | 60 min                    | 415 min                     |                          |                    |   |  |
|                       |                                  | Grade 65                     | 35  | 240           | 65-77                     | 450-530                     |                          |                    |   |  |
|                       | ASTM A 573                       | Grade 58                     | 32  | 220           | 58-71                     | 400-490                     |                          |                    | A5.20   | E6XT-X, E6XT-XM,<br>E7XT-X, E7XT-XM<br>(Electrodes with the -2, -2M, -3,<br>-10, -13, -14, and -GS suffix<br>shall be excluded and electrodes<br>with the -11 suffix shall be excluded<br>for thicknesses greater than<br>1/2 in. [12 mm]) |
| ASTM A 709            | Grade 36 (≤3/4 in. [20 mm])      | 36                           | 250 | 58-80         | 400-550                   |                             |                          |                    |   |  |
| API 5L                | Grade B                          | 35                           | 240 | 60            | 415                       |                             |                          |                    |   |  |
|                       | Grade X42                        | 42                           | 290 | 60            | 415                       |                             |                          |                    |   |  |
| ABS                   | Grades A, B, D, CS, DS           |                              |     | 58-71         | 400-490                   |                             |                          |                    |   |  |
|                       | Grade E2                         |                              |     | 58-71         | 400-490                   |                             |                          | A5.29 <sup>3</sup> | E6XTX-X, E6XT-XM,<br>E7XTX-X, E7XTX-XM          |  |

\*ASTM A 529 (min yield 42 ksi) has been deleted.

(continued)



AWS D1.1/D1.1M:2002

SECTION 3. PREQUALIFICATION OF WPSs

**Table 3.1 (Continued)**

| Group                   | Steel Specification Requirements |                              |         |               | Filler Metal Requirements   |  |  |      |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------|---------------|-----------------------------|--|--|------|
|                         | Steel Specification              | Minimum Yield Point/Strength |         | Tensile Range | AWS Electrode Specification | Electrode Classification   | Process  |      |
|                         |                                  | ksi                          | MPa     | ksi           |                             |  |  | MPa  |
| I                       | ASTM A 36                        | 36                           | 250     | 58-80         | 400-550                     | E7015, E7016, E7018, E7028   | SMAW   |      |
|                         | ASTM A 131                       |                              | 315     | 68-85         | 470-585                     |  |  |      |
|                         | Grades AH32, DH32, EH32          | 51                           | 350     | 71-90         | 490-620                     |  |  |      |
|                         | ASTM A 441                       |                              | 40-50   | 275-345       | 60-70                       | 415-485  | E7015-X, E7016-X, E7018-X  | SAW  |
|                         | ASTM A 516                       |                              | 35      | 240           | 65-85                       | 450-585  |  |      |
|                         | Grade 65                         | 38                           | 260     | 70-90         | 485-620                     |  |  |      |
|                         | ASTM A 529                       |                              | 50      | 345           | 70-100                      | 485-690  | F7XX-EXXX, F7XX-BCXXX  | GMAW |
|                         | Grade 50                         | 55                           | 380     | 70-100        | 485-690                     |  |  |      |
|                         | Grade 55                         | 55                           | 380     | 65-90         | 450-620                     |  |  |      |
|                         | ASTM A 537                       |                              | 50      | 345           | 65                          | 450  | ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded) | FCAW |
|                         | ASTM A 570                       |                              | 55      | 380           | 70                          | 480  |  |      |
|                         | ASTM A 572                       |                              | 42      | 290           | 60 min                      | 415 min  |  |      |
|                         | ASTM A 588 <sup>s</sup>          |                              | 50      | 345           | 65 min                      | 450 min  | ER70S-XXX, E70C-XXX  | SAW  |
|                         | ASTM A 595                       |                              | 55      | 380           | 70 min                      | 485 min  |  |      |
|                         | Grade A                          | 55                           | 380     | 70 min        | 485 min                     |  |  |      |
| ASTM A 606 <sup>s</sup> |                                  | 60                           | 415     | 65 min        | 450 min                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| ASTM A 607              |                                  | 45-50                        | 310-340 | 65 min        | 450 min                     |  |  |      |
| Grade 45                | 45                               | 310                          | 60 min  | 410 min       |                             |  |  |      |
| ASTM A 618              |                                  | 50                           | 345     | 65 min        | 450 min                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| ASTM A 633              |                                  | 55                           | 380     | 70 min        | 480 min                     |  |  |      |
| Grades Ib, II, III      | 46-50                            | 315-345                      | 65 min  | 450 min       |                             |  |  |      |
| ASTM A 709              |                                  | 42                           | 290     | 63-83         | 430-570                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| Grade A                 | 50                               | 345                          | 70-90   | 485-620       |                             |  |  |      |
| Grades C, D             | 50                               | 345                          | 70-90   | 485-620       |                             |  |  |      |
| ASTM A 710              |                                  | 36                           | 250     | 58-80         | 400-550                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| ASTM A 808              |                                  | 50                           | 345     | 65 min        | 450 min                     |  |  |      |
| ASTM A 913              |                                  | 50                           | 345     | 70 min        | 485 min                     |  |  |      |
| ASTM A 992              |                                  | 55                           | 380     | 65 min        | 450 min                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| API 2H                  |                                  | 42                           | 290     | 60 min        | 415 min                     |  |  |      |
| Grade 50                | 50                               | 345                          | 65 min  | 450 min       |                             |  |  |      |
| ASTM A 516              |                                  | 50-65                        | 345-450 | 65            | 450                         | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| API 2H                  |                                  | 42                           | 290     | 62-80         | 430-550                     |  |  |      |
| Grade 42                | 50                               | 345                          | 70 min  | 485 min       |                             |  |  |      |
| ASTM A 516              |                                  | 42-67                        | 290-462 | 62 min        | 427 min                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| API 2W                  |                                  | 50-75                        | 345-517 | 65 min        | 448 min                     |  |  |      |
| Grade 50                | 50-80                            | 345-552                      | 70 min  | 483 min       |                             |  |  |      |
| ASTM A 516              |                                  | 42-67                        | 290-462 | 62 min        | 427 min                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| API 2Y                  |                                  | 50-75                        | 345-517 | 65 min        | 448 min                     |  |  |      |
| Grade 42                | 50-80                            | 345-552                      | 70 min  | 483 min       |                             |  |  |      |
| ASTM A 516              |                                  | 50-80                        | 345-552 | 70 min        | 483 min                     | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -I1 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm]) | FCAW   |      |
| API 5L                  |                                  | 52                           | 360     | 66-72         | 455-495                     |  |  |      |
| ABS                     |                                  | 45.5                         | 315     | 71-90         | 490-620                     |  |  |      |
|                         |                                  | 51                           | 350     | 71-90         | 490-620                     |  |  |      |

(continued)



SECTION 3. PREQUALIFICATION OF WPSs

AWS D1.1/D1.1M:2002

Table 3.1 (Continued)

| Group | Steel Specification Requirements |                                  |       |               | Filler Metal Requirements |                             |                                       |
|-------|----------------------------------|----------------------------------|-------|---------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
|       | Steel Specification              | Minimum Yield Point/Strength     |       | Tensile Range | Process                   | AWS Electrode Specification | Electrode Classification              |
|       |                                  | ksi                              | MPa   |               |                           |                             |                                       |
| III   | API 2W                           | Grade 60                         | 60-90 | 414-621       | 75 min                    | 517 min                     | E8015-X, E8016-X, E8018-X             |
|       | API 2Y                           | Grade 60                         | 60-90 | 414-621       | 75 min                    | 517 min                     | F8XX-EXXX-XX,<br>F8XX-ECXXX-XX        |
|       | ASTM A 572                       | Grade 60                         | 60    | 415           | 75 min                    | 515 min                     |                                       |
|       |                                  | Grade 65                         | 65    | 450           | 80 min                    | 550 min                     |                                       |
|       | ASTM A 537                       | Class 2 <sup>1</sup>             | 46-60 | 315-415       | 80-100                    | 550-690                     |                                       |
|       | ASTM A 633                       | Grade E <sup>2</sup>             | 55-60 | 380-415       | 75-100                    | 515-690                     |                                       |
|       | ASTM A 710                       | Grade A, Class 2 ≤ 2 in. [50 mm] | 60-65 | 415-450       | 72 min                    | 495 min                     | ER80S-XXX,<br>E80C-XXX                |
|       | ASTM A 710                       | Grade A, Class 3 > 2 in. [50 mm] | 60-65 | 415-450       | 70 min                    | 485 min                     | E8XTX-X,<br>E8XTX-XM                  |
|       | ASTM A 913 <sup>1</sup>          | Grade 60                         | 60    | 415           | 75 min                    | 520 min                     |                                       |
|       |                                  | Grade 65                         | 65    | 450           | 80 min                    | 550 min                     |                                       |
| IV    | ASTM A 709                       | Grade 70W                        | 70    | 485           | 90-110                    | 620-760                     | E9015-X, E9016-X,<br>E9018-X, E9018-M |
|       | ASTM A 852                       |                                  | 70    | 485           | 90-110                    | 620-760                     | F9XX-EXXX-XX,<br>F9XX-ECXXX-XX        |
|       |                                  |                                  |       |               |                           |                             | ER90S-XXX, E90C-XXX                   |
|       |                                  |                                  |       |               |                           |                             | E9XTX-X, E9XTX-XM                     |

General Notes:

- In joints involving base metals of different groups, either of the following filler metals may be used: (1) that which matches the higher strength base metal, or (2) that which matches the lower strength base metal and produces a low-hydrogen deposit. Preheating shall be in conformance with the requirements applicable to the higher strength group.
- Match API standard 2B (fabricated tubes) according to steel used.
- When welds are to be stress-relieved, the deposited weld metal shall not exceed 0.05 percent vanadium.
- See Tables 2.3 and 2.5 for allowable stress requirements for matching filler metal.
- Filler metal properties have been moved to nonmandatory Annex O.
- AWS A5M (SI Units) electrodes of the same classification may be used in lieu of the AWS A5 (U.S. Customary Units) electrode classification.
- Any of the electrode classifications for a particular Group (located on the right) may be used to weld any of the base metals in that Group (located on the left).

Notes:

- The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A 913 Grade 60 or 65.
- Special welding materials and WPS (e.g., E80XX-X low-alloy electrodes) may be required to match the notch toughness of base metal (for applications involving impact loading or low temperature), or for atmospheric corrosion and weathering characteristics (see 3.7.3).
- Filler metals of alloy group B3, B3L, B4, B4L, B5, B5L, B6, B6L, B7, B7L, B8, B8L, B9, or any BXH grade in AWS A5.5, A5.23, A5.28, or A5.29 are not prequalified for use in the as-welded condition.



**Table 4.8**  
**Table 3.1, Annex M and Unlisted Steels Qualified by PQR (see 4.7.3)**

| PQR Base Metal <sup>1</sup>  | WPS Base Metal Group Combinations Allowed by PQR  |
|--|---|
| Any Group I Steel to Any Group I Steel   | Any Group I Steel to Any Group I Steel  |
| Any Group II Steel to Any Group II Steel   | Any Group I Steel to Any Group I Steel<br>Any Group II Steel to Any Group I Steel<br>Any Group II Steel to Any Group II Steel |
| Any Specific Group III or Annex M Steel to Any Group I Steel   | The Specific PQR Group III or Annex M Steel Tested to Any Group I Steel   |
| Any Specific Group III or Annex M Steel to Any Group II Steel  | The Specific PQR Group III or Annex M Steel Tested to Any Group I or Group II Steel   |
| Any Group III Steel to the Same or Any Other Group III Steel<br><br>or<br>Any Annex M Steel to the Same or Any Other Annex M Steel | Steels shall be of the same material specification, grade/type and minimum yield strength as the Steels listed in the PQR     |
| Any Combination of Group III and Annex M Steels  | Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR   |
| Any Unlisted Steel to <u>Any Unlisted Steel</u> or Any Steel Listed in Table 3.1 or Annex M  | Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR   |

General Notes:

- Groups I through III are found in Table 3.1.
- Reduction in yield strength with increased metal thickness where allowed by the steel specification.



---

### **11.3. DETALLES DE LA PREPARACIÓN DE BORDES Y UNIÓN**

Se necesita cualificar otro procedimiento de soldadura (variable esencial) siempre que exista un cambio excediendo las tolerancias en el bisel según la tabla 3.4 del AWS D1.1/D1.1M:2002, para los distintos procesos (*Ver Anexo 4*).

### **11.4. ESPESOR DEL MATERIAL BASE**

En el AWS D1.1 “Structural Welding Code Steel” tabla 4.2., se especifica el rango cualificado para el espesor soldado.

Como se puede comprobar en la tabla del AWS 4.5, se trata de una variable esencial.



SECTION 4. QUALIFICATION

AWS D1.1/D1.1M:2002

**Table 4.2**  
**WPS Qualification—CJP Groove Welds: Number and Type of Test Specimens and Range of Thickness and Diameter Qualified (see 4.4) (Dimensions in Millimeters)**

| 1. Tests on Plate <sup>1,2</sup>       |   |                           |                           |                           |  |           |  |  |  |
|--|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|-----------|--|--|--|
| Nominal Plate Thickness (T) Tested, mm | Number of Specimens                     |                           |                           |                           | Nominal Plate, Pipe or Tube Thickness <sup>3,4</sup> Qualified, mm |           |  |  |  |
|  | Reduced Section Tension (see Fig. 4.14) | Root Bend (see Fig. 4.12) | Face Bend (see Fig. 4.12) | Side Bend (see Fig. 4.13) | Min  | Max       |  |  |  |
| 3 ≤ T ≤ 10                             | 2                                       | 2                         | 2                         | —                         | 3  | 2T        |  |  |  |
| 10 < T < 25                            | 2                                       | —                         | —                         | 4                         | 3  | 2T        |  |  |  |
| 25 and over                            | 2                                       | —                         | —                         | 4                         | 3  | Unlimited |  |  |  |

| 2. Tests on Pipe or Tubing <sup>1,7</sup> |  |   |                           |                           |                           |  |   |     |           |
|---|--|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|---|-----|-----------|
| Nominal Pipe Size or Diam., mm            | Nominal Wall Thickness, T, mm                | Number of Specimens                     |                           |                           |                           | Nominal Diameter <sup>5</sup> of Pipe or Tube Size Qualified, mm | Nominal Plate, Pipe or Tube Wall Thickness <sup>3,4</sup> Qualified, mm |     |           |
|   |  | Reduced Section Tension (see Fig. 4.14) | Root Bend (see Fig. 4.12) | Face Bend (see Fig. 4.12) | Side Bend (see Fig. 4.13) |  | Min   | Max |           |
| Job Size Test Pipes                       | < 600  | 3 ≤ T ≤ 10                              | 2                         | 2                         | 2                         | —  | Test diam. and over   | 3   | 2T        |
|   |  | 10 < T < 20                             | 2                         | —                         | —                         | 4  | Test diam. and over   | T/2 | 2T        |
|   |  | T ≥ 20                                  | 2                         | —                         | —                         | 4  | Test diam. and over   | 10  | Unlimited |
| Job Size Test Pipes                       | ≥ 600  | 3 ≤ T ≤ 10                              | 2                         | 2                         | 2                         | —  | Test diam. and over   | 3   | 2T        |
|   |  | 10 < T < 20                             | 2                         | —                         | —                         | 4  | 600 and over  | T/2 | 2T        |
|   |  | T ≥ 20                                  | 2                         | —                         | —                         | 4  | 600 and over  | 10  | Unlimited |
| Standard Test Pipes                       | 50 mm OD × 6 mm WT or 75 mm OD × 6 mm WT     |   | 2                         | 2                         | 2                         | —  | 20 through 100  | 3   | 20        |
|   | 150 mm OD × 14 mm WT or 200 mm OD × 12 mm WT |   | 2                         | —                         | —                         | 4  | 100 and over  | 5   | Unlimited |

| 3. Tests on ESW and EGW <sup>1,8</sup> |   |  |                           |           |                                   |      |  |  |  |
|--|---|--|---------------------------|-----------|-----------------------------------|------|--|--|--|
| Nominal Plate Thickness Tested         | Number of Specimens                     |  |                           |           | Nominal Plate Thickness Qualified |      |  |  |  |
|  | Reduced Section Tension (see Fig. 4.14) | All-Weld-Metal Tension (see Fig. 4.18) | Side Bend (see Fig. 4.13) | CVN Tests | Min                               | Max  |  |  |  |
| T                                      | 2                                       | 1                                      | 4                         | (Note 6)  | 0.5T                              | 1.1T |  |  |  |

Notes:

- All test plate, pipe or tube welds shall be visually inspected (see 4.8.1) and subject to NDT (see 4.8.2). One test plate, pipe or tube shall be required for each qualified position.
- See Figures 4.10 and 4.11 for test plate requirements.
- For square groove welds that are qualified without backgouging, the maximum thickness qualified shall be limited to the test plate thickness.
- CJP groove weld qualification on any thickness or diameter shall qualify any size of fillet or PJP groove weld for any thickness.
- Qualification with any pipe diameter shall qualify all box section widths and depths.
- When specified, CVN tests shall conform to Annex III.
- See Table 4.1 for the groove details required for qualification of tubular butt and T-, Y-, K-connection joints.
- See Figure 4.9 for plate requirements.



## 11.5. POSICIÓN DE SOLDADURA Y DIRECCIÓN

En el AWS D1.1 “Structural Welding Code Steel” tabla 4.1., se especifica las posiciones cualificadas en cada caso.

AWS D1.1/D1.1M:2002

SECTION 4. QUALIFICATION

**Table 4.1**  
**WPS Qualification—Production Welding Positions Qualified by Plate, Pipe, and Box Tube Tests (see 4.3)**

| Qualification Test                   | Production Plate Welding Qualified |                 |                  |          | Production Pipe Welding Qualified |          |             |          | Production Box Tube Welding Qualified |          |             |          |                     |          |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------|----------|-----------------------------------|----------|-------------|----------|---------------------------------------|----------|-------------|----------|---------------------|----------|
|                                      | Weid Type                          | Positions       | Groove           |          | Fillet <sup>9</sup>               |          | Butt-Groove |          | Fillet <sup>9</sup>                   |          | Butt-Groove |          | Fillet <sup>9</sup> |          |
|                                      |                                    |                 | CJP              | PJP      | CJP                               | PJP      | CJP         | PJP      | CJP                                   | PJP      | CJP         | PJP      | CJP                 | PJP      |
| P<br>L<br>A<br>T<br>E                | CJP<br>Groove <sup>1</sup>         | 1G <sup>2</sup> | F                | F        | F                                 | F        | F           | F        | F                                     | F        | F           | F        | F                   | F        |
|                                      |                                    | 2G <sup>2</sup> | F, H             | F, H     | F, H                              | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                                  | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                | F, H     |
|                                      |                                    | 3G <sup>2</sup> | V                | V        | V                                 | V        | V           | V        | V                                     | V        | V           | V        | V                   | V        |
|                                      |                                    | 4G <sup>2</sup> | OH               | OH       | OH                                | OH       | OH          | OH       | OH                                    | OH       | OH          | OH       | OH                  | OH       |
| T<br>U<br>B<br>E                     | Fillet <sup>1</sup>                | 1F              | F                | F        | F                                 | F        | F           | F        | F                                     | F        | F           | F        | F                   | F        |
|                                      |                                    | 2F              | F, H             | F, H     | F, H                              | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                                  | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                | F, H     |
|                                      |                                    | 3F              | V                | V        | V                                 | V        | V           | V        | V                                     | V        | V           | V        | V                   | V        |
|                                      |                                    | 4F              | OH               | OH       | OH                                | OH       | OH          | OH       | OH                                    | OH       | OH          | OH       | OH                  | OH       |
| T<br>U<br>B<br>E<br>L<br>L<br>A<br>R | CJP<br>Groove                      | 1G Rotated      | F                | F        | F                                 | F        | F           | F        | F                                     | F        | F           | F        | F                   | F        |
|                                      |                                    | 2G              | F, H             | F, H     | F, H                              | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                                  | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                | F, H     |
|                                      |                                    | 5G              | F, V, OH         | F, V, OH | F, V, OH                          | F, V, OH | F, V, OH    | F, V, OH | F, V, OH                              | F, V, OH | F, V, OH    | F, V, OH | F, V, OH            | F, V, OH |
|                                      |                                    | (2G + 5G)       | All              | All      | All                               | All      | All         | All      | All                                   | All      | All         | All      | All                 | All      |
|                                      |                                    | 6G              | All              | All      | All                               | All      | All         | All      | All                                   | All      | All         | All      | All                 | All      |
|                                      |                                    | 6GR             | All <sup>4</sup> | All      | All                               | All      | All         | All      | All                                   | All      | All         | All      | All                 | All      |
|                                      | Fillet                             | 1F Rotated      | F                | F        | F                                 | F        | F           | F        | F                                     | F        | F           | F        | F                   | F        |
|                                      |                                    | 2F              | F, H             | F, H     | F, H                              | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                                  | F, H     | F, H        | F, H     | F, H                | F, H     |
|                                      |                                    | 2F Rotated      | F, V, OH         | F, V, OH | F, V, OH                          | F, V, OH | F, V, OH    | F, V, OH | F, V, OH                              | F, V, OH | F, V, OH    | F, V, OH | F, V, OH            | F, V, OH |
|                                      |                                    | 4F              | All              | All      | All                               | All      | All         | All      | All                                   | All      | All         | All      | All                 | All      |
|                                      |                                    | 5F              | All              | All      | All                               | All      | All         | All      | All                                   | All      | All         | All      | All                 | All      |
|                                      |                                    |                 |                  |          |                                   |          |             |          |                                       |          |             |          |                     |          |

**Qualifies Plug/Slot Welding for Only the Positions Tested**

CJP—Complete Joint Penetration  
PJP—Partial Joint Penetration

Notes:

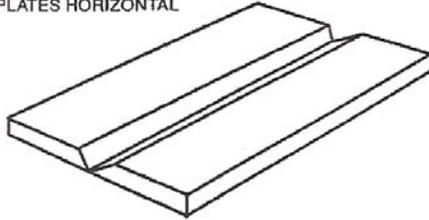
1. Qualifies for a welding axis with an essentially straight line, including welding along a line parallel to the axis of circular pipe.
2. Qualifies for circumferential welds in pipes equal to or greater than 24 in. (600 mm) nominal outer diameter.
3. Production butt joint details without backing or backgouging require qualification testing of the joint detail shown in Figure 4.24.
4. Limited to prequalified joint details (see 3.12 or 3.13).
5. For production joints of CJP T, Y, and K-connections that conform to either Figure 3.8, 3.9, or 3.10 and Table 3.6, use Figure 4.27 detail for testing. For other production joints, see 4.12.4.1.
6. For production joints of CJP T, Y, and K-connections that conform to Figure 3.6, and Table 3.6, use Figure 3.6, and Table 3.6, use Figure 4.27 and 4.28 detail for testing, or alternatively, test the Figure 4.27 joint and cut macroetch specimens from the corner locations shown in Figure 4.28. For other production joints, see 4.12.4.1.
7. For production joints of PJP T, Y, and K-connections that conform to Figure 3.5, use either the Figure 4.24 or Figure 4.25 detail for testing.
8. For matched box connections with corner radii less than twice the chord member thickness, see 3.12.4.1.
9. Fillet welds in production T, Y, or K-connections shall conform to Figure 3.2. WPS qualification shall conform to 4.11.



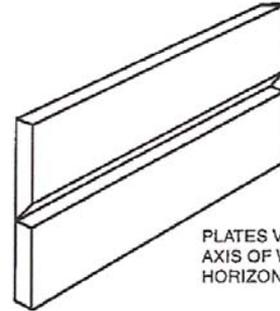
SECTION 4. QUALIFICATION

AWS D1.1/D1.1M:2002

PLATES HORIZONTAL

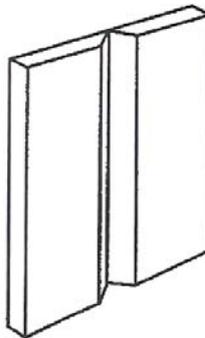


(A) FLAT WELDING TEST POSITION 1G



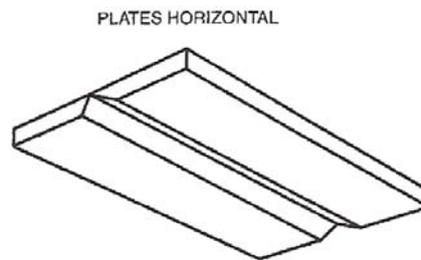
PLATES VERTICAL;  
AXIS OF WELD  
HORIZONTAL

(B) HORIZONTAL WELDING TEST POSITION 2G



PLATES VERTICAL;  
AXIS OF WELD  
VERTICAL

(C) VERTICAL WELDING TEST POSITION 3G



PLATES HORIZONTAL

(D) OVERHEAD WELDING TEST POSITION 4G

Figure 4.3—Positions of Test Plates for Groove Welds (see 4.2.4)

Cuando la cualificación se realiza mediante una soldadura a penetración, también quedará cualificada para soldadura a filete.

En el caso de realizarse la cualificación mediante una soldadura a filete, no cubrirá la soldadura a penetración.



---

## **11.6. PRECALENTAMIENTO Y TEMPERATURA DE PREPARACIÓN**

La Temperatura del metal base previo a la soldadura estará por encima de la temperatura mínima especificada en todas las direcciones del punto de soldadura en una distancia de por lo menos el espesor del material a soldar, pero en ningún caso inferior a 75 mm

Cuando se sueldan materiales diferentes, la mínima temperatura de precalentamiento será la más alta requerida por el material a soldar.

La temperatura del calentamiento se chequeará con lápices indicadores de temperatura, pirómetros etc. Para asegurar que la temperatura requerida es obtenida y uniformemente mantenida durante la operación de soldadura.



## 11.7. TRATAMIENTOS TÉRMICOS DESPUES DE LA SOLDADURA

Según el L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 13- Sec. 8 tabla 13.8.1, la temperatura requerida para realizar el tratamiento térmico posterior esta entre 580 – 620 °C. Este tratamiento térmico se aplicará cuando el espesor de la chapa exceda los 65 mm (según L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 13 Sec. 2.3.4).

Table 13.8.1 Recommended temperatures for post weld heat treatment

| Type of steel   | Temperature range °C |
|---|----------------------|
| Carbon-manganese  | 580 to 620           |
| Fine grained and low Nickel   | 580 to 620           |
| 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> % Nickel  | 580 to 600           |
| 9% Nickel   | 560 to 580           |
| 12 to 17% chromium martensitic  | 700 to 790           |
| NOTE<br>For most structural steels the soaking period is to be 2,5 minutes per mm of section thickness, with a minimum of 60 minutes. |                      |

El tiempo de mantenimiento de la temperatura requerida será de 2.5 minutos por mm de espesor, con un tiempo mínimo de 60 minutos

Antes de realizar un tratamiento térmico posterior, si la especificación lo requiere, debe existir un WPS incluyendo las condiciones del tratamiento térmico y las tolerancias indicadas en la tabla 4.5 “*variables esenciales*”.

El tratamiento térmico debe estar acompañado por un método de calentamiento adecuado, el cual garantizará la deseada tasa de calentamiento y enfriamiento, la temperatura requerida por el material, la uniformidad y control de la misma.

El material base y la soldadura estarán libres de grasa, aceite o cualquier residuo que al calentarse pueda dañar a los materiales.



## **12. COMPROBACIÓN DE HOMOLOGACIÓN DE SOLDADORES.**

Todos los soldadores serán cualificados antes del comienzo del trabajo de acuerdo al AWS D1.1 y a los requerimientos de la especificación.

El Departamento de Calidad será responsable de presenciar y certificar que las homologaciones se realizan de acuerdo con los procedimientos aprobados.

Será también responsable de que se usen los materiales base y de aportación adecuados.

El sitio donde hay que realizar la homologación debe ser un lugar que reúna las condiciones adecuadas. Por lo tanto, no se podrá hacer ninguna homologación con lluvia, viento y demás agentes atmosféricos que puedan repercutir, en la buena ejecución de las soldaduras.

### **12.1. PROCESO DE HOMOLOGACIÓN**

El material base utilizado será el permitido por AWS para el Procedimiento de Soldadura correspondiente (WPS).

La preparación del material (ángulo de chaflán y otros detalles), estarán de acuerdo con lo especificado en el WPS correspondiente.

Los bordes o superficies de partes a soldar serán preparados por medios mecánicos, los cuales no produzcan un endurecimiento o tensiones superficiales en la probeta.

Las probetas, así como las posiciones de soldaduras serán las indicadas en el Código AWS.

Se identificarán las probetas con el WPS aplicable la posición y clave del soldador. Posición de Soldeo. Fecha de realización.

Los soldadores que hayan sido homologados se les permitirán ejecutar cualquier soldadura del proyecto de acuerdo con sus cualificaciones.

Se asignará un número único de identificación a cada soldador cualificado, es tarea del soldador marcar cada trabajo. Si un soldador abandona su trabajo su número se cancelará asegurando q no pueda ser reutilizado por ningún otro soldador.



## **13. SOLDADURA**

Los tipos de soldadura más utilizados durante la fabricación y el montaje son: soldadura a cuello y soldadura a tope.

Para la correcta ejecución de la soldadura se tendrá en cuenta los criterios descritos a continuación según el *L.R. M.O.U. Parte 4-Ch 8- Sec. 2.*

### **13.1. SOLDADURA A TOPE**

Se evitarán los cambios bruscos de las secciones en las planchas de diferente espesor.

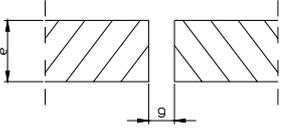
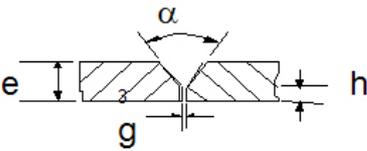
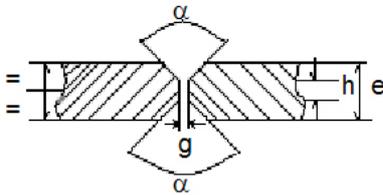
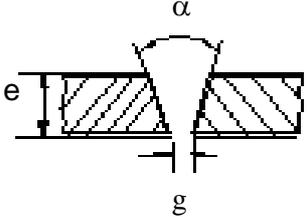
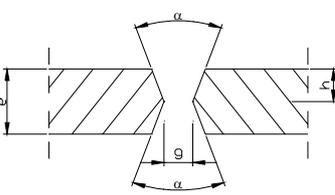
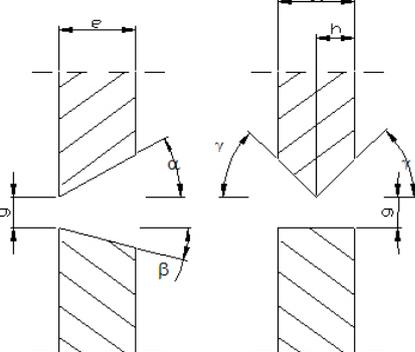
Si la diferencia de espesores de las planchas excede de 3 mm, la plancha más gruesa a soldar será preparada con una transición que no exceda 1 en 3.

Si la diferencia de espesor es menor de 3 mm la transición se consigue con el grosor de la soldadura.

Para asegurar una penetración completa en las soldaduras a tope, es conveniente biselar los bordes de las chapas.



### Preparación para la soldadura a tope (Convencional y por una cara)

|                         | Tipo de preparación   | Tolerancia  | Aplicaciones (procedimientos)                                       |
|-------------------------|---|---|---|
| <b>Soldadura a Tope</b> |    | $e \leq 15$<br>$0 < g < 0,5$  | Arco sumergido SAW<br><br>(Posición horizontal 1G)                  |
|                         |    | $16 \leq e \leq 19$<br>$g \leq 1$<br>$3 \leq h \leq 6$<br>$55^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ$  |   |
|                         |    | $e \geq 10$<br>$g \leq 1$<br>$3 \leq h \leq 6$<br>$55^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ$  |   |
|                         |   | $e \geq 8$<br>$g \leq 8$<br>$35^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$  | Semiautomática, SAW<br><br>Semiautomática + Arco sumergido FCAW+SAW |
|                         |  | $e \geq 20$<br>$g \leq 8$<br>$\frac{1}{3} e \leq h \leq \frac{1}{2} e$  | (Todas posiciones excepto cornisa 2G)                               |
|                         |  | $e \geq 8$<br>$e_1 \geq 20$<br>$g \leq 8$<br>$\frac{1}{3} e \leq h \leq \frac{1}{2} e$<br>$25^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$<br>$15^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$<br>$45^\circ \leq \gamma \leq 50^\circ$ | Semiautomática (Posición cornisa 2G)                                |

NOTA: Ver también los procedimientos de soldadura aprobados



---

## **13.2. SOLDADURA EN ANGULO**

La conexión en T se hará generalmente por medio de soldadura a cuello en ambos lados de la plancha.

La soldadura a cuello deberá ser continua en todos los casos definidos en la Sec 2.11.11 Ch 8 Parte 4 Lloyds Register L.R. M.O.U.

La soldadura discontinua se usará para partes estructurales secundarias y en casos que no estén definidos en el apartado 2.11.11

Existen casos en que la soldadura en ángulo, por condiciones de resistencia, que vaya a penetración total, por lo que será necesario biselar la plancha.



**Preparación para la soldadura a cuello (penetración total y penetración profunda)**

|                             | <b>Tipo de preparación</b> | <b>Tolerancia</b>   | <b>Aplicaciones (procedimientos)</b>                       |
|-----------------------------|----------------------------|---|--|
| <b>Convencional</b>         |                            | $g \leq 3$  | <p>Todos los procedimientos<br/>(Todas las posiciones)</p> |
|                             |                            | $g \leq 3$<br>$40^\circ \leq \alpha \leq 50^\circ$  |  |
| <b>Penetración Profunda</b> |                            | $g \leq 3$<br>$40^\circ \leq \alpha \leq 50^\circ$  |  |
|                             |                            | $3 \leq g \leq 8$<br>$40^\circ \leq \alpha \leq 50^\circ$   |  |
| <b>Total penetración</b>    |                            | $e \geq 20$<br>$3 \leq g \leq 8$<br>$\frac{1}{3} e \leq h \leq \frac{1}{2} e$<br>$40^\circ \leq \alpha \leq 50^\circ$ |  |
|                             |                            |   |  |



---

### **13.3. CONTROL DE SOLDADURA**

El control de los trabajos de soldadura se lleva a través de las hojas de soldadura.

Previo al inicio de los mismos se indicará: la unión, material, proceso con que se va a soldar, posición en que se tiene que realizar la soldadura y procedimiento aplicable tanto WPS como PQR. En el caso en que se compruebe que no existe un procedimiento aplicable para alguna soldadura, o algún soldador que su rango de cualificación no alcance la soldadura que tiene que realizar, se procederá a la cualificación del procedimiento y del soldador.

Según se van realizando las mismas con el fin de llevar la trazabilidad del material, en los casos en que aplica, se incluirá la colada del material base y la del material de aportación.

Así mismo se indica el nº de soldador o soldadores que han realizado la costura y el nº de informe de END (ensayo no destructivo) que se le ha realizado a la soldadura.

*Ver hojas de soldaduras en Anexo 2*



## 14. INSPECCIONES Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Las inspecciones se realizarán de acuerdo a los procedimientos de las técnicas aplicables, a probados y con la extensión y criterios de aceptación y rechazo indicados a continuación:

### 14.1. EXTENSIÓN DE INSPECCIONES

La estructura del buque, se clasifica en dos áreas:

**Estructura Offshore:** La turret y las conexiones entre la misma y el buque. El criterio de extensión de ensayos no destructivos para esta área, es el siguiente:

| CATEGORIA  | TIPOS DE SOLDADURA (2) | INSPECCIÓN VISUAL | RADIOGRAFÍAS | ULTRASONIDOS | PARTICULAS MAGNÉTICAS(3) |
|------------|------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------------------|
| ESPECIAL   | FP, A TOPE             | 100%              | 50% (1)      | 50% (1)      | 100%                     |
|            | FP, EN T               | 100%              | -            | 100%         | 100%                     |
|            | PP o F, EN TE          | 100%              | -            | -            | 100%                     |
|            | ESPERILADO             | 100%              | -            | -            | 100%                     |
|            | ARCO AIRE              | 100%              | -            | -            | -                        |
| PRIMARIA   | FP, A TOPE             | 100%              | 20% (1)      | 40%          | 20%                      |
|            | FP, EN T               | 100%              | -            | 20%          | 20%                      |
|            | PP o F, EN TE          | 100%              | -            | -            | 10%                      |
|            | ARCO AIRE              | 100%              | -            | -            | -                        |
| SECUNDARIA | FP, A TOPE             | 100%              | 5% (1)       | -            | 5%                       |
|            | FP, EN T               | 100%              | -            | 5%           | 5%                       |
|            | PP o F, EN TE          | 100%              | -            | -            | 5%                       |

F.P.- Soldadura a penetración total

P.P.- Soldadura a penetración parcial

F.- Soldadura a filete

Notas:

- 1) La inspección radiográfica y por ultrasonido deberá cubrir el 100% de la longitud de la soldadura. Para chapas de espesor inferior a 12.5mm, se realizará el 100% de radiografías y el 0% de ultrasonidos. Para chapas de espesor superior a 30mm se realizará el 100% de ultrasonido y el 0% de radiografías. Para chapa



de espesor comprendido entre 10 y 30mm el porcentaje requerido podrá ser cubierto por cualquier combinación de porcentajes de radiografías o ultrasonidos indistintamente, previo acuerdo con el Cliente.

- 2) Si la soldadura final está esmerilada, la inspección se ejecutará después del esmerilado.
- 3) Se adoptará la técnica de Líquidos Penetrantes para materiales no ferromagnéticos.

**Estructura NO-Offshore:** Para el resto del buque. El criterio de extensión de ensayos no destructivos, estará de acuerdo con la Reglamentación de la Sociedad Clasificadora, establecida como de Categoría Secundaria indicada en cuadro anterior.



## **14.2. INSPECCIÓN VISUAL**

### **14.2.1. REALIZACION**

La inspección Visual deberá llevarse a cabo en los siguientes pasos de la Producción:

- Después de cortar los bordes
- Montaje antes del primer paso
- Continuación de cualquier preparación de la parte trasera de una soldadura antes de la segunda parte para soldar (excavar, esmerilar o máquina)
- Seguimiento de la terminación de la soldadura
- Inspección final de los detalles completados.

La inspección Visual será realizada por una persona familiarizada con los requerimientos de soldadura. La inspección se llevará a cabo a simple vista. El equipo de medida será el apropiado para este específico propósito. La zona de inspección debe estar bien iluminada, no debe tener grasa, suciedad, restos de escoria, o cualquier capa protectora.

### **14.2.2. REQUERIMIENTOS**

*(Según el Lloyds Register L.R. M.O.U. Parte 4-Ch 8- Sec. 6)*

#### **14.2.2.1. BORDES A SOLDAR**

Los bordes a soldar no podrán tener picaduras, desgarrones, grietas, láminas o cualquier discontinuidad que pudiera afectar la calidad de la superficie a soldar. Debe estar libre de costras, óxidos, grasas y otros materiales que pudiera afectar a la soldadura o producir desagradables humos.



#### 14.2.2.2. DESPUES DEL MONTAJE

La desalineación de los bordes de chapas en soldadura a tope no debe exceder de los siguientes valores:

|                   |              |
|-------------------|--------------|
| Zonas Especiales  | 0.10t o 3 mm |
| Zonas Primarias   | 0.15t o 3 mm |
| Zonas Secundarias | 0.20t o 4 mm |

Donde t = el menos espesor de las planchas

Los bordes fuera de alineación de las planchas no continuas, en uniones cruciformes no excederán de los siguientes valores:

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| Zonas Especiales  | 0.2t o 4 mm |
| Zonas Primarias   | 0.3t o 4 mm |
| Zonas Secundarias | 0.5t o 5 mm |

Donde t = menor espesor entre dos planchas no continuas

La deformación de las planchas en el punto medio entre dos refuerzos o dos puntos de apoyo no excederá de los siguientes valores:

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Estructura especial   | S/200        |
| Estructura primaria   | S/130 o t mm |
| Estructura secundaria | S/80 o t mm  |

Donde S = distancia entre refuerzos o puntos de apoyo

t = espesor de la plancha



---

### 14.2.2.3. DURANTE EL PROCESO DE SOLDADURA

Se comprobará que se aplica el adecuado W.P.S. y que éste se utiliza correctamente.

También, se comprobará que los soldadores que intervienen en el proceso de soldeo están debidamente calificados para hacerlo.

### 14.2.2.4. SOLDADURA TERMINADA

Después de completar la soldadura, la inspección Visual se llevará a cabo. Incluirá pero no restringirá las siguientes medidas y/o evaluaciones:

- Tamaño de soldadura
- Refuerzo
- Penetración (orificio)
- Acabado de la Superficie
- Soldaduras de filetes simétricas
- Mordeduras
- Entallas
- Proyecciones
- Cebados de arco
- Solapes en frío
- Desalineación

El criterio de aceptación será según se indica en el código *AWS D1.1/D1.1M:2002* (*Table 6.1 Pag 218 “Visual Inspection Acceptance Criteria”*)



| DEFECTOS  | Conexiones no-tubulares bajo carga estática | Conexiones no-tubulares bajo carga dinámica | Conexiones tubulares bajo cualquier tipo de carga |
|---|---|---|---|
| <b>Grietas</b> (no permitidas)  | X   | X   | X   |
| <b>Faltas de fusión</b> (no permitidas)   | X   | X   | X   |
| <b>Crater</b><br>Cualquier tipo de crater debe ser rellenado por soldadura, excepto en los finales de soldadura a solape intermitentes y fuera de su longitud efectiva  | X   | X   | X   |
| <b>Falta de Longitud</b><br>Se permitirán las siguientes faltas de longitud en soldadura<br>Longitud Nominal                      Falta de longitud<br><= 5mm                                <= 2mm<br>6mm                                    <= 2.5mm<br>>= 8mm                                <= 3mm<br>En cualquier caso, la falta de longitud ha de ser menos que el 10% de la longitud | X   | X   | X   |
| <b>Mordeduras</b><br>a) Para materiales con un espesor menor de 25mm las mordeduras no deben exceder de 1mm de profundidad, salvo que estas sean como máximo de 2mm de profundidad y su longitud acumulada sea menos de 50mm en un tramo de 300mm de soldadura. Si el espesor del material es mayor de 25mm las mordeduras no deben exceder de 2mm de profundidad en ninguna longitud       | X   |   |   |
| b) En uniones primarias las mordeduras no deben exceder de 0.25mm de profundidad cuando la soldadura se va a someter a esfuerzos transversales. En cualquier otro caso no debe exceder 1mm de profundidad   |   | X   | X   |
| <b>Porosidad</b><br>a) No se permite porosidad en uniones a tope que estén sometidas a esfuerzos transversales a la soldadura. Para el resto de uniones la suma de diámetro de los poros (solo se consideran los que exceden de 1mm de diámetro), no debe exceder de 10mm por cada 25mm de soldadura. Tampoco debe de exceder de 20mm por cada 300mm de cordón.                             | X   |   |   |
| b) Los grupos de poros no pueden ser más de 1 por cada 100mm de soldadura y el máximo diámetro permitido es de 2.5mm. Excepción: En soldaduras a solape en uniones de refuerzos a almas de vigas la suma de los diámetros de los poros no deben exceder los 10mm por cada 25mm de soldadura y 20mm en cada 300mm de soldadura.  |   | X   | X   |
| c) No se permite porosidad en uniones a tope que estén sometidas a esfuerzos transversales a la soldadura. Para el resto de uniones la frecuencia de la porosidad no debe exceder de 1 por cada 100mm de longitud de cordón, y el diámetro máxima de un poro no puede exceder de 2.5  |   | X   | X   |



## 14.3. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Según el L.R. M.O.U. Parte 2-Ch 13- Sec. 9, las inspecciones se llevarán a cabo de acuerdo a las especificaciones de fabricación y a los procedimientos de END.

Los ensayos no destructivos se realizarán según el ASME V

### 14.3.1. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los criterios de aceptación para la estructura estarán de acuerdo a L.R. M.O.U

#### 14.3.1.1. PARTICULAS MAGNÉTICAS

Según el L.R. M.O.U., los criterios de aceptación de partículas magnéticas son los mismo que aplican para inspección visual (*Tabla 6.1 - Criterios de aceptación inspección visual*)

#### 14.3.1.2. LÍQUIDOS PENETRANTES

Según el L.R. M.O.U., los criterios de aceptación de líquidos penetrantes son los mismo que aplican para inspección visual (*Tabla 6.1 - Criterios de aceptación inspección visual*)

#### 14.3.1.3. ULTRASONIDO

| INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO  |                |                |                  |
|---|----------------|----------------|------------------|
| TIPO DE DEFECTO   | CATG. ESPECIAL | CATG. PRIMARIA | CATG. SECUNDARIA |
| Altura de Eco por encima del nivel de referencia.   | 50%            | 100%           | 100%             |
| Longitud max. Mm, (1)   | T / 3, max 10  | T / 2, max 10  | T , max 20       |
| Las fisuras transversales a la dirección de la soldadura no son aceptables siempre que la altura del eco este por encima del 20% del nivel de referencia.       |                |                |                  |
| <b>Notas:</b><br>(1) La longitud se define como la distancia recorrida en donde la indicación alcanza o pasa el porcentaje establecido del nivel de referencia. |                |                |                  |



### 14.3.1.4. RADIOGRAFIA

| INSPECCIÓN RADIOGRAFIA   |   |                   |                    |
|--|---|-------------------|--------------------|
| TIPO DE DEFECTO  | CATG. ESPECIAL  | CATG. PRIMARIA    | CATG. SECUNDARIA   |
| <b>Porosidad (1) (2)</b>   |   |                   |                    |
| <u>Aislada</u> ; mayor diámetro. mm  | T / 5, max 4  | T / 4, max 6      | T / 3, max 6       |
| <u>Agrupada</u> ; mayor diámetro mm  | 2   | 3                 | 4                  |
| Max. Longitud del área de poros proyectada, mm   | 20  | 25                | 30                 |
| <b>Inclusión de escoria (1) (3) (4)</b>  |   |                   |                    |
| Ancho max. Mm  | T / 5, max 4  | T / 4, max 6      | T / 3, max 6       |
| Longitud max., mm  | t   | 2t                | 4t                 |
| <b>Penetración incompleta (5) (6)</b>  | No aceptable en conexiones donde sea requerida la penetración total | $\leq t$ , max 25 | $\leq 2t$ , max 50 |
| Longitud mm  |   |                   |                    |
| <b>Falta de fusión (5) (6)</b>   | No aceptable  | No aceptable      | $\leq 2t$ , max 50 |
| Longitud, mm   |   |                   |                    |
| <b>Fisuras</b>   | No aceptable  | No aceptable      | No aceptable       |
| <b>Notas:</b>  |   |                   |                    |
| <p>(1) SI la distancia entre defectos similares (poros o escoria) es menor que el tamaño del mayor de los defectos, se deben considerar como un solo y continuo defecto. Si la cantidad de poros y escoria pudiese enmascarar otros defectos, el examen debe ser suplementado por otra inspección radiográfica o ultrasonidos</p> <p>(2) Si la distancia entre poros es menor de tres veces el diámetro del mayor, se consideran que forman una línea o grupo. Los poros en línea o grupo no deben estar abiertos a la superficie de la soldadura.</p> <p>(3) Los defectos cuyas longitudes en la dirección de la soldadura excedan tres veces su ancho serán considerados una línea, si la distancia entre la líneas de escoria es menor de 3 veces la mayor sección transversal del defecto, las líneas se consideraran como un solo defecto</p> <p>(4) Si se detectasen líneas de escoria paralelas en la inspección, se suplementará esta por inspección de ultrasonidos.</p> <p>(5) Los defectos en línea donde la distancia entre los defectos sea menos que el mayor defecto, serán considerados como un solo defecto.</p> <p>(6) No abierta a la superficie. Para la penetración incompleta, falta de fusión en cara de raíz en soldaduras para las cuales no es requerida la soldadura de la segunda cara, consultar tabla de Inspección visual</p> |   |                   |                    |



## **15. REPARACIÓN DE SOLDADURAS**

Procesos de reparación para corregir los defectos de armado y los producidos por la soldadura:

### **15.1. REPARACION DE BORDES OXICORTADOS**

Operaciones que comprende:

- a) Tipo de material.
- b) Limpieza de la zona afectada.
- c) Pre calentamiento (en función del espesor).
- d) Soldadura (Procedimientos y consumibles adecuados).
- e) Acabado y limpieza de la soldadura.

### **15.2. REPARACION POR EXCESIVO ENTREHIERRO O RECRECIDO DE PLANCHAS**

Los recrecidos con soldadura se realizarán según lo recogido en el Estándar de Calidad, y con los Procedimientos y consumibles adecuados para cada tipo de metal base. Para poder realizarlos deberán ser aprobados y llevar el V°B° de Soldadura y/o Gestión de Calidad.

- a) Las juntas a tope podrán repararse por procedimientos como:.

SMAW- Soldadura manual con electrodo recubierto

FCAW - Soldadura semiautomática con atmósfera protectora.

SAW - Soldadura por arco sumergido.

También es posible realizar la reparación soldando por una sola cara con respaldo temporal o permanente.

- b) Las juntas en ángulo seguirán el mismo criterio que el punto a).
- c) Para la inserción de chapas y perfiles, los criterios quedan recogidos en el Estándar de Calidad del Astillero, y se definirá en cada momento el procedimiento de soldadura más adecuado.



- d) En las reparaciones, la inspección por E.N.D., se realizarán sobre todo en zonas estructurales de especial riesgo. En otras zonas, según su tamaño para asegurar la correcta realización de la reparación y siempre, cuando la soldadura original tenga requisitos de E.N.D., estos se aplicarán en la zona reparada.

### **15.3. REPARACION PARA DESALINEACIONES QUE ESTAN FUERA DE TOLERANCIAS.**

Para la desalineación de planchas, perfiles o cualquier otro tipo de unión a realizar en estructura o armamento, el Estándar de Calidad, define claramente los pasos a seguir en cada caso, figurando de igual forma las máximas tolerancias admitidas.

### **15.4. REPARACIONES DE SOLDADURAS**

Una vez detectado el defecto de forma visual o por los distintos E.N.D., éste será identificado de forma clara para poder localizarlo. La identificación será con la palabra REP de reparación y deberá tenerse muy en cuenta los siguientes puntos.

a) Reparaciones de soldadura en zona estructural

- La longitud mínima a reparar será de 100 mm y deberá presentar un contorno uniforme estando libre de óxidos, grasa, aceite y otras materias extrañas (Ver fig.1)

- El resanado podrá realizarse con amoladora o por medio del arco aire.

- En estructuras primarias y áreas especiales de acero, después de resanar el defecto, se controlará la zona con P.M.; si el defecto detectado fuese grieta, la inspección se hará con P.M. cualquiera que sea el tipo de estructura, para asegurar la completa desaparición de ésta. En otros materiales se realizarán los ensayos con Líquidos penetrantes.

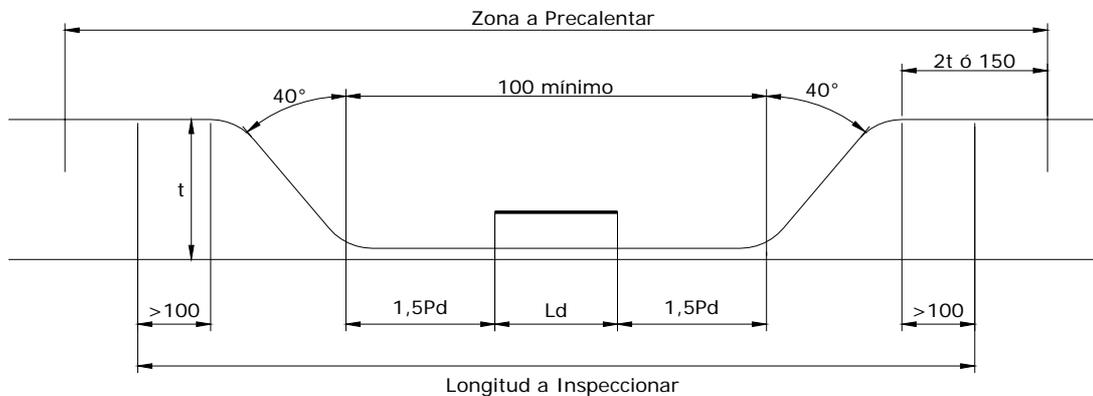
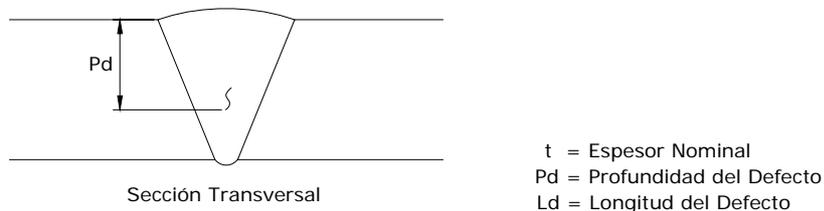
- Si la eliminación de metal hasta llegar al metal sano es inferior al 7% del espesor nominal ó 3 mm (el menor), será necesario únicamente un amolado de terminación sin efectuar soldadura.



- Cuando la temperatura ambiente sea  $<10^{\circ}\text{C}$ , o se tuviese que precalentar, este calor se aplicará a una zona que como mínimo será dos veces el espesor nominal del material y en ningún caso inferior a 150mm a cada lado del área reparada, manteniendo esta temperatura hasta el final de la reparación.

- Siempre que los E.N.D. determinen un área que requiera reparación de soldadura, las áreas adyacentes, 100mm a cada lado, serán también examinadas usando la misma técnica que identificó los defectos.

- No se permitirán más de dos reparaciones en la misma zona de estructura primaria o zonas especiales, sin la aprobación de la Sociedad u Organismo de Clasificación.



#### b) Reparación de soldadura de tuberías

- La longitud a reparar será la longitud del defecto más 10mm mínimo a cada lado del mismo.

- El resanado, según los materiales podrá realizarse con amoladora o arco aire.



- Después de resanar el defecto, se controlará la zona con E.N.D. para asegurar su completa desaparición.
- Si la soldadura del tubo lleva indicado precalentamiento, el resanado y reparación se hará asimismo con precalentamiento.
- No se permitirá más de dos reparaciones en la misma zona sin contar con la aceptación de la Sociedad u Organismo de Clasificación.

## **15.5. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA PARA REPARACIONES**

Para las reparaciones en general, se utilizarán procedimientos de soldadura cualificados pudiéndose aplicar los mismos empleados en la soldadura original.



## SECCIÓN G - DETALLES CONSTRUCTIVOS ESTRUCTURALES

(Sistema de correcciones).

### 1 Desalineación de elementos

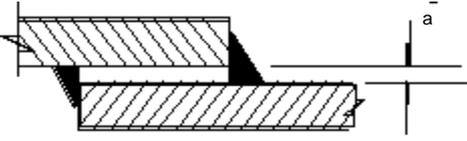
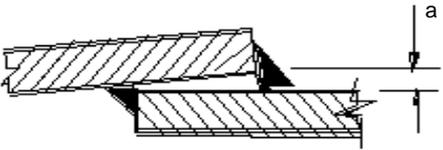
| Designación                         |                                | Figura   | Acciones correctoras   |
|-------------------------------------|--------------------------------|--|--|
| Desalineación en topes de soldadura | Elementos resistentes          |  | Si $d > 0,15e$ ;<br><br>Soltar topes y ajustar dentro de tolerancias               |
|                                     | Otros                          | <p style="text-align: center;"><math>e = \text{espesor}</math><br/><math>d = \text{Desalineación}</math></p> |  |
| Elementos resistentes               | Áreas críticas                 | <p style="text-align: center;"><math>t_2 &lt; t_1</math></p>   | Si $0,3 t_2 < a < 0,5 t_2$<br><br>Aumentar el cuello para compensar                |
|                                     | Áreas no críticas              |  | Si $a > 0,5 t_2$<br><br>volver a acoplar en una distancia de 30 a                  |
|                                     | Unión de tanque lateral a D.F. |  | Si $d > \frac{1}{2} e$ ó 6 mm.<br><br>cualquiera que sea el menor volver a acoplar |



| Designación                                   |                                  | Figura   | Acciones correctoras  |
|---|----------------------------------|--|---|
| Llantas de cara de longitudinales tipos T y L | Con relación a la llanta de cara |  | <p>Si <math>0,04 b &lt; a \leq 0,08 b</math>, esmerilar los despuntes suavemente en una distancia mínima de <math>30 a</math></p> <p>Si <math>a &gt; 0,008 b</math>, descoser y ajustar una distancia mínima de <math>50a</math></p>  |
|   | Con relación al espesor del alma | <p>Corrección: primaria: <math>l=50a</math><br/>Secundaria: <math>l=30a</math></p> | <p>Si <math>a &gt; 0,15</math> descoser y acoplar</p> <p style="text-align: center;">Primario</p> <p>Si <math>a &gt; 0,15t_2</math> descoser min. <math>50a</math> y ajustar dentro de tolerancias</p> <p style="text-align: center;">Secundario</p> <p>Si <math>a &gt; 0,2 t_2</math> descoser min. <math>30a</math> y ajustar dentro de tolerancias</p> |

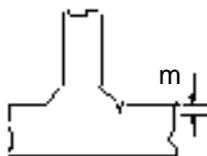
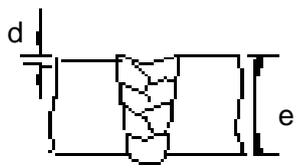
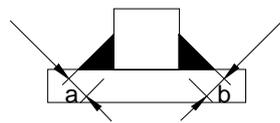
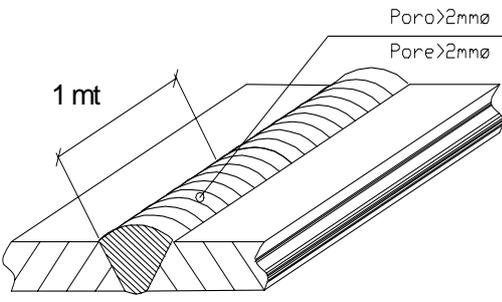


## 2 Separación en uniones de elementos

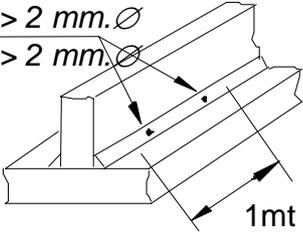
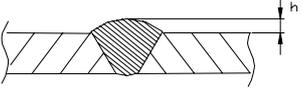
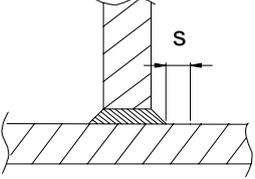
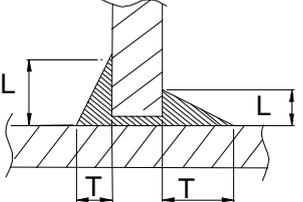
| Designación               | Figura   | Acciones correctoras                 |
|---------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Soldadura a solape</b> |  | Si $s > 0,5 a$<br>Descoser y acoplar |
|                           |  |                                      |



### 3 Tolerancia de defectos visuales de soldadura

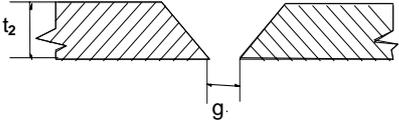
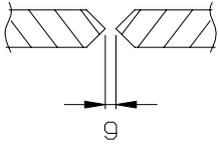
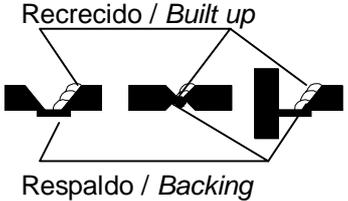
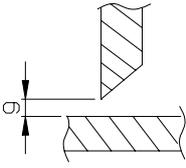
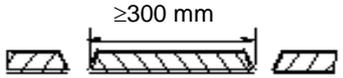
| Designación                      |   | Figura   | Acciones correctoras   |
|----------------------------------|---|--|--|
| <b>Entalladuras</b>              | Miembros resistentes dentro de 0,6 L.O. |   | Si $m > 0,5$<br>Reparar con electrodo fino   |
|                                  | Otros                                   |  | Si $m > 0,8$<br>Reparar con electrodo fino   |
|                                  |   |   | Si $m > 0,8$<br>Reparar con electrodo fino   |
| <b>Cordón escaso (depresión)</b> |   |    | Si $d \geq e / 20$ (máx. 1)<br>Recrecer por soldadura con electrodo adecuado   |
|                                  |   | <br>a = cuello s/plano<br>b = cuello real | $b \leq 0,9 a$<br>Recrecer por soldadura con electrodo adecuado  |
| <b>Porosidad</b>                 |   |   | $> 1$ poro / m.<br>Eliminar porosidad y soldar zona afectada.<br>Tapar con soldadura la porosidad aislada de uniones en ángulo, no siendo necesario dar piedra.<br>Este criterio podrá ser alterado de acuerdo con el estándar de pintura. |



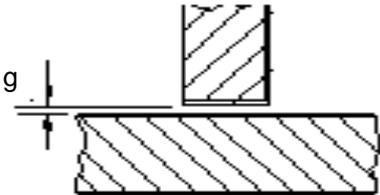
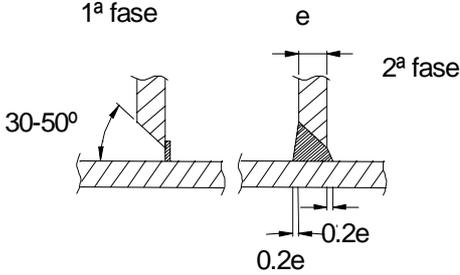
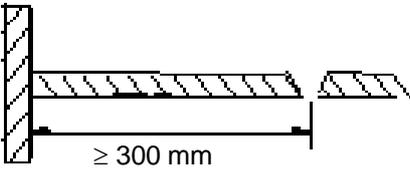
| Designación   | Figura  | Acciones correctoras   |
|---|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Porosidad</b></p>         | <p style="text-align: center;"> <math>2 \text{ poros} &gt; 2 \text{ mm. } \varnothing</math><br/> <math>2 \text{ poros} &gt; 2 \text{ mm. } \varnothing</math> </p>  | <p style="text-align: center;"><math>&gt; 2 \text{ poros} / \text{m}</math></p> <p>Eliminar porosidad y soldar zona afectada.<br/>                 Tapar con soldadura la porosidad aislada de uniones en ángulo, no siendo necesario dar piedra.<br/>                 Este criterio podrá ser alterado de acuerdo con el estándar de pintura.</p> |
| <p style="text-align: center;"><b>Cordón abultado</b></p>   |   | <p>La altura del cordón de la soldadura no debe exceder del 20% del espesor de la chapa, en los topes de fondo y cubiertas resistentes.</p> <p style="text-align: center;">Si <math>h &gt; 5</math> rebajar por amolado</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Cuello incompleto</b></p> |    | <p style="text-align: center;">Si <math>s &gt; 1</math></p> <p>Reparar por amolado o con cordón fino de soldadura que funda el solape</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Cordón caído</b></p>      |    | <p style="text-align: center;">Si</p> <p style="text-align: center;"><math>L - T \geq 3</math>, ó / or <math>T - L \geq 3</math></p> <p>Igualar pata con soldadura hasta obtener el cuello requerido</p>   |



#### 4 Separación para las uniones de soldadura

| Designación   | Figura  | Acciones correctoras   |
|---|---|--|
| <b>Soldadura a tope y/o ángulo de total penetración</b> |    | <p style="text-align: center;"><math>5 \leq g \leq 16,</math></p> <p style="text-align: center;">Soldar por una cara o por ambas</p>   |
|   |  | <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><math>Si\ 16 &lt; g \leq 25</math></p> <p style="text-align: center;">Colocar respaldo, cerrar separación por recrido de uno de los bordes hasta 5 mm, quitar respaldo, limpiar adecuadamente y soldar unión</p> |
|   |  | <p style="text-align: center;"><math>Si\ g &gt; 1,5\ t</math><br/>(t = espesor)</p> <p style="text-align: center;">Renovación parcial</p> <div style="text-align: center;">  </div>   |



| Designación                | Figura   | Acciones correctoras  |
|----------------------------|--|---|
| <b>Soldadura en ángulo</b> |  | <p>Si <math>3 &lt; g \leq 4</math><br/>Incrementar cuello 0,7 mm.</p>   |
|                            |  | <p>Si <math>4 &lt; g \leq 5</math><br/>Incrementar cuello 1,5 mm.</p>   |
|                            |  |  <p>1ª fase<br/>30-50°<br/>2ª fase<br/>e<br/>0.2e<br/>0.2e</p> <p>Si <math>5 &lt; g \leq 25</math><br/>Soldar o recrecer como tope o penetración total</p> |
|                            |  | <p>Si <math>g &gt; 25</math><br/>Renovación parcial</p>  <p>≥ 300 mm</p>   |



## **16. CONCLUSIONES**

El objeto de un programa de calidad específico para una obra determinada es cumplir los requerimientos del contrato suscrito con nuestro cliente reflejados en las especificaciones y códigos indicados en el mismo.

En general debemos decir que hay un buen estándar de calidad cuando las cosas se hacen “bien a la primera y quedan, como correspondan, documentadas”.

La primera parte del dicho anterior, que es muy común, en general lo que significa es que si se cumple tendremos una buena productividad, pues no hay vuelta atrás, y que además estamos cumpliendo con los estándares de calidad que nos hemos puesto como objetivo ante nuestro cliente y Sociedad de clasificación (lo más importante) y nosotros mismos sobre todo, entre otras muchas, porque no tendremos extracostes por deficiencias o ineficacias.

La segunda parte del dicho, que ya no es tan común, es fundamental hoy en día, porque sin esas pruebas (normalmente documentales) ocurre a menudo que solo se deja en palabra: “lo bien hecho a la primera”; que en el mundo técnico de hoy en día es claramente insuficiente.

Es estratégicamente importantísimo desde que empezamos a esbozar un plan de calidad que nos lleva a desarrollar un PPI y unos procedimientos (de cualquier tipo) desde el primer momento que tengamos claro y concensuemos con nuestro cliente y sociedad clasificadora como va a quedar.



---

**17. ANEXOS:**

ANEXO 1: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LA TURRET

ANEXO 2: HOJA DE SOLDADURA

ANEXO 3: PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

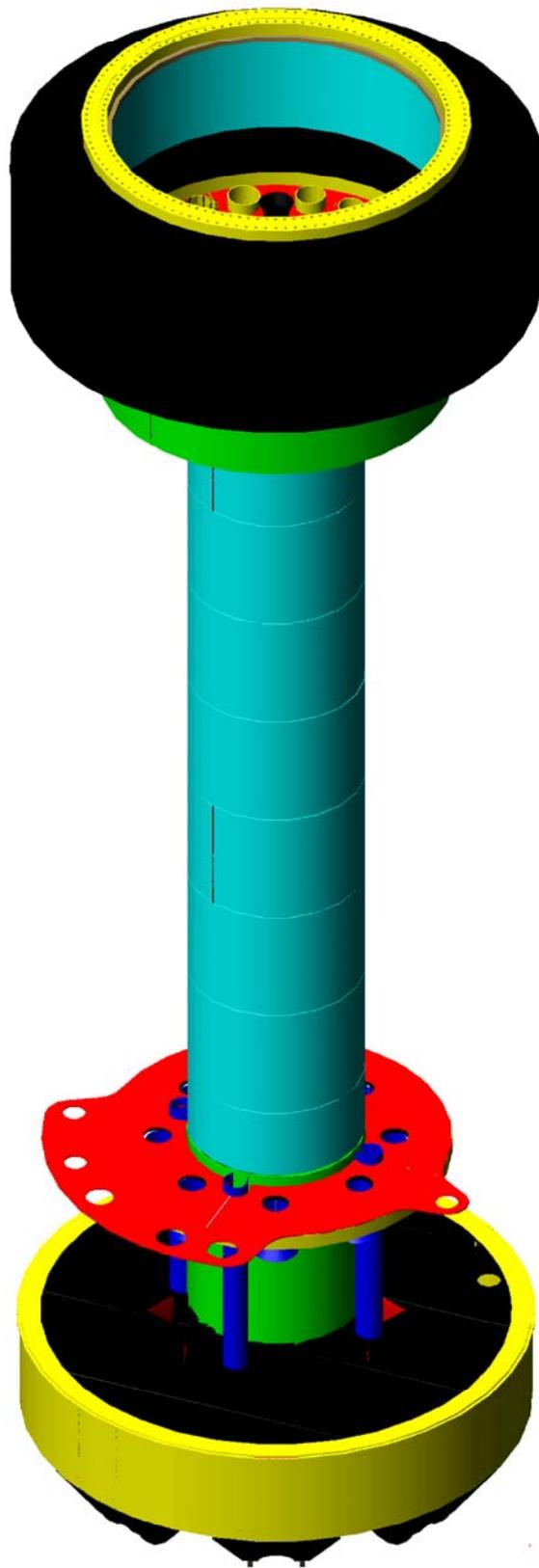
ANEXO 4: PREPARACIÓN DE BORDES, TABLA 3.4

ANEXO 5: WPS Y PQR



## Anexo 1

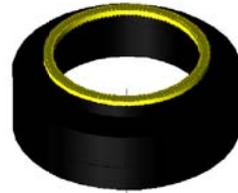
### “Planos de fabricación de Turret”



**FABRICACIÓN TURRET**

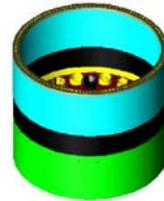
Subloque N° 5:

Main Bearing Box  
(FT-05/00)



Subloque N° 2:

Cabeza Turret  
(FT-02/00)



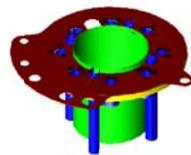
Subloque N° 1:

Eje Turret  
(FT-01/00)



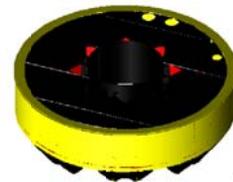
Subloque N°3:

Cubierta Riser  
(FT-03/00)



Subloque N° 4:

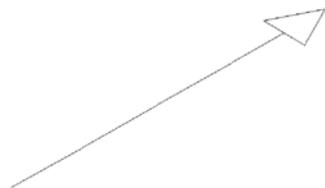
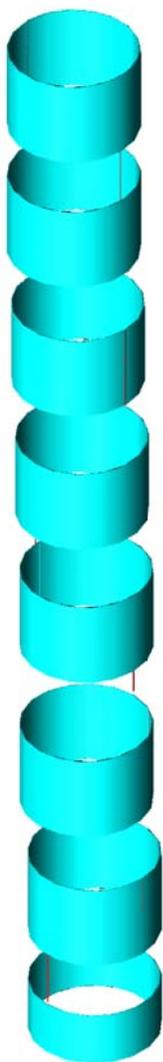
Spider  
(FT-04/00)



## **FABRICACIÓN TURRET**

Disposición General:  
Estrategia Constructiva

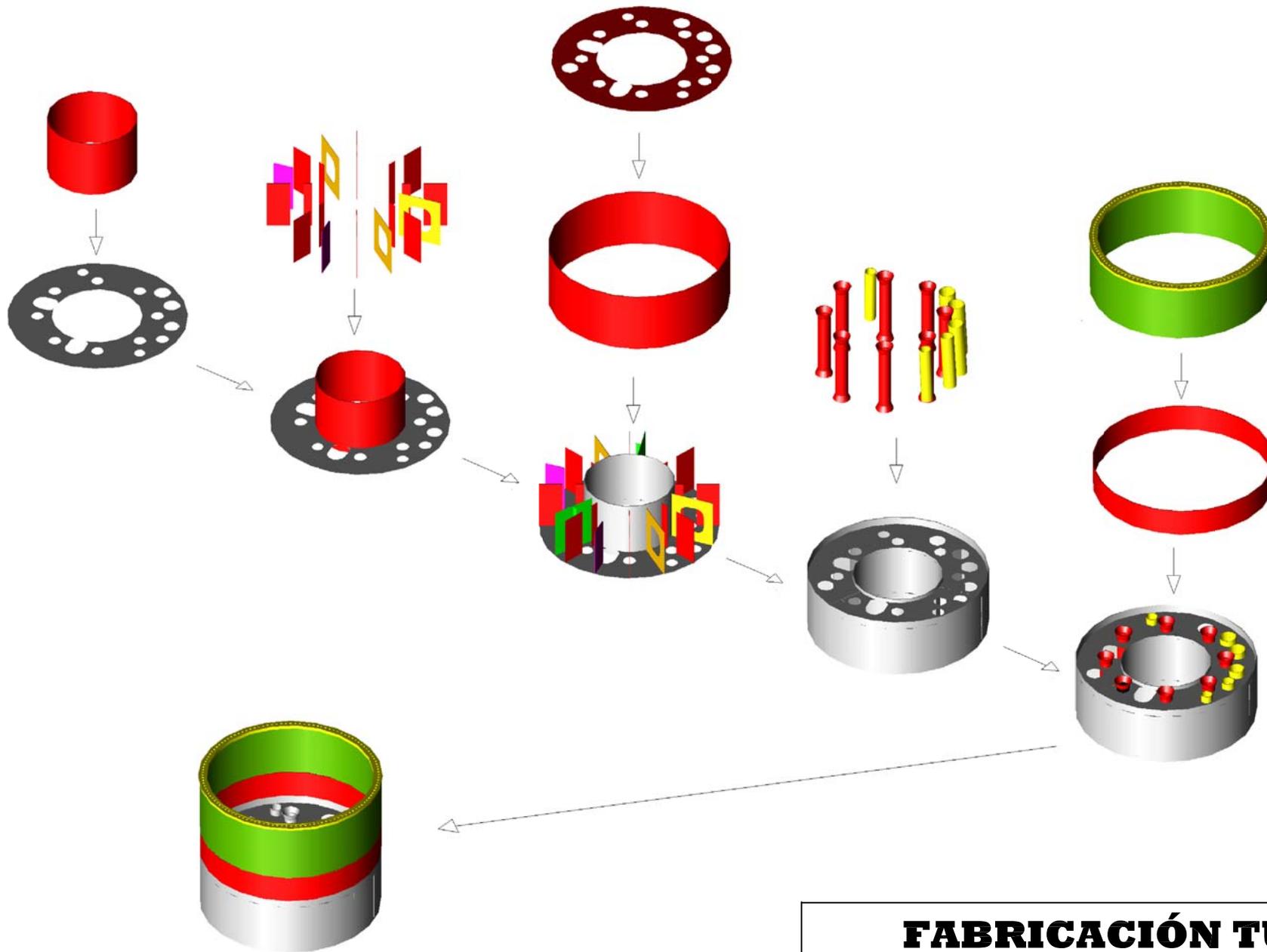
PLANO N°:  
FT-00/00



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 1 "Eje Turret":  
Estrategia Constructiva

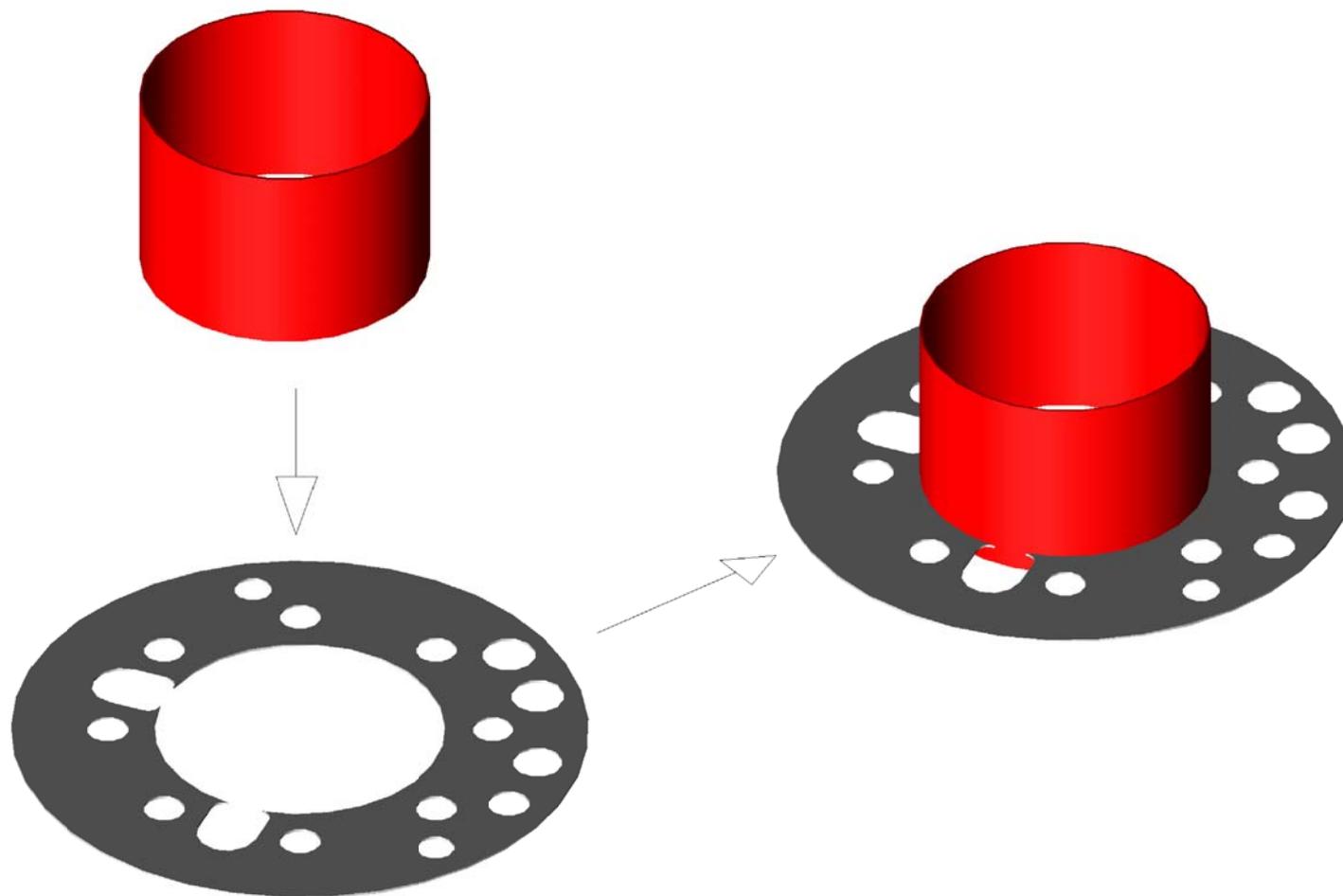
PLANO N°:  
FT-01/00



## FABRICACIÓN TURRET

Subbloque nº 2 "Cabeza del Turret":  
Estrategia Constructiva

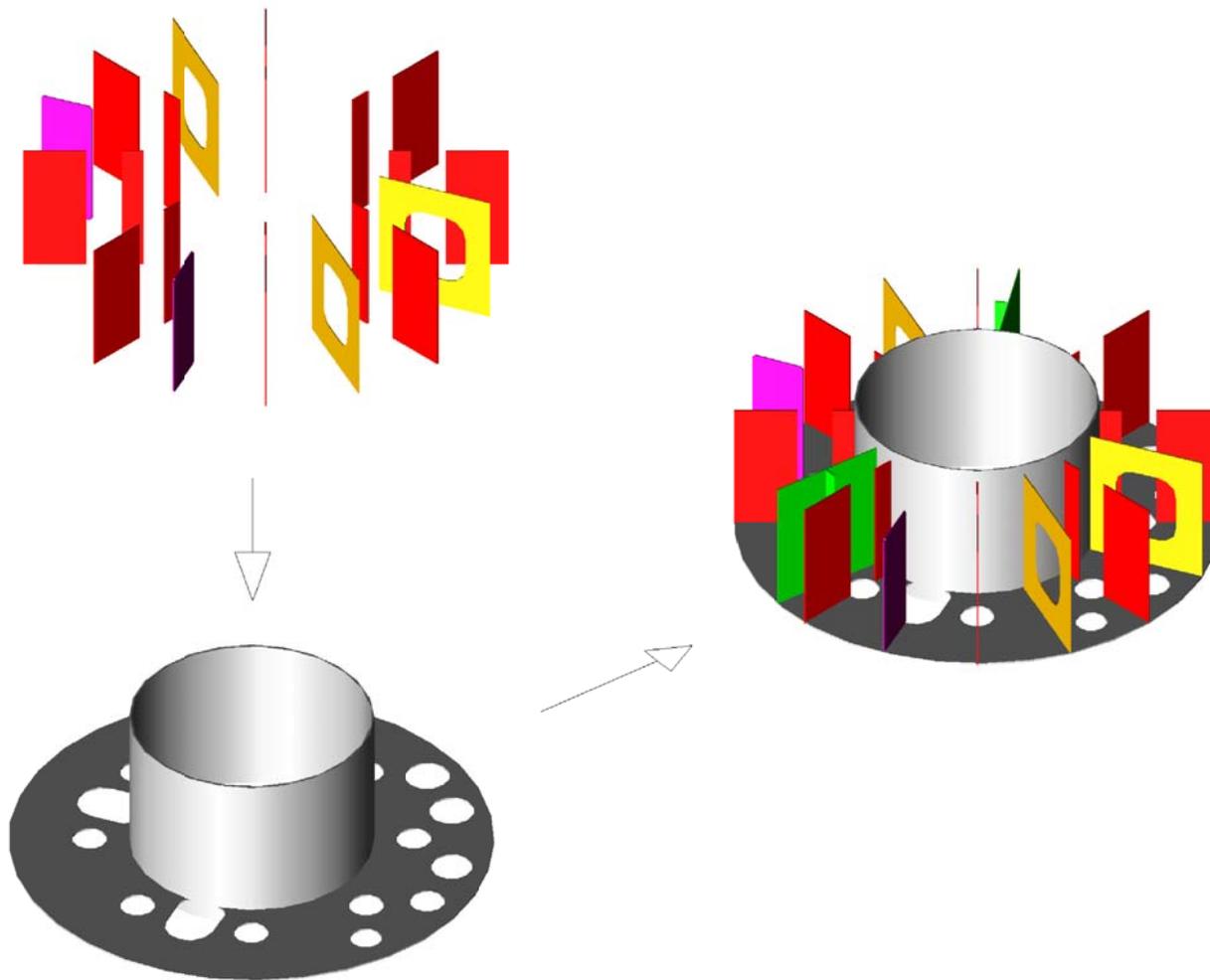
PLANO N°:  
FT-02/00



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subloque nº 2 "Cabeza del Turret":  
Unión de la virola interna y la  
tapa nivel 25735

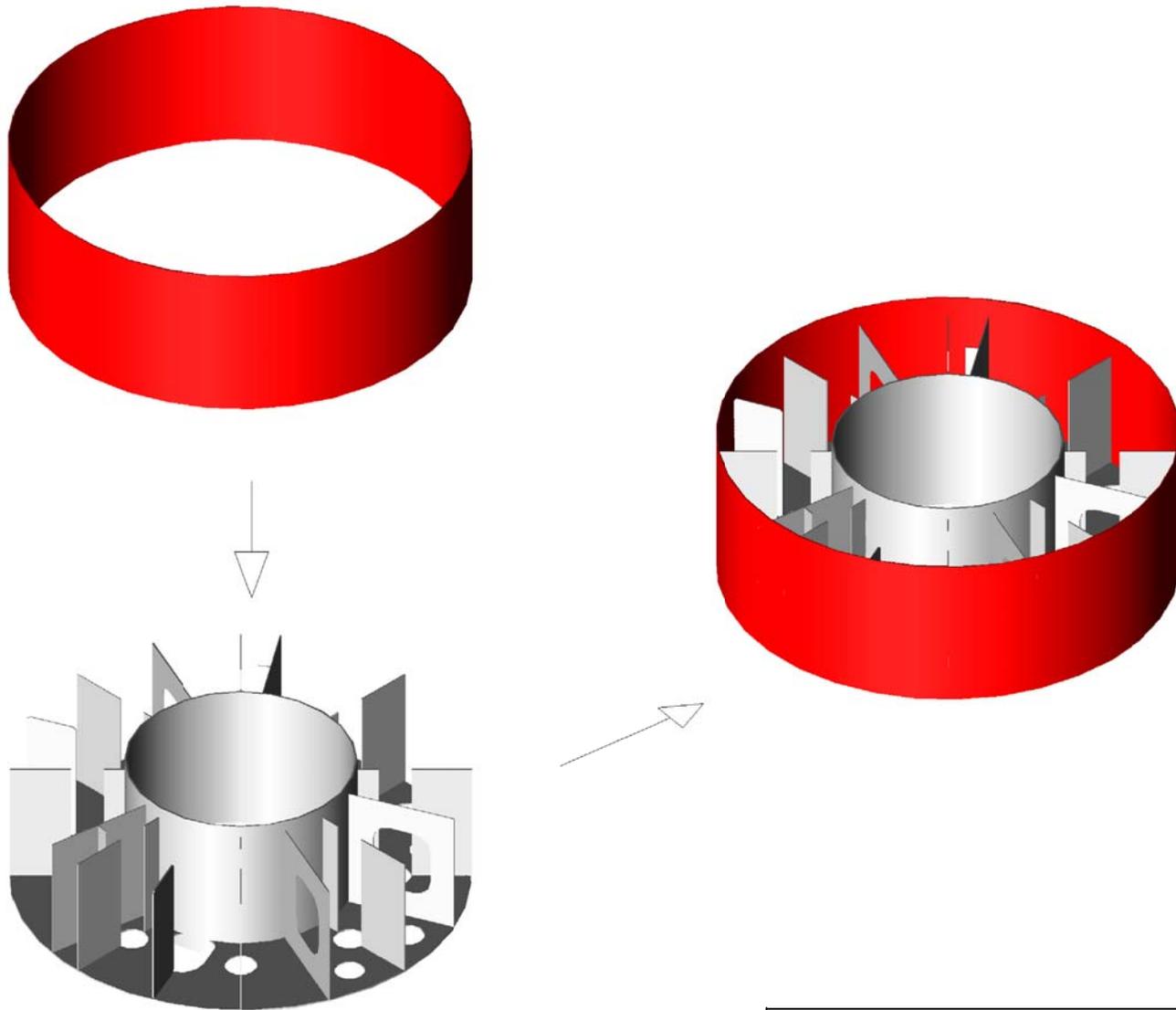
PLANO Nº:  
FT-02/01



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 2 "Cabeza del Turret":  
Unión de los refuerzos internos a la virola  
interna y a la tapa nivel 25735

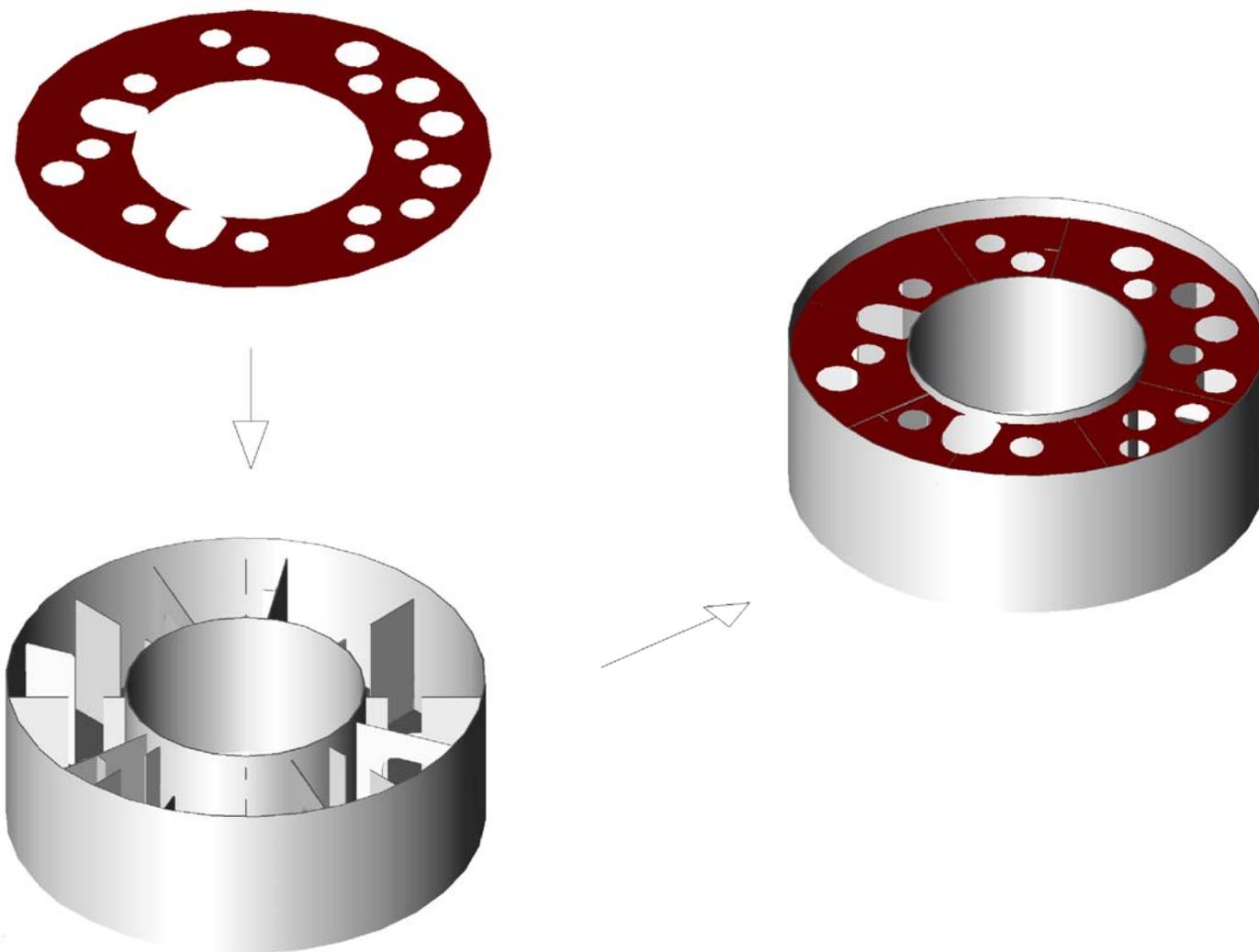
PLANO N°:  
FT-02/02



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 2 "Cabeza del Turret":  
Unión de la virola externa a los refuerzos  
internos y la tapa nivel 25735

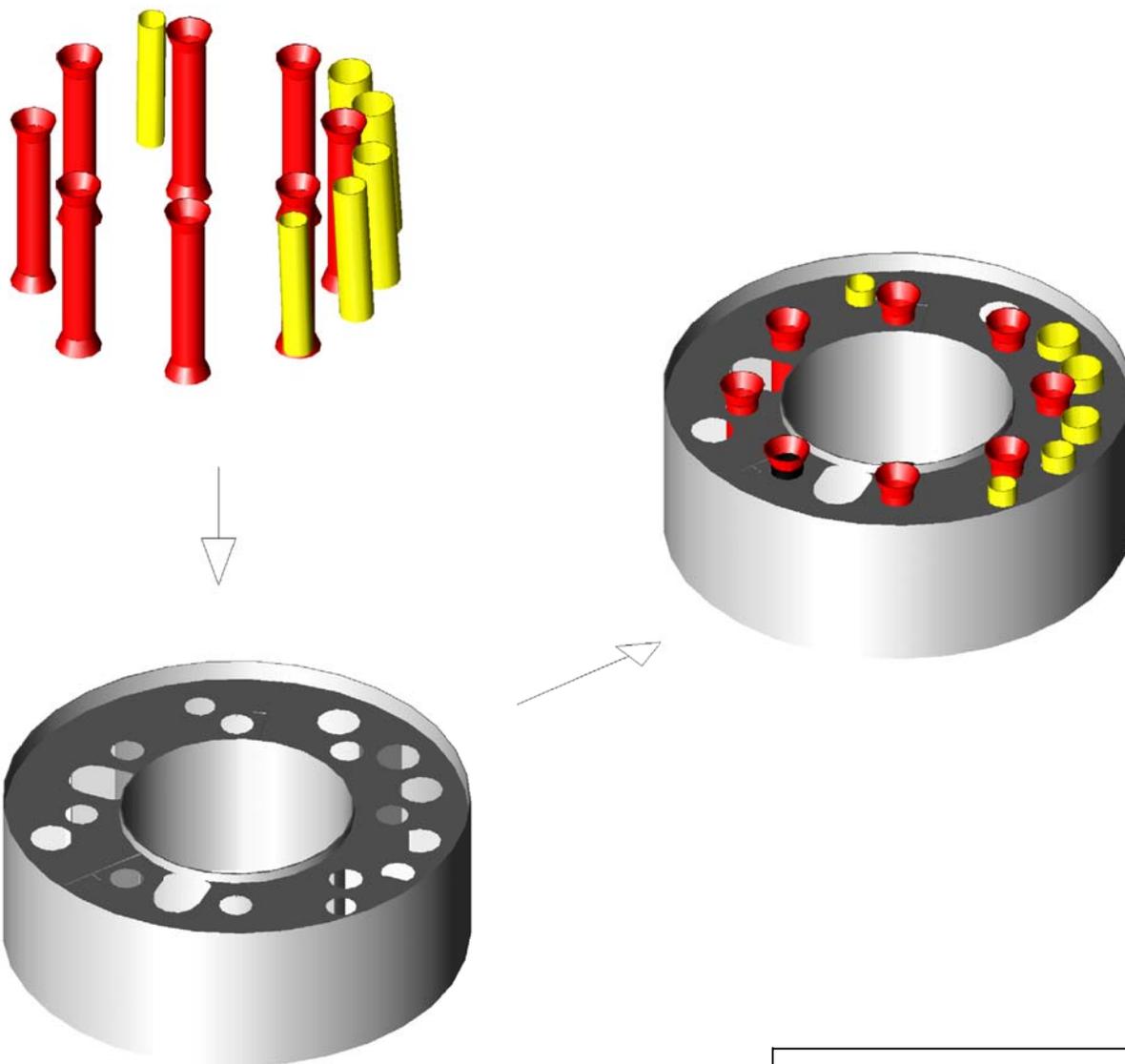
PLANO N°:  
FT-02/03



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 2 "Cabeza del Turret":  
Unión de la tapa nivel 27785 sobre  
las virolas y los refuerzos internos

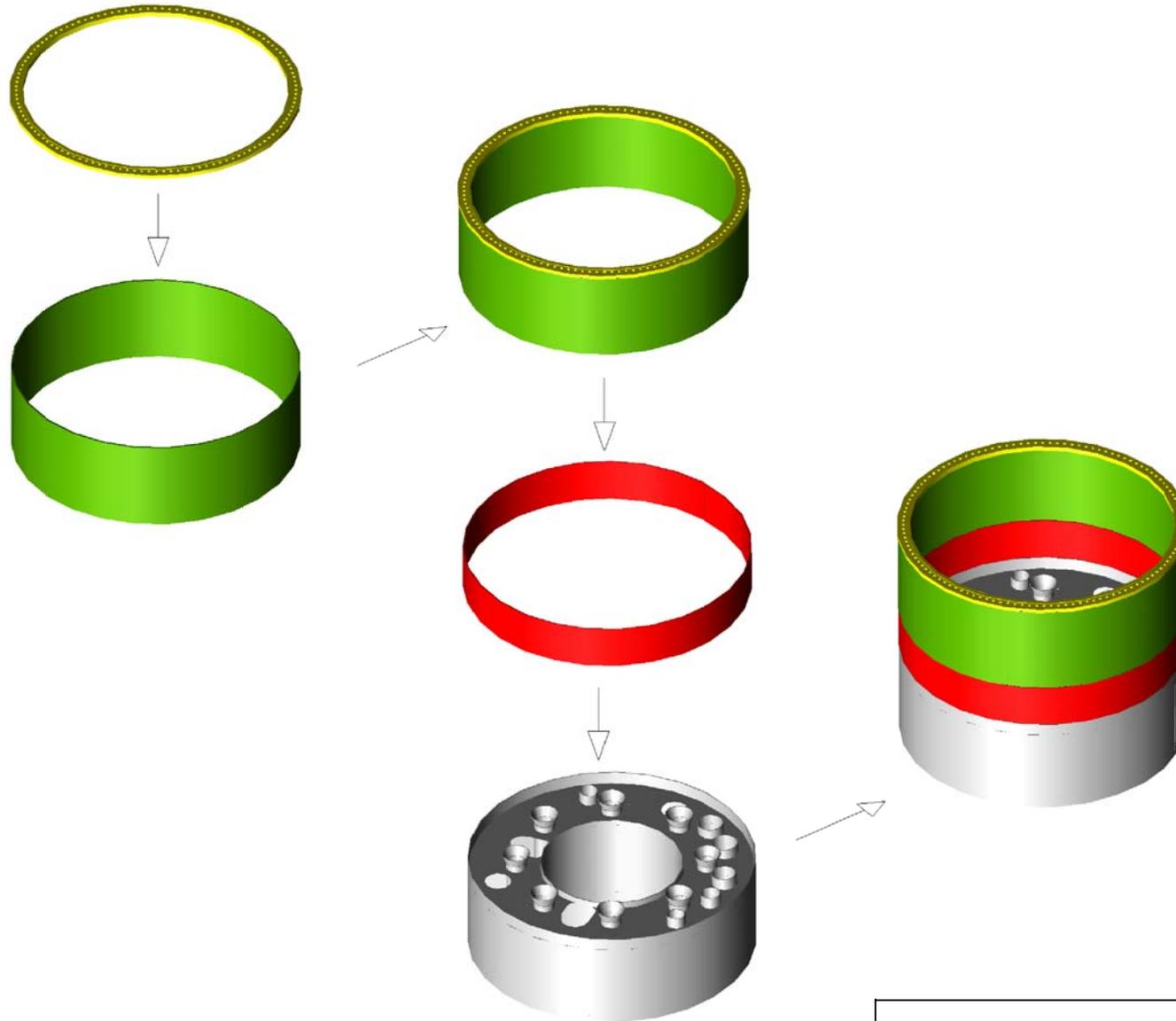
PLANO Nº:  
FT-02/04



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 2 "Cabeza del Turret":  
Montaje de los conductos y  
protección de cadenas

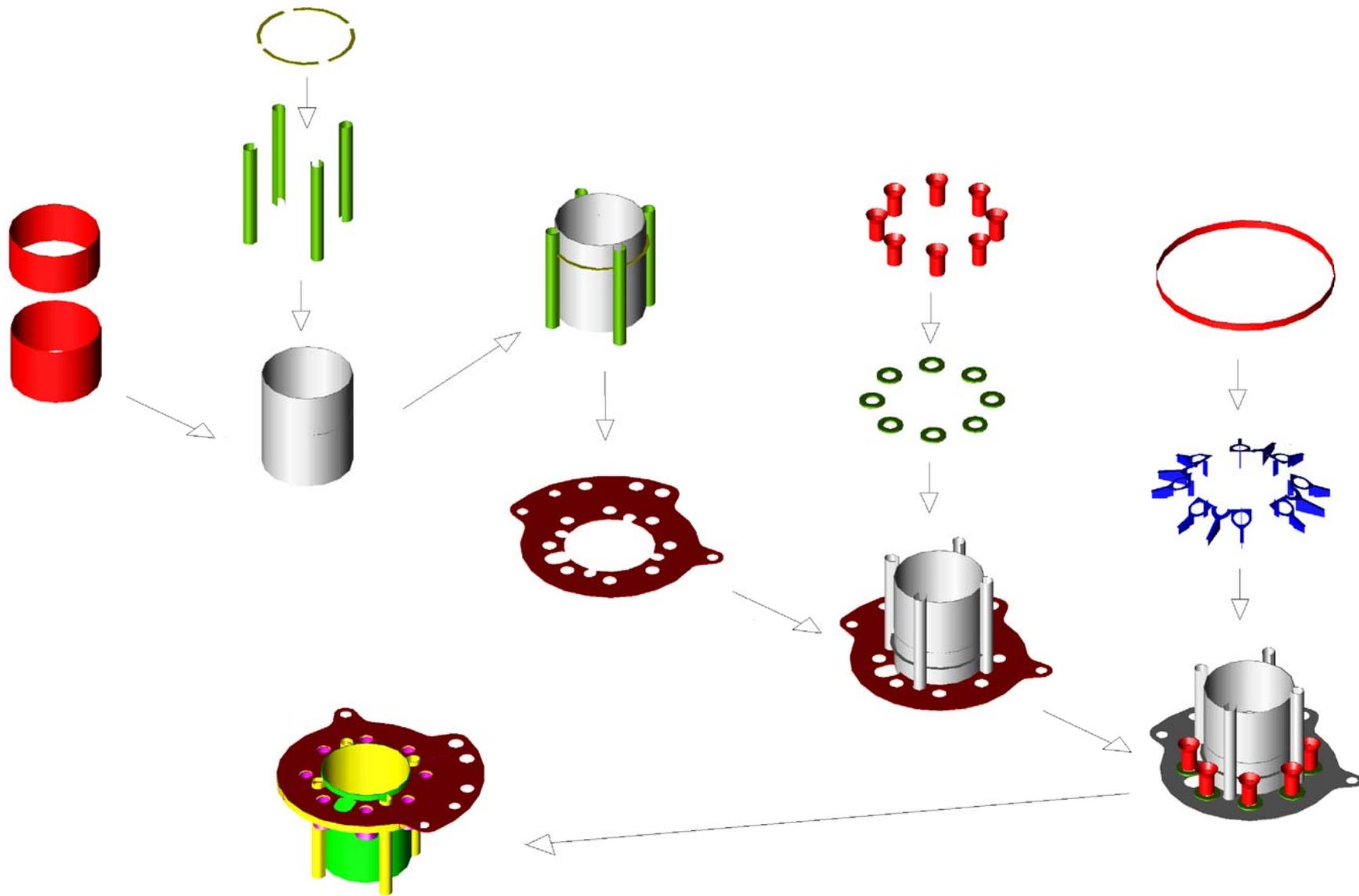
PLANO N°:  
FT-02/05



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 2 "Cabeza del Turret":  
Unión de las virola externas y la brida

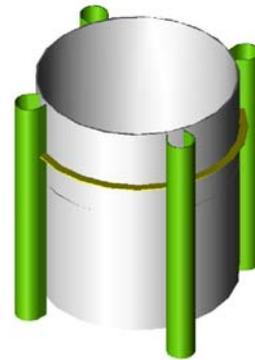
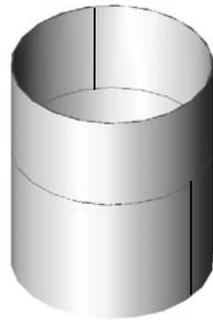
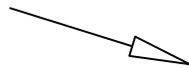
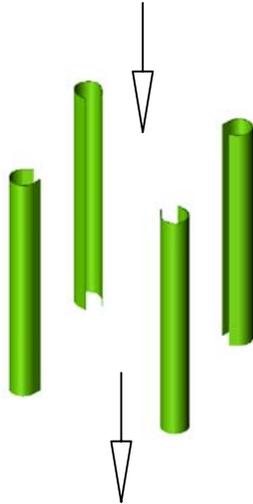
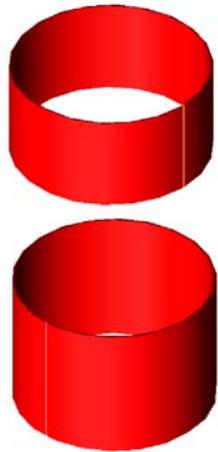
PLANO Nº:  
FT-02/06



## FABRICACIÓN TURRET

Subloque nº 3 "Plataforma Riser":  
Estrategia Constructiva

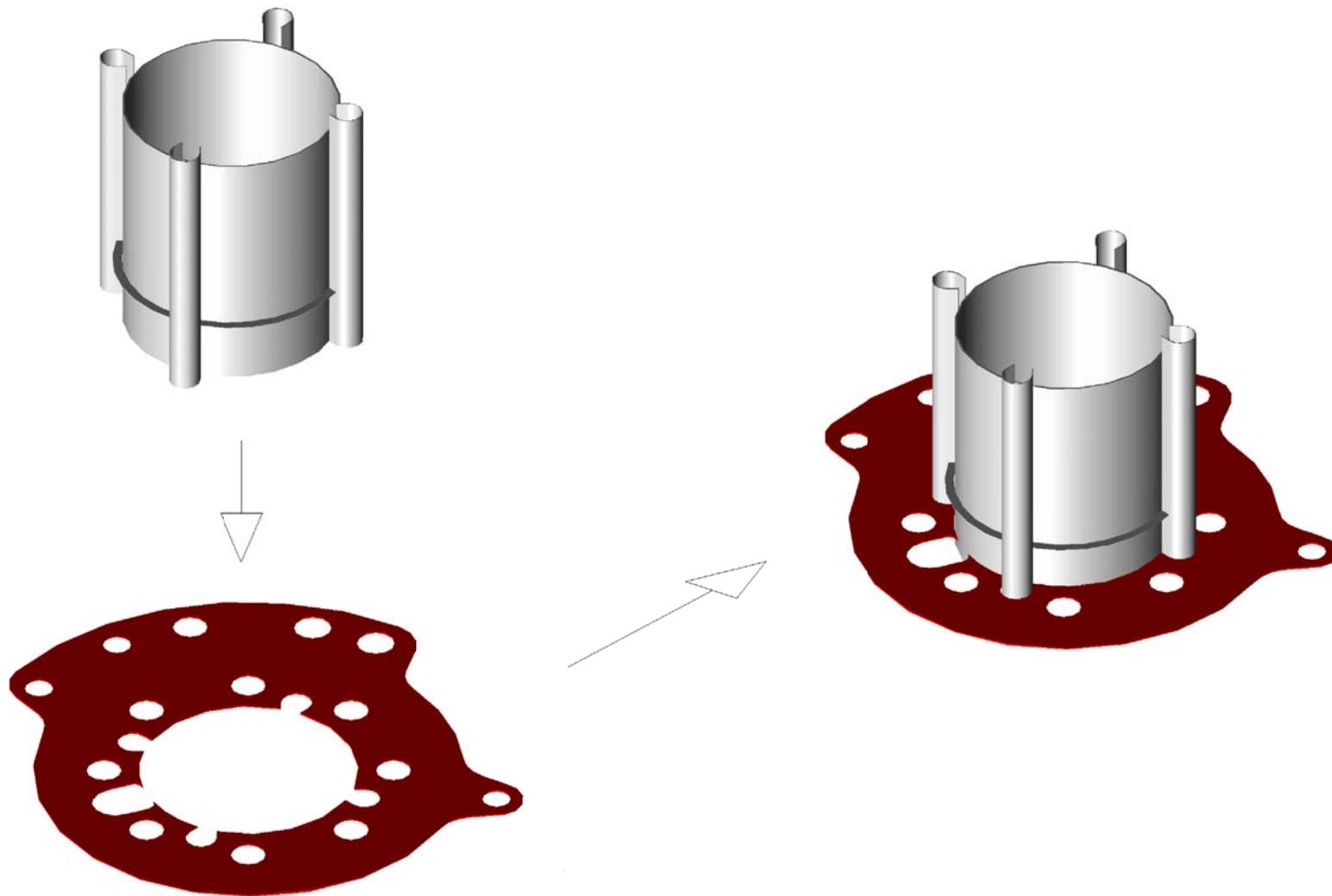
PLANO Nº:  
FT-03/00



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 3 "Cubierta Riser":  
Unión de las virolas internas con  
las protecciones y los rigizadores

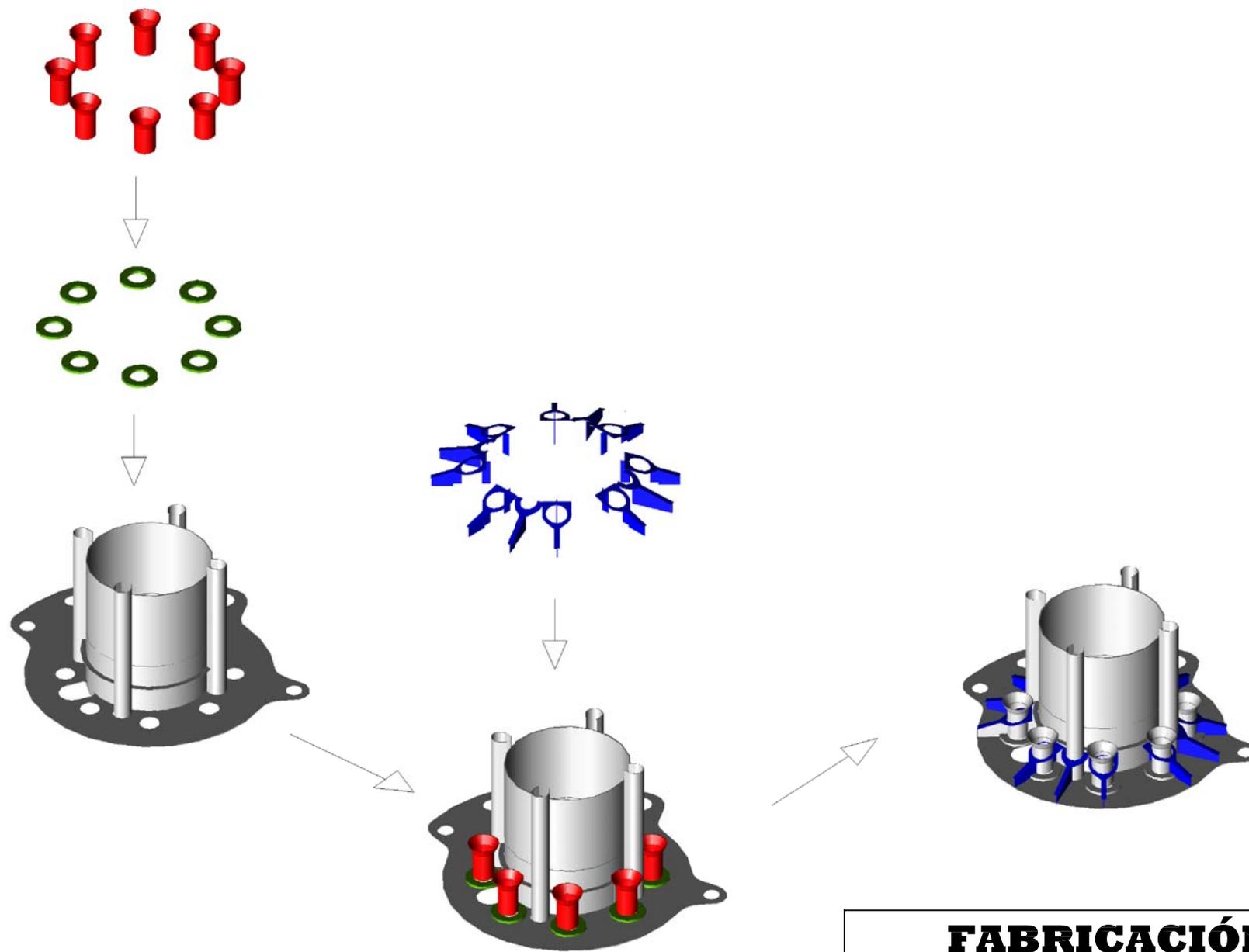
PLANO N°:  
FT-03/01



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subloque nº 3 "Cubierta Riser":  
Unión de la virola interna a la tapa

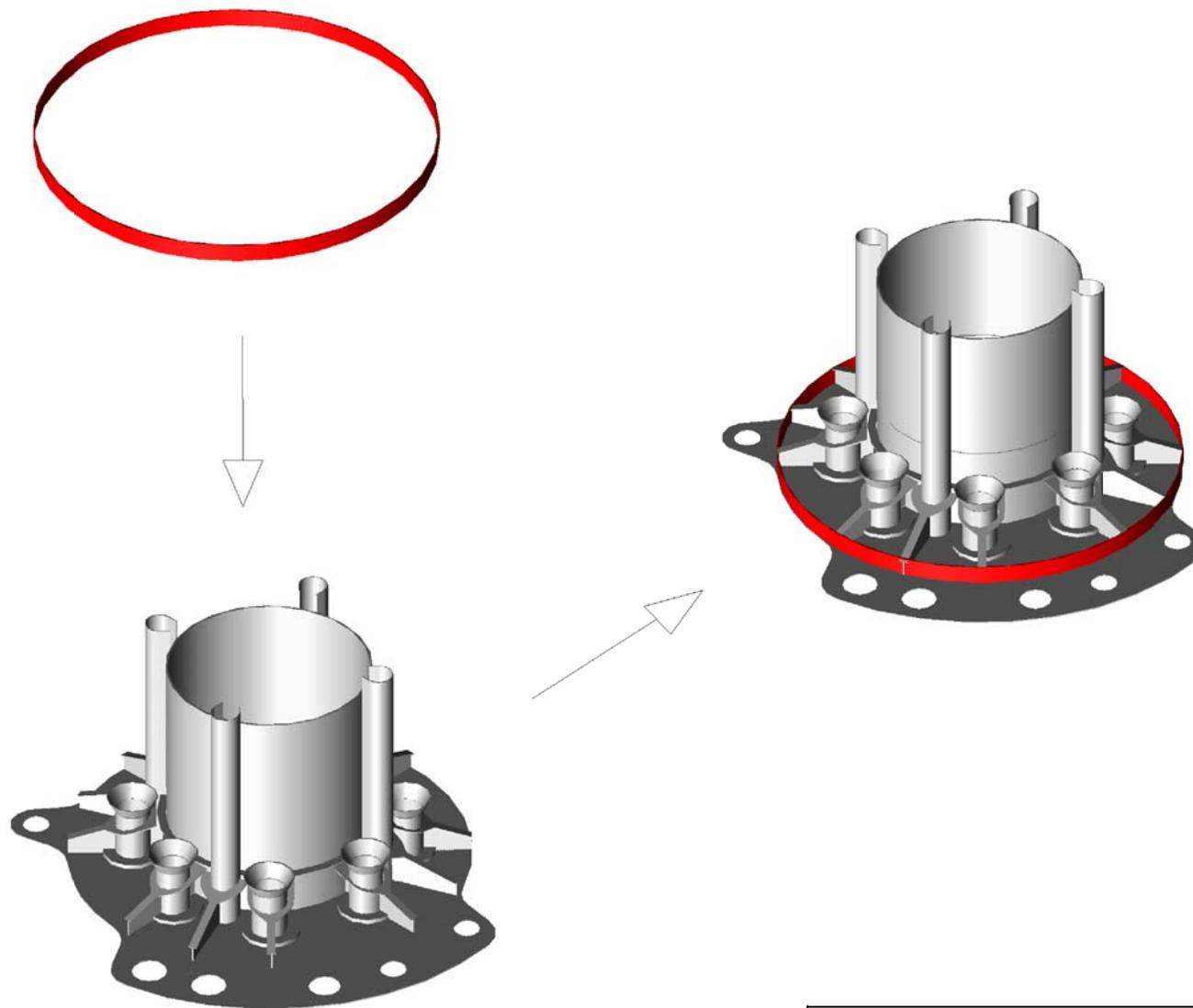
PLANO N°:  
FT-03/02



## FABRICACIÓN TURRET

Subbloque nº 3 "Cubierta Riser":  
 Unión de las pletinas, protecciones de  
 cadenas y refuerzos a la tapa nivel 7000

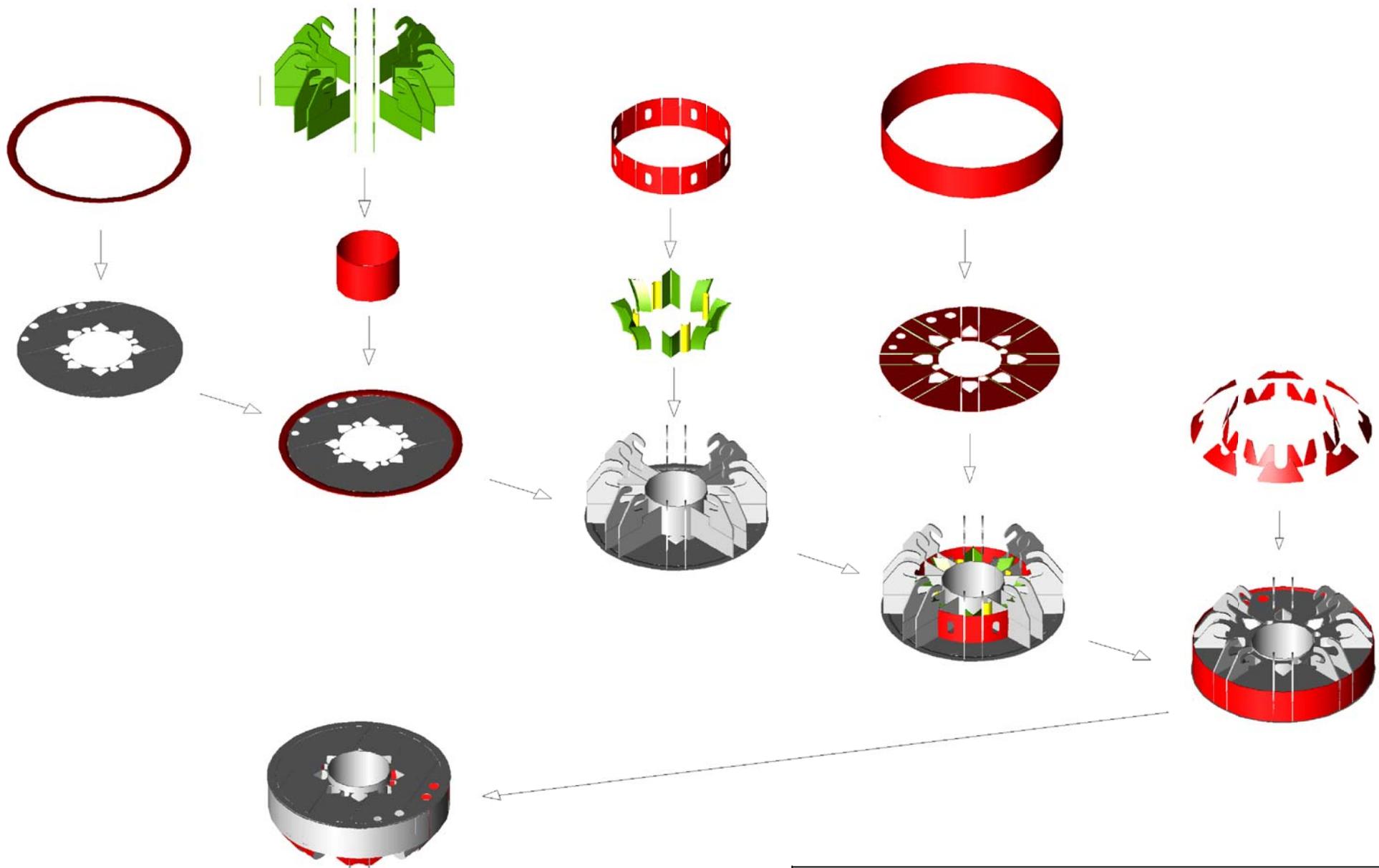
PLANO Nº:  
 FT-03/03



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 3 "Cubierta Riser":  
Montaje del rigizador de la tapa

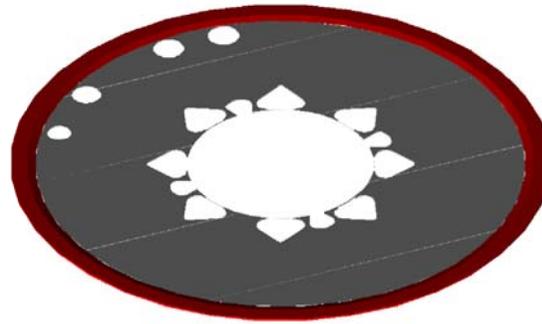
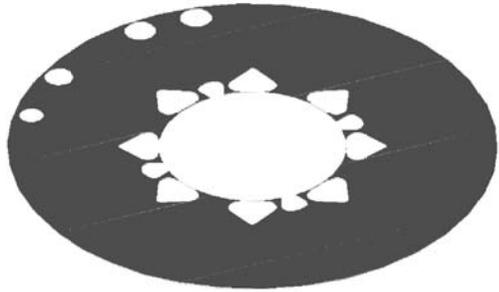
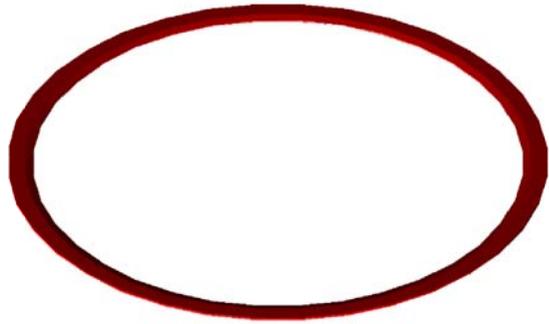
PLANO Nº:  
FT-03/04



## FABRICACIÓN TURRET

Subbloque nº 4 "Spider":  
Estrategia Constructiva

PLANO N°:  
FT-04/00



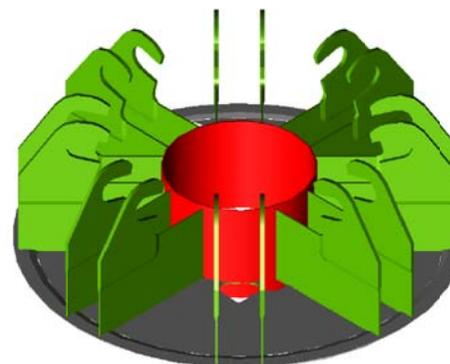
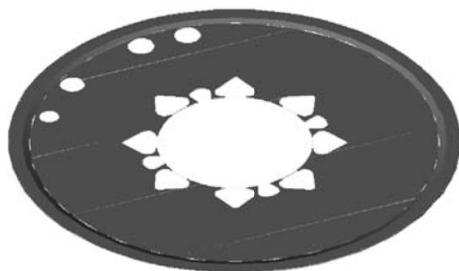
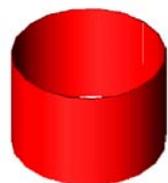
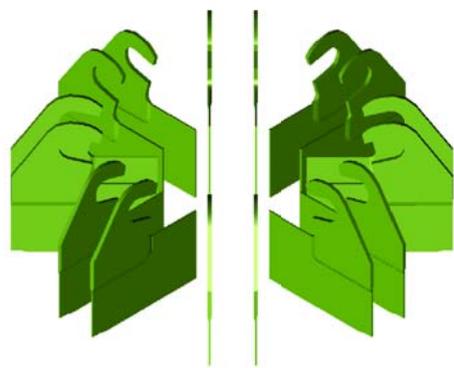
## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 4 "Spider":

Soldamos la brida a la tapa 2725

PLANO N°:

FT-04/01



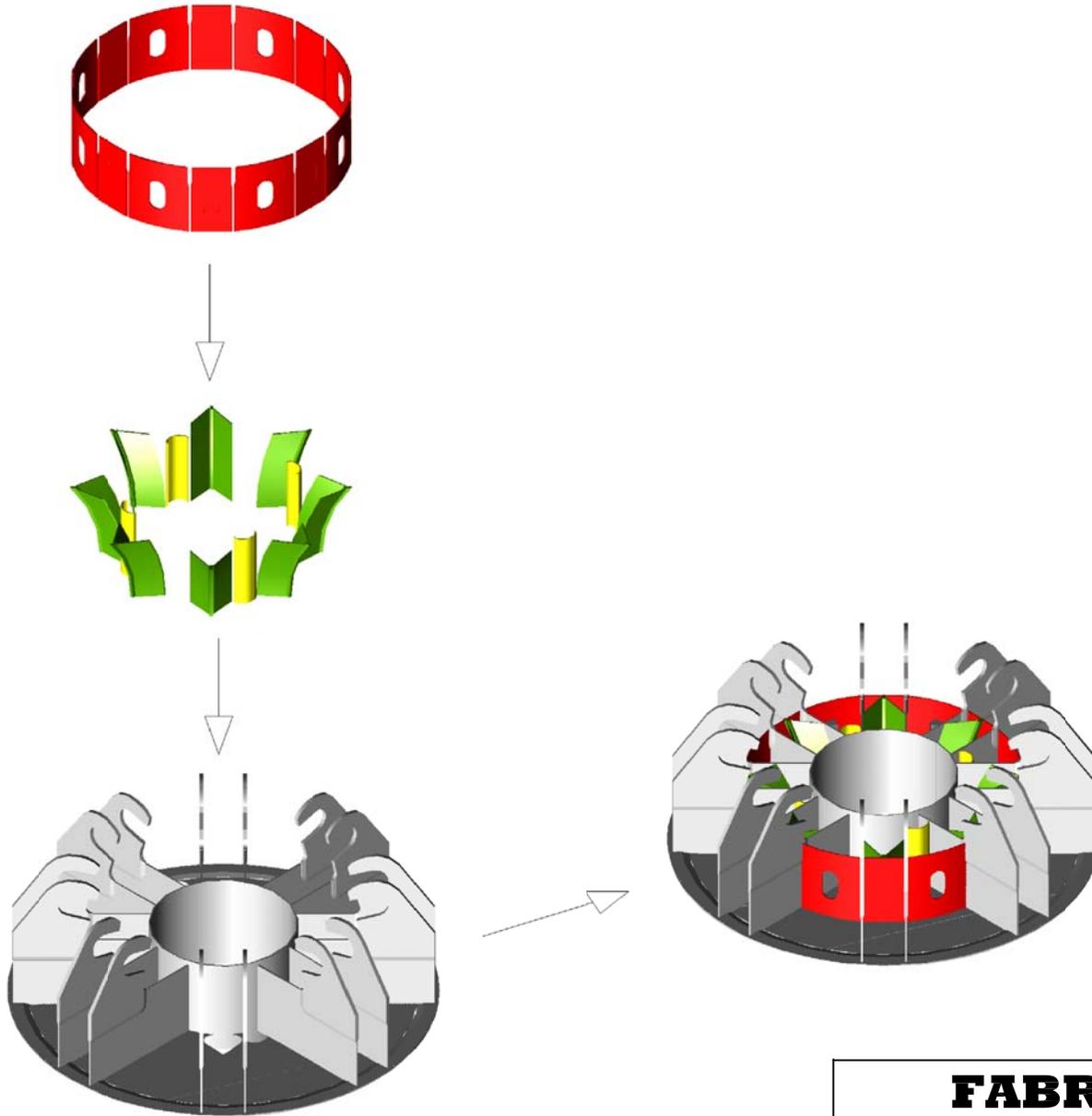
## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 4 "Spider":

Unión de la virola interna y los refuerzos  
a la tapa nivel 2725

PLANO Nº:

FT-04/02

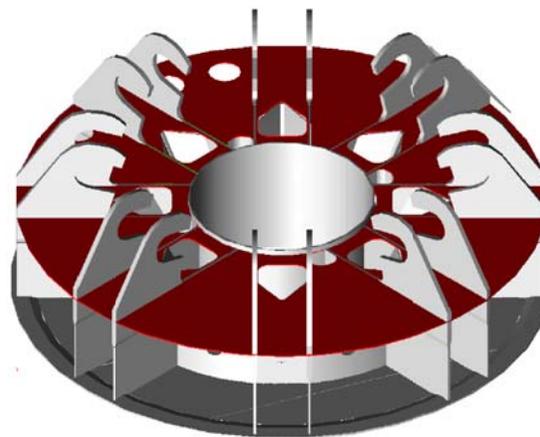
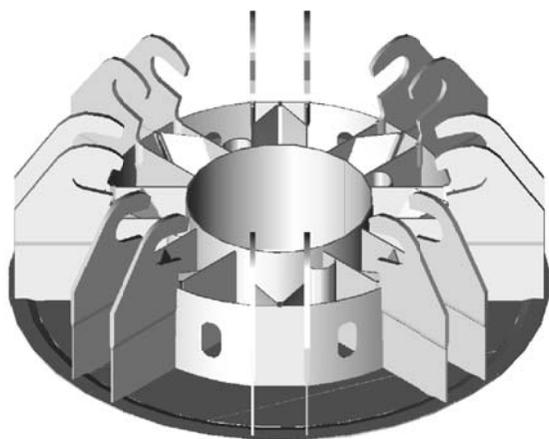
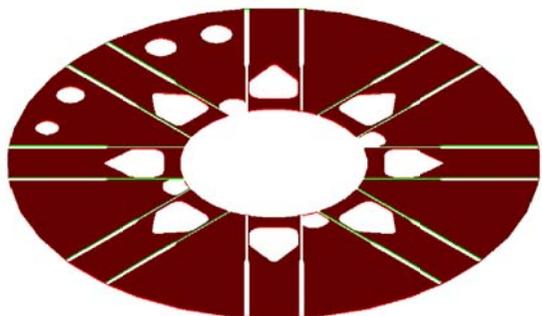


## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 4 "Spider":

Montaje de las protecciones de las cadenas principales y auxiliares y los intercostales

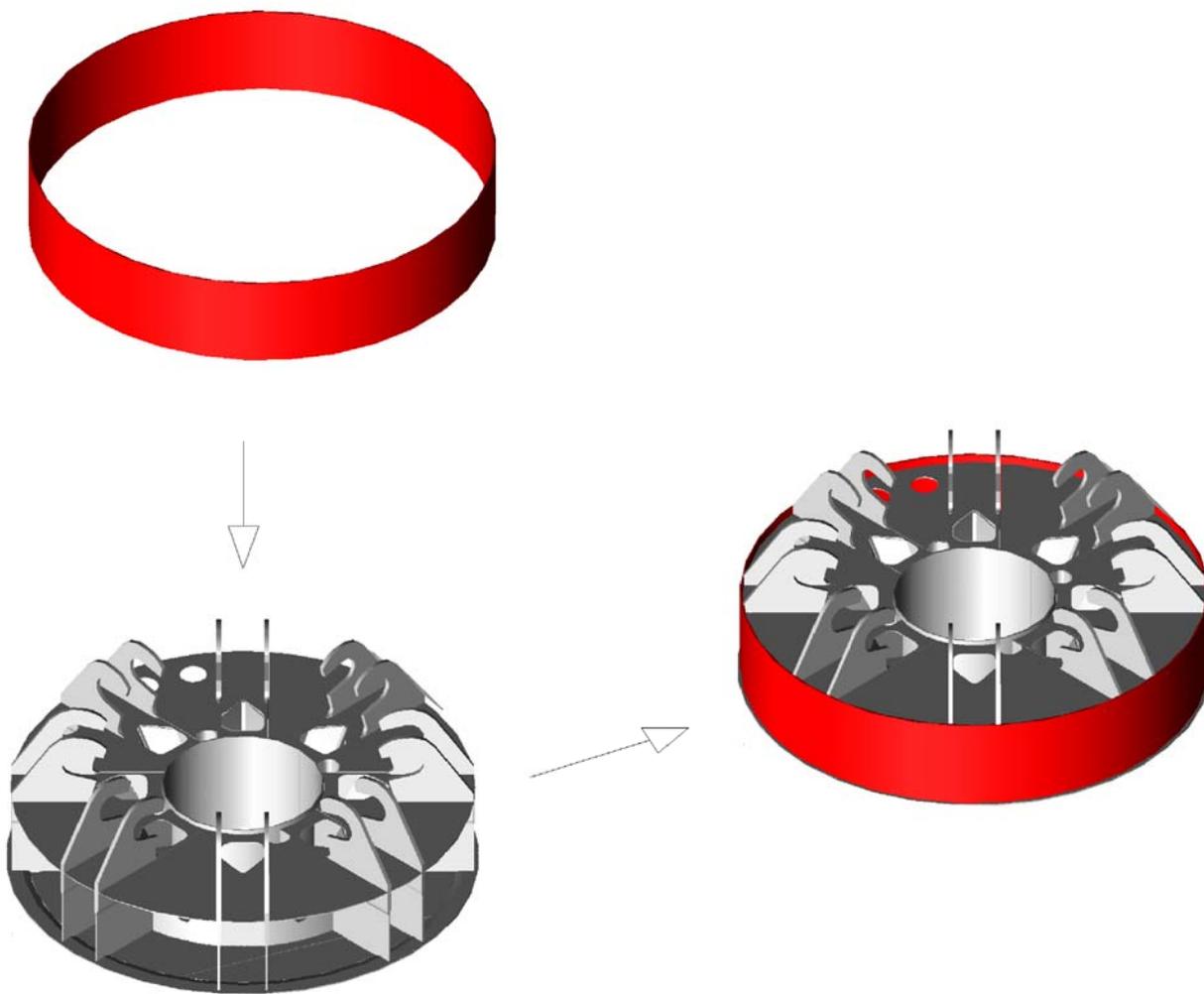
PLANO Nº:  
FT-04/03



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 4 "Spider":  
Montaje de la virola externa

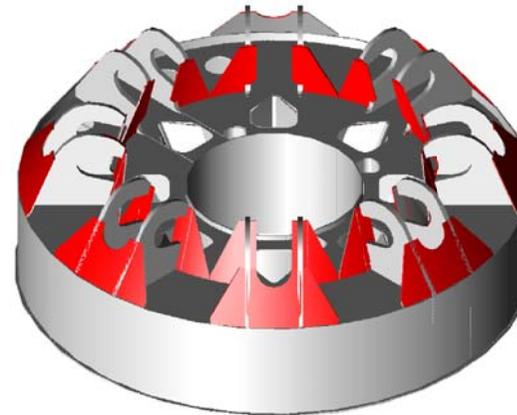
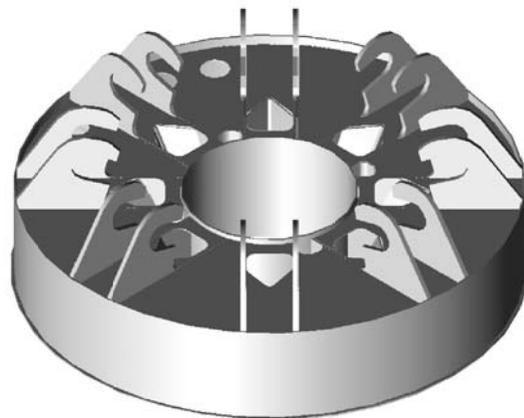
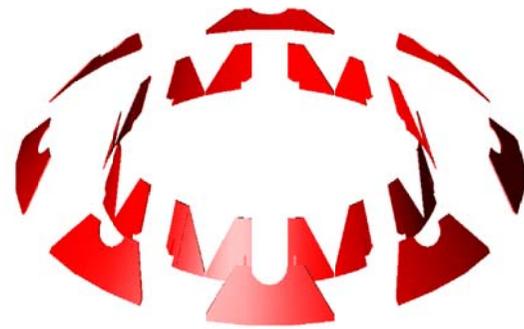
PLANO N°:  
FT-04/04



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subloque nº 4 "Spider":  
Montaje de la virola externa

PLANO Nº:  
FT-04/05



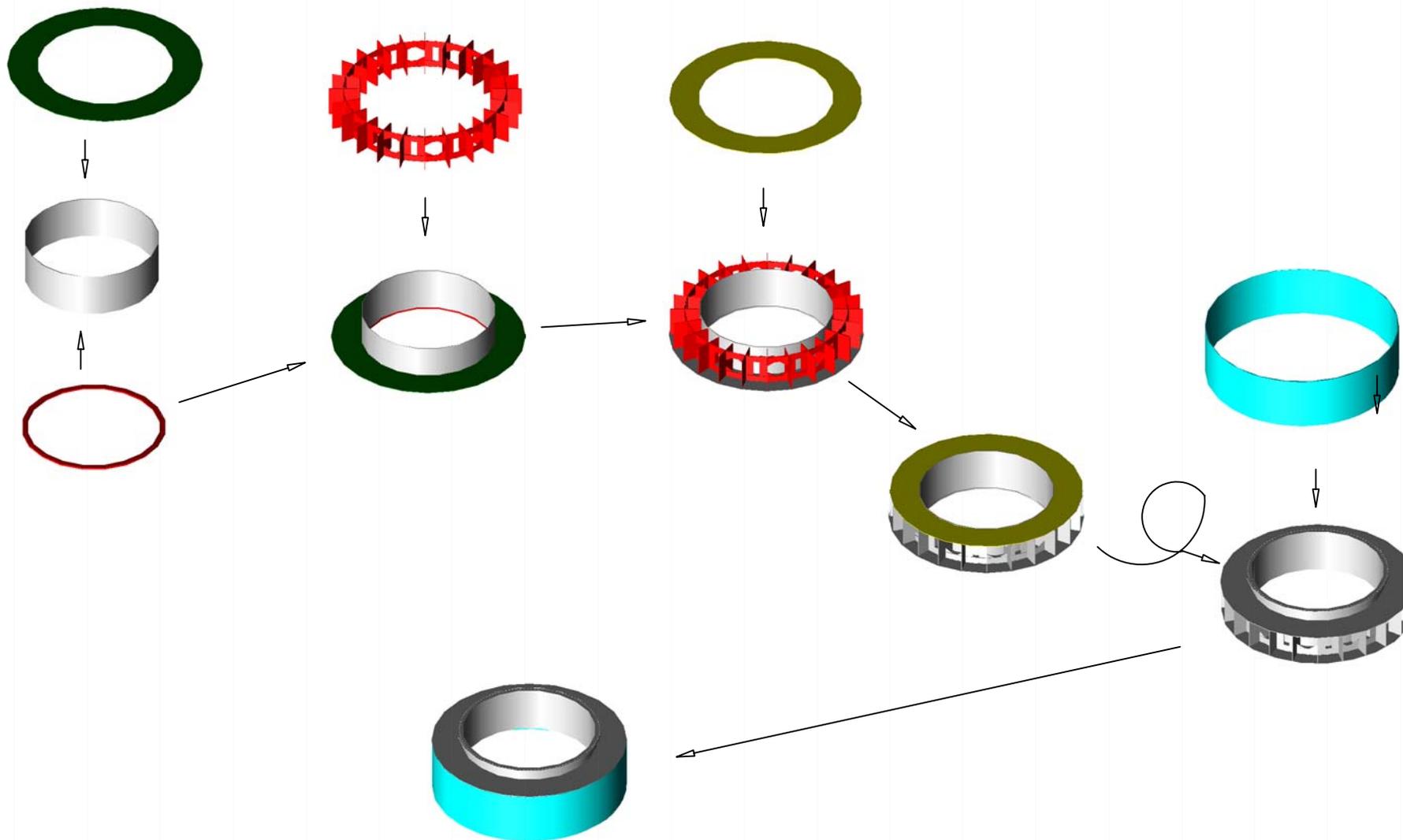
## **FABRICACIÓN TURRET**

Subbloque nº 4 "Spider":

Unión de los cartabones a refuerzos  
intercostales

PLANO N°:

FT-04/06



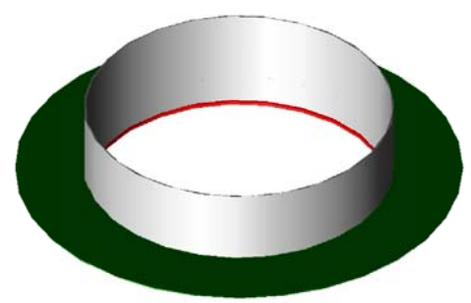
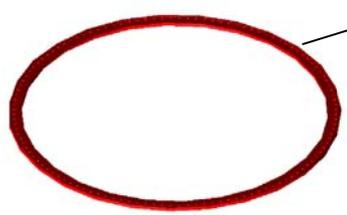
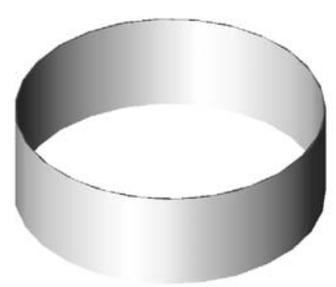
## FABRICACIÓN TURRET

Subloque nº 5 "Main Bearin Box":

Estrategia Constructiva

PLANO N°:

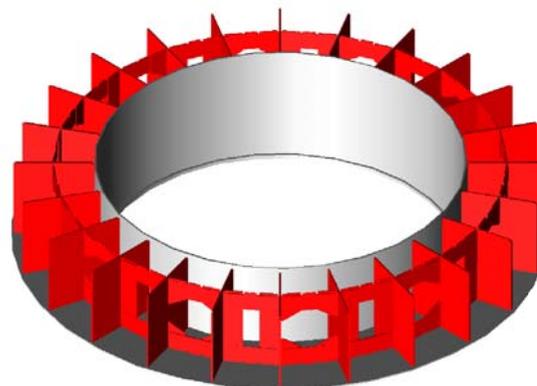
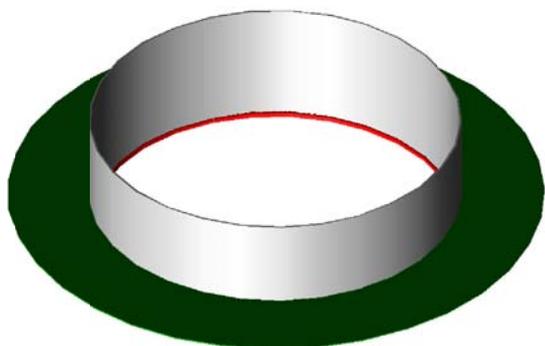
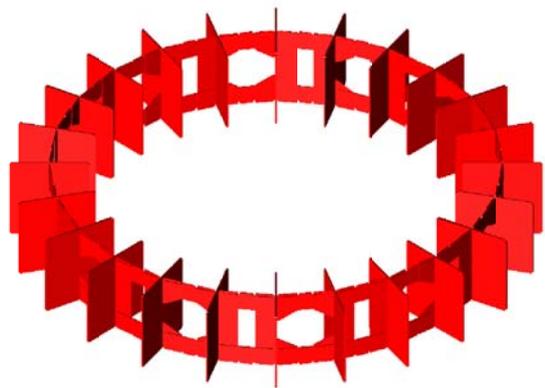
FT-05/00



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subloqueu nº 5 "Main Bearin Box":  
Unión de la tapa nivel 30830 con  
la virola interna

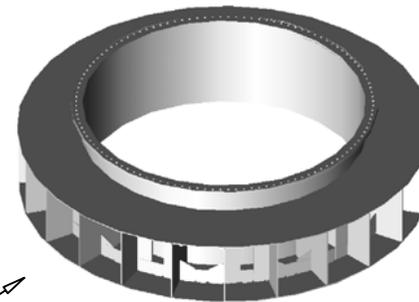
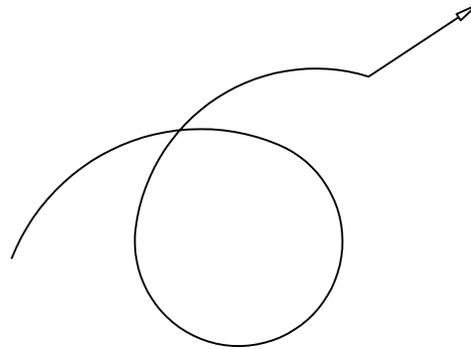
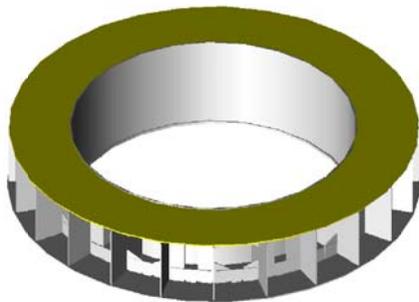
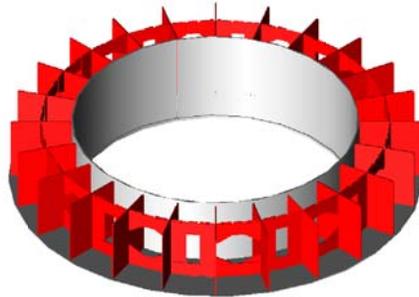
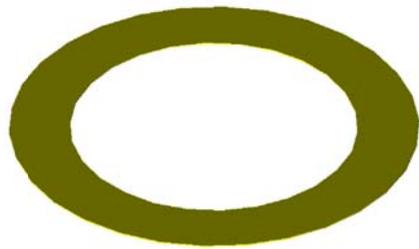
PLANO N°:  
FT-05/01



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subloqueu nº 5 "main Bearin Box":  
Montaje de los refuerzos radiales y  
los intercostales

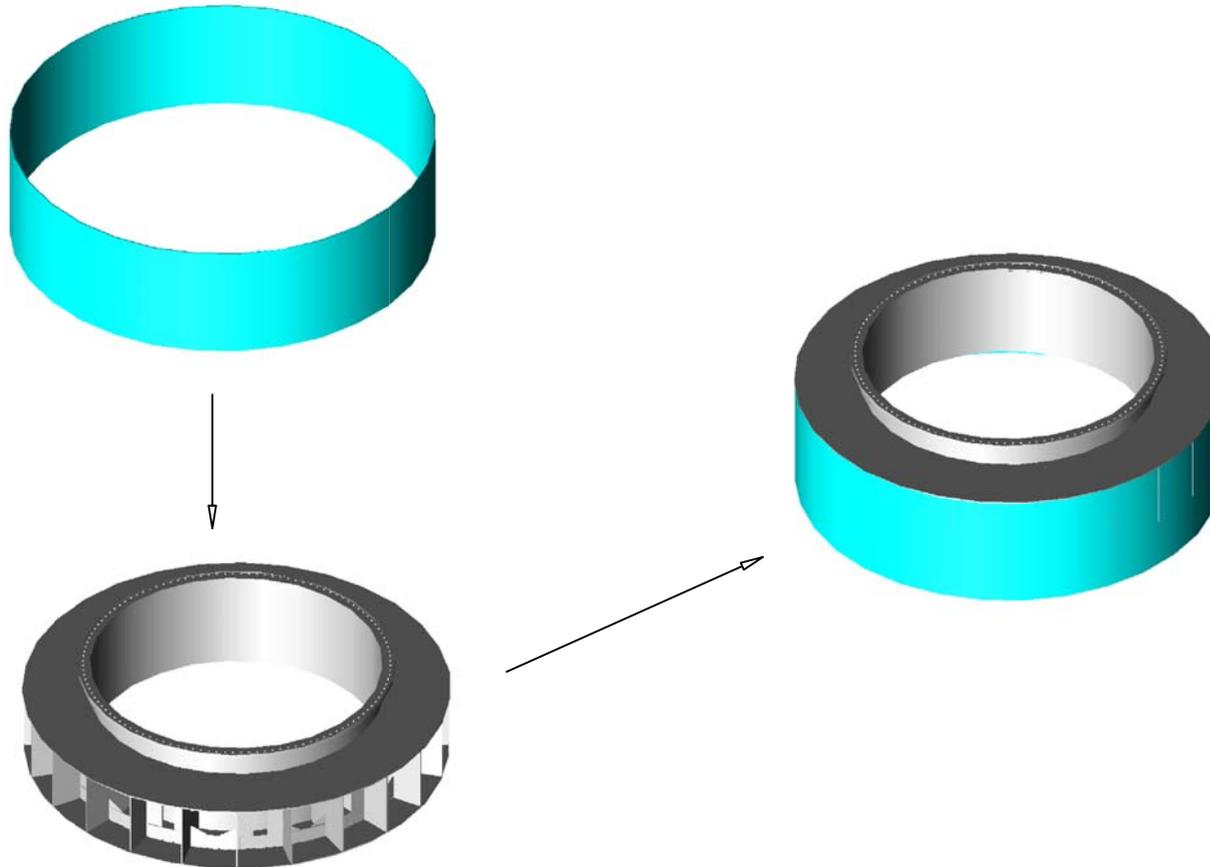
PLANO N°:  
FT-05/02



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subloqueo nº 3 "Main Bearin Box":  
Montaje de la tapa baja a la  
virola interior y exterior

PLANO Nº:  
FT-05/03



## **FABRICACIÓN TURRET**

Subloqueu nº 5 "Main Bearin Box":  
Unión de la virola exterior

PLANO Nº:  
FT-05/04



## Anexo 2 “Hoja de soldadura”

# HOJAS DE SOLDADURAS

| DESCRIPCIÓN                       | UNIÓN Nº  | CATEGORIA | MATERIAL BASE |        |       | POSICIÓN | MATERIAL APORTACIÓN  | COLADA | PROCESO    | SOLDADOR | WPS        | PQR        | END |
|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|--------|-------|----------|----------------------|--------|------------|----------|------------|------------|-----|
|                                   |           |           | TIPO          | COLADA | ESP   |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| SUB - BLOQUE Nº 1: EJE DEL TURRET |           |           |               |        |       |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| Topo Virola                       | SOLD Nº 1 | ESPECIAL  | DH36          |        | 30    | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Virola / Virola                   | SOLD Nº 2 | ESPECIAL  | DH36          |        | 30/30 | 1G       | E71 T-1<br>F7A4-EM12 |        | FCAW / SAW |          | WPS-TUR-02 | PQR-TUR-02 |     |

# HOJAS DE SOLDADURAS

| DESCRIPCIÓN                                 | UNIÓN Nº   | CATEGORIA | MATERIAL BASE |        |         | POSICIÓN | MATERIAL APORTACIÓN  | COLADA | PROCESO    | SOLDADOR | WPS        | PQR        | END |
|---|------------|-----------|---------------|--------|---------|----------|----------------------|--------|------------|----------|------------|------------|-----|
|   |            |           | TIPO          | COLADA | ESP     |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| <b>SUB - BLOQUE Nº 2: CABEZA DEL TURRET</b> |            |           |               |        |         |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| Tapa Nivel 25735                            | SOLD Nº 3  | PRIMARIA  | DH36          |        | 30      | 1G       | F7A4-EM12            |        | SAW        |          | WPS-TUR-03 | PQR-TUR-03 |     |
| Tope virola int                             | SOLD Nº 4  | ESPECIAL  | DH36          |        | 30      | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Tapa 25735 / Virola int                     | SOLD Nº 5  | ESPECIAL  | DH36          |        | 30 / 30 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Tope virola ext                             | SOLD Nº 6  | PRIMARIA  | DH36          |        | 20      | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Virola ext / Tapa 25735                     | SOLD Nº 7  | PRIMARIA  | DH36          |        | 20/30   | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Tapa 25735 / Refuerzos                      | SOLD Nº 8  | PRIMARIA  | DH36          |        | 30/20   | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Virola int / Refuerzos                      | SOLD Nº 9  | ESPECIAL  | DH36          |        | 30/20   | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Virola ext / Refuerzos                      | SOLD Nº 10 | PRIMARIA  | DH36          |        | 20/20   | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Tapa Nivel 27785                            | SOLD Nº 11 | ESPECIAL  | DH36          |        | 25      | 1G       | F7A4-EM12            |        | SAW        |          | WPS-TUR-03 | PQR-TUR-03 |     |
| Tapa 27785 / Virola int                     | SOLD Nº 12 | ESPECIAL  | DH36          |        | 25/30   | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Tapa 27785 / Virola ext                     | SOLD Nº 13 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25/20   | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Tapa 27785 / Refuerzos                      | SOLD Nº 14 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25/20   | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Tope virola ext                             | SOLD Nº 17 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30      | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Tope virola ext                             | SOLD Nº 18 | PRIMARIA  | DH36          |        | 40      | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Virola ext / Virola ext                     | SOLD Nº 19 | PRIMARIA  | DH36          |        | 20/30   | 1G       | E71 T-1<br>F7A4-EM12 |        | FCAW / SAW |          | WPS-TUR-08 | PQR-TUR-08 |     |
| Virola ext / Brida                          | SOLD Nº 20 | ESPECIAL  | DH36          |        | 40/115  | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-09 | PQR-TUR-09 |     |
| Virola ext / Virola ext                     | SOLD Nº 21 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30/40   | 1G       | E71 T-1<br>F7A4-EM12 |        | FCAW / SAW |          | WPS-TUR-02 | PQR-TUR-02 |     |

# HOJAS DE SOLDADURAS

| DESCRIPCIÓN                              | UNIÓN Nº   | CATEGORIA | MATERIAL BASE |        |       | POSICIÓN | MATERIAL APORTACIÓN  | COLADA | PROCESO    | SOLDADOR | WPS        | PQR        | END |
|--|------------|-----------|---------------|--------|-------|----------|----------------------|--------|------------|----------|------------|------------|-----|
|  |            |           | TIPO          | COLADA | ESP   |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| <b>SUB - BLOQUE Nº 3: CUBIERTA RISER</b> |            |           |               |        |       |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| Tapa Nivel 7000                          | SOLD Nº 22 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25    | 1G       | F7A4-EM12            |        | SAW        |          | WPS-TUR-03 | PQR-TUR-03 |     |
| Tope virola int 2400                     | SOLD Nº 23 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35    | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Tope virola int 1725                     | SOLD Nº 24 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35    | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Virola 2400 / 1725                       | SOLD Nº 25 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35/35 | 1G       | E71 T-1<br>F7A4-EM12 |        | FCAW / SAW |          | WPS-TUR-02 | PQR-TUR-02 |     |
| Rig. Virola / Virola int                 | SOLD Nº 27 | ESPECIAL  | DH36          |        | 20/35 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Prot. Cadena aux / Rig. Virola           | SOLD Nº 28 | PRIMARIA  | DH36          |        | 19/20 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Tapa / Virola int                        | SOLD Nº 29 | ESPECIAL  | DH36          |        | 25/35 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Tapa / Prot.cadena aux                   | SOLD Nº 31 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25/19 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Refuerzo / tapa                          | SOLD Nº 33 | PRIMARIA  | DH36          |        | 20/25 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Refuerzo / Protecciones                  | SOLD Nº 34 | PRIMARIA  | DH36          |        | 20/19 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Refuerzo /Virola interna                 | SOLD Nº 35 | ESPECIAL  | DH36          |        | 20/35 | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Refuerzo / Rig. Virola                   | SOLD Nº 36 | PRIMARIA  | DH36          |        | 20/25 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Rig. tapa                                | SOLD Nº 37 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25    | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Rig. Tapa / Tapa                         | SOLD Nº 38 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25/25 | 1G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Refuerzo / Rig. Tapa                     | SOLD Nº 39 | PRIMARIA  | DH36          |        | 20/25 | 3G       | E 71 T-1             |        | FCAW       |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |

# HOJAS DE SOLDADURAS

| DESCRIPCIÓN                      | UNIÓN Nº   | CATEGORIA | MATERIAL BASE |        |          | POSICIÓN | MATERIAL APORTACIÓN | COLADA | PROCESO | SOLDADOR | WPS        | PQR        | END |
|----------------------------------|------------|-----------|---------------|--------|----------|----------|---------------------|--------|---------|----------|------------|------------|-----|
|                                  |            |           | TIPO          | COLADA | ESP      |          |                     |        |         |          |            |            |     |
| <b>SUB - BLOQUE Nº 4: SPIDER</b> |            |           |               |        |          |          |                     |        |         |          |            |            |     |
| Tapa nivel 2725                  | SOLD Nº 40 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25       | 1G       | F7A4-EM12           |        | SAW     |          | WPS-TUR-03 | PQR-TUR-03 |     |
| Brida / Tapa                     | SOLD Nº 41 | PRIMARIA  | DH36          |        | 65/25    | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-09 | PQR-TUR-09 |     |
| Tope virola int 2400             | SOLD Nº 42 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35       | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Tapa / Virola int                | SOLD Nº 43 | ESPECIAL  | DH36          |        | 25/35    | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Tapa / Refuerzo                  | SOLD Nº 44 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25/45    | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Virola int / Refuerzos           | SOLD Nº 45 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35/45    | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Port. Cadena / Tapa              | SOLD Nº 47 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 25  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Port. Cadena Aux / tapa          | SOLD Nº 49 | ESPECIAL  | DH36          |        | 19/25    | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Intercostales / refuerzos        | SOLD Nº 50 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 45  | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Intercostales / Tapa             | SOLD Nº 51 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 25  | 4G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-07 | PQR-TUR-07 |     |
| Virola ext                       | SOLD Nº 53 | PRIMARIA  | DH36          |        | 35       | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Virola ext / Tapa                | SOLD Nº 54 | PRIMARIA  | DH36          |        | 35 / 25  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Virola ext / Refuerzos           | SOLD Nº 55 | PRIMARIA  | DH36          |        | 35 / 45  | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Fondo / Virola int               | SOLD Nº 56 | ESPECIAL  | DH36          |        | 25 / 35  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Fondo / Intercostales            | SOLD Nº 57 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 30  | 4G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-07 | PQR-TUR-07 |     |
| Catabones / refuerzos            | SOLD Nº 61 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 100 | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Cartabones / Virola ext          | SOLD Nº 62 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 35  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Catabones / intercostales        | SOLD Nº 63 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 25  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |

## HOJAS DE SOLDADURAS

| DESCRIPCIÓN                                | UNIÓN Nº   | CATEGORIA | MATERIAL BASE |        |          | POSICIÓN | MATERIAL APORTACIÓN | COLADA | PROCESO | SOLDADOR | WPS        | PQR        | END |
|--|------------|-----------|---------------|--------|----------|----------|---------------------|--------|---------|----------|------------|------------|-----|
|  |            |           | TIPO          | COLADA | ESP      |          |                     |        |         |          |            |            |     |
| <b>SUB - BLOQUE Nº 5: MAIN BEARING BOX</b> |            |           |               |        |          |          |                     |        |         |          |            |            |     |
| Tope virola int 2400                       | SOLD Nº 64 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35       | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Virola int / Brida                         | SOLD Nº 65 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35 / 100 | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-09 | PQR-TUR-09 |     |
| Tapa alta                                  | SOLD Nº 66 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30       | 1G       | F7A4-EM12           |        | SAW     |          | WPS-TUR-03 | PQR-TUR-03 |     |
| Tapa alta / Virola int                     | SOLD Nº 67 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 35  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Refuerzos / Tapa                           | SOLD Nº 68 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 30  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Intercostales / Tapa                       | SOLD Nº 69 | PRIMARIA  | DH36          |        | 16 / 30  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Refuerzos / Virola int                     | SOLD Nº 70 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 35  | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Tope Virola externa                        | SOLD Nº 71 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25       | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-01 | PQR-TUR-01 |     |
| Virola ext / Tapa alta                     | SOLD Nº 72 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 30  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Virola ext / Refuerzos                     | SOLD Nº 73 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 30  | 3G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-06 | PQR-TUR-06 |     |
| Tapa fondo / Virola Int                    | SOLD Nº 74 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 35  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Virola ext / Tapa fondo                    | SOLD Nº 75 | PRIMARIA  | DH36          |        | 25 / 30  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-04 | PQR-TUR-04 |     |
| Tapa fondo / Intercostales                 | SOLD Nº 76 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 16  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |
| Tapa fondo / Refuerzos                     | SOLD Nº 77 | PRIMARIA  | DH36          |        | 30 / 30  | 1G       | E 71 T-1            |        | FCAW    |          | WPS-TUR-05 | PQR-TUR-05 |     |

# HOJAS DE SOLDADURAS

| DESCRIPCIÓN   | UNIÓN Nº   | CATEGORIA | MATERIAL BASE |        |       | POSICIÓN | MATERIAL APORTACIÓN  | COLADA | PROCESO    | SOLDADOR | WPS        | PQR        | END |
|---|------------|-----------|---------------|--------|-------|----------|----------------------|--------|------------|----------|------------|------------|-----|
|   |            |           | TIPO          | COLADA | ESP   |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| <b>UNIÓN ENTRE SUB - BLOQUE Nº 1, Nº 2, Nº 3 Y Nº 4</b> |            |           |               |        |       |          |                      |        |            |          |            |            |     |
| Eje turret / Cabeza turret                              | SOLD Nº 78 | ESPECIAL  | DH36          |        | 30/30 | 1G       | E71 T-1<br>F7A4-EM12 |        | FCAW / SAW |          | WPS-TUR-02 | PQR-TUR-02 |     |
| Eje turret / Cubierta riser                             | SOLD Nº 79 | ESPECIAL  | DH36          |        | 30/35 | 1G       | E71 T-1<br>F7A4-EM12 |        | FCAW / SAW |          | WPS-TUR-08 | PQR-TUR-08 |     |
| Cubierta riser / Spider                                 | SOLD Nº 80 | ESPECIAL  | DH36          |        | 35/35 | 1G       | E71 T-1<br>F7A4-EM12 |        | FCAW / SAW |          | WPS-TUR-02 | PQR-TUR-02 |     |



## Anexo 3 “Programa de Puntos de Inspección”

**PROGRAMA PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)**

| Nº             | DESCRIPCIÓN                             | TIPO INSPECC      | %INSP. | PROCED./ESPEC./<br>PLAN | CONTRATA |       | CLIENTE |       | CALIDAD CLIENTE |       |
|----------------|---|-------------------|--------|-------------------------|----------|-------|---------|-------|-----------------|-------|
|                |   |                   |        |                         | FECHA    | FIRMA | FECHA   | FIRMA | FECHA           | FIRMA |
| <b>GENERAL</b> |   |                   |        |                         |          |       |         |       |                 |       |
| 1              | CONTROL DE DOCUMENTACIÓN                | VISUAL            | 100%   | PROCED.                 |          |       |         |       |                 |       |
| 2              | RECEPCIÓN MATERIAL BASE                 | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | PROCED.                 |          |       |         |       |                 |       |
| 3              | RECEPCIÓN MATERIAL DE APORTACIÓN        | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | ASME II                 |          |       |         |       |                 |       |
| 4              | IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD           | VISUAL            | 100%   | PROCED./ESPEC.          |          |       |         |       |                 |       |
| 5              | COMPROBACIÓN WPS Y PQR DE SOLDADURA     | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | AWS                     |          |       |         |       |                 |       |
| 6              | COMPROBACIÓN HOMOLOGACIÓN DE SOLDADORES | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | ASME IX                 |          |       |         |       |                 |       |

| PROGRAMA PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI) |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|--------|---------------------|----------|-------|---------|-------|-----------------|-------|
| Nº                                  | DESCRIPCIÓN                        | TIPO INSPECC      | %INSP. | PROCED./ESPEC./PLAN | CONTRATA |       | CLIENTE |       | CALIDAD CLIENTE |       |
|                                     |                                    |                   |        |                     | FECHA    | FIRMA | FECHA   | FIRMA | FECHA           | FIRMA |
| <b>FABRICACIÓN DEL TURRET</b>       |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| <b>ELABORACIÓN EN TALLER</b>        |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 7                                   | CORTE PLANCHAS Y PERFILES          | VISUAL            | 10%    | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| 8                                   | CONFORMADO PLANCHAS Y PERFILES     | VISUAL            | 10%    | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| 9                                   | ELABORACIÓN DE PREVIAS             | VISUAL            | 10%    | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| <b>FABRICACIÓN DE SUBLOQUES</b>     |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 10                                  | ARMADO, PUNTEADO Y SOLDADURA       | VISUAL            | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 11                                  | CONTROL DIMENSIONAL                | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 12                                  | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS            | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 13                                  | INSPECCIÓN VISUAL                  | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |
| 14                                  | REPARACIÓN DE SOLDADURA            | VISUAL            | 100%   | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| 15                                  | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REPARACIÓN | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 16                                  | INSPECCIÓN VISUAL REPARACIÓN       | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |
| <b>FABRICACIÓN DE BLOQUES</b>       |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 17                                  | ARMADO, PUNTEADO Y SOLDADURA       | VISUAL            | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 18                                  | CONTROL DIMENSIONAL                | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 19                                  | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS            | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 20                                  | INSPECCIÓN VISUAL                  | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |
| 21                                  | REPARACIÓN DE SOLDADURA            | VISUAL            | 100%   | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| 22                                  | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REPARACIÓN | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 23                                  | INSPECCIÓN VISUAL REPARACIÓN       | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |

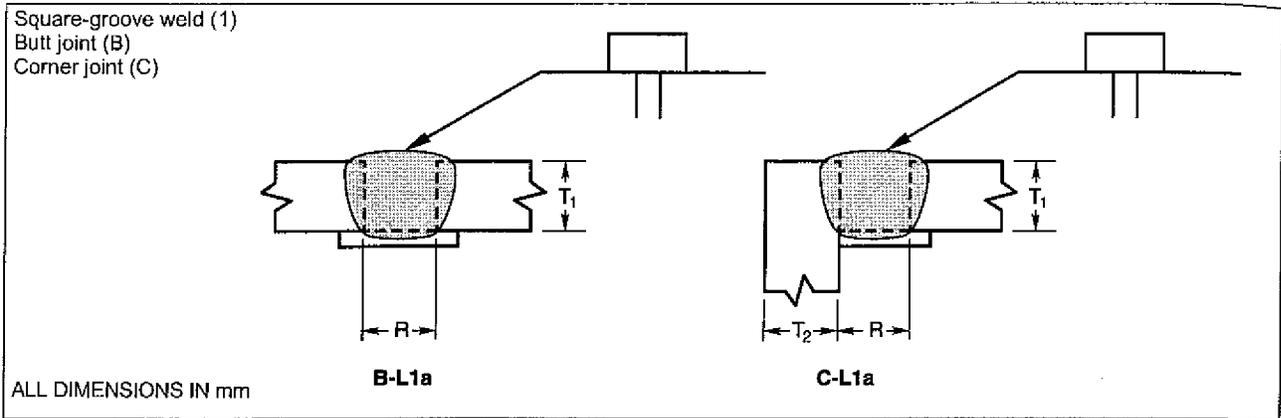
**PROGRAMA PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)**

| Nº   | DESCRIPCIÓN                        | TIPO INSPECC      | %INSP. | PROCED./ESPEC./PLAN | CONTRATA |       | CLIENTE |       | CALIDAD CLIENTE |       |
|--|------------------------------------|-------------------|--------|---------------------|----------|-------|---------|-------|-----------------|-------|
|  |                                    |                   |        |                     | FECHA    | FIRMA | FECHA   | FIRMA | FECHA           | FIRMA |
| <b>MONTAJE ESTRUCTURA VERTICAL DE ACCESO</b>         |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 24   | ARMADO, PUNTEADO Y SOLDADURA       | VISUAL            | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 25   | CONTROL DIMENSIONAL                | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 26   | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS            | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 27   | INSPECCIÓN VISUAL                  | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |
| 28   | REPARACIÓN DE SOLDADURA            | VISUAL            | 100%   | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| 29   | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REPARACIÓN | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 30   | INSPECCIÓN VISUAL REPARACIÓN       | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |
| <b>MONTAJE DEL TURRET</b>                            |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 31   | ARMADO, PUNTEADO Y SOLDADURA       | VISUAL            | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 32   | CONTROL DIMENSIONAL                | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 33   | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS            | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 34   | INSPECCIÓN VISUAL                  | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |
| 35   | REPARACIÓN DE SOLDADURA            | VISUAL            | 100%   | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| 36   | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REPARACIÓN | VISUAL DOCUMENTAL | ESP.   | ESPEC./             |          |       |         |       |                 |       |
| 37   | INSPECCIÓN VISUAL REPARACIÓN       | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |
| <b>MONTAJE DE LA TURNTABLE</b>                       |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 38   | PRETENSIONADO                      | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| <b>MONTAJE DE SWIVEL</b>                             |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 39   | PRETENSIONADO                      | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| <b>MONTAJE DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL DE ACCESO</b> |                                    |                   |        |                     |          |       |         |       |                 |       |
| 40   | ACOPLAMIENTO                       | VISUAL            | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 41   | ALINEACIÓN Y NIVELACION            | VISUAL DOCUMENTAL | 100%   | L.R.                |          |       |         |       |                 |       |
| 42   | PAR DE APRIETES                    | VISUAL            | 100%   | PROCED.             |          |       |         |       |                 |       |
| 43   | INSPECCIÓN VISUAL                  | VISUAL            | 100%   | AWS                 |          |       |         |       |                 |       |

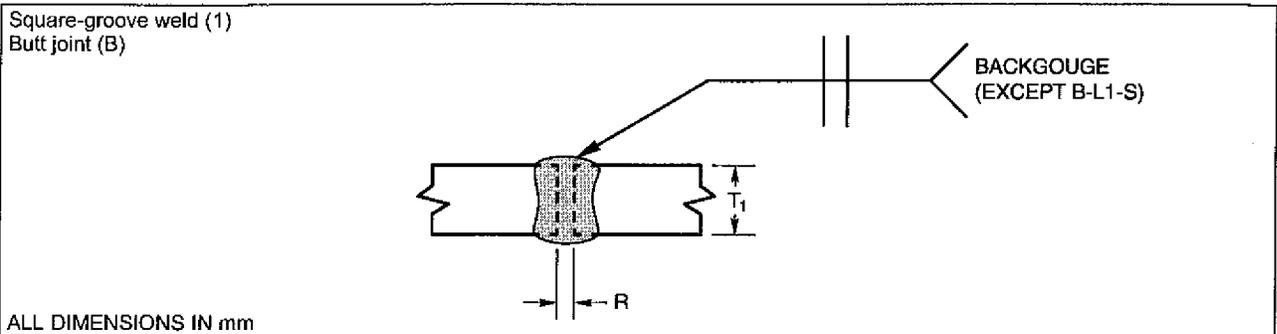


## Anexo 4 “Preparación de bordes, Tabla 3.4”

See Notes on Page 72



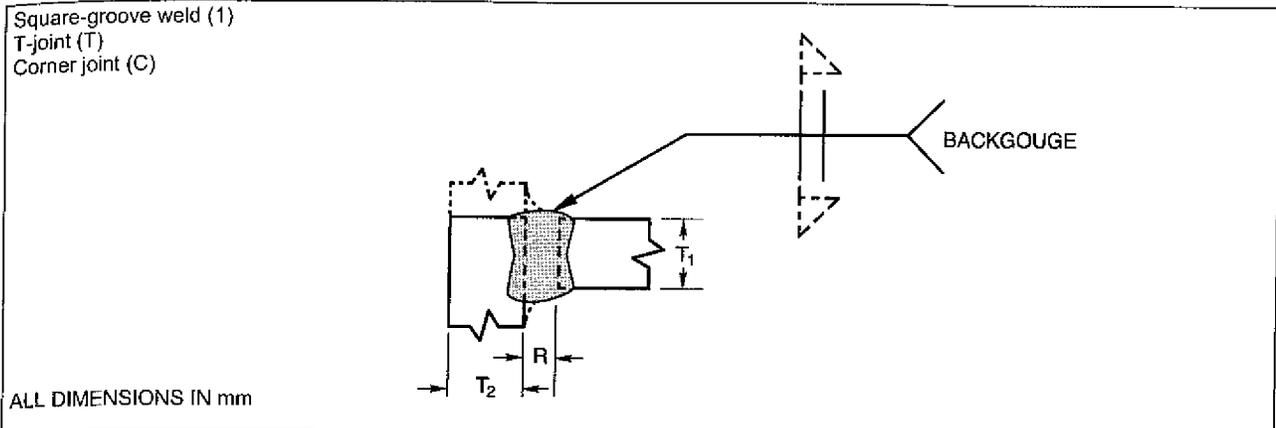
| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |                          |                        | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|-------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Tolerances               |                        |                           |                        |       |
|                 |                   |                                      |                |                    | As Detailed (see 3.13.1) | As Fit-Up (see 3.13.1) |                           |                        |       |
| SMAW            | B-L1a             | 6 max                                | —              | R = T <sub>1</sub> | +2, -0                   | +6, -2                 | All                       | —                      | 5, 10 |
|                 | C-L1a             | 6 max                                | U              | R = T <sub>1</sub> | +2, -0                   | +6, -2                 | All                       | —                      | 5, 10 |
| FCAW<br>GMAW    | B-L1a-GF          | 10 max                               | —              | R = T <sub>1</sub> | +2, -0                   | +6, -2                 | All                       | Not required           | 1, 10 |



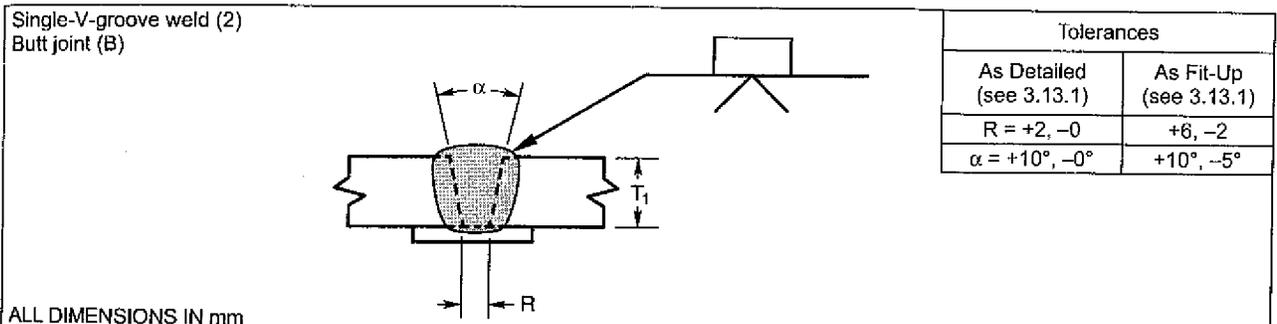
| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation  |                          |                        | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes    |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|---------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|----------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening        | Tolerances               |                        |                           |                        |          |
|                 |                   |                                      |                |                     | As Detailed (see 3.13.1) | As Fit-Up (see 3.13.1) |                           |                        |          |
| SMAW            | B-L1b             | 6 max                                | —              | $R = \frac{T_1}{2}$ | +2, -0                   | +2, -3                 | All                       | —                      | 4, 5, 10 |
| GMAW<br>FCAW    | B-L1b-GF          | 10 max                               | —              | R = 0 to 3          | +2, -0                   | +2, -3                 | All                       | Not required           | 1, 4, 10 |
| SAW             | B-L1-S            | 10 max                               | —              | R = 0               | ±0                       | +2, -0                 | F                         | —                      | 10       |
| SAW             | B-L1a-S           | 16 max                               | —              | R = 0               | ±0                       | +2, -0                 | F                         | —                      | 4, 10    |

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72



| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation  |                          |                        | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes   |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|---------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening        | Tolerances               |                        |                           |                        |         |
|                 |                   |                                      |                |                     | As Detailed (see 3.13.1) | As Fit-Up (see 3.13.1) |                           |                        |         |
| SMAW            | TC-L1b            | 6 max                                | U              | $R = \frac{T_1}{2}$ | +2, -0                   | +2, -3                 | All                       | —                      | 4, 5, 7 |
| GMAW<br>FCAW    | TC-L1-GF          | 10 max                               | U              | R = 0 to 3          | +2, -0                   | +2, -3                 | All                       | Not required           | 1, 4, 7 |
| SAW             | TC-L1-S           | 10 max                               | U              | R = 0               | ±0                       | +2, -0                 | F                         | —                      | 4, 7    |

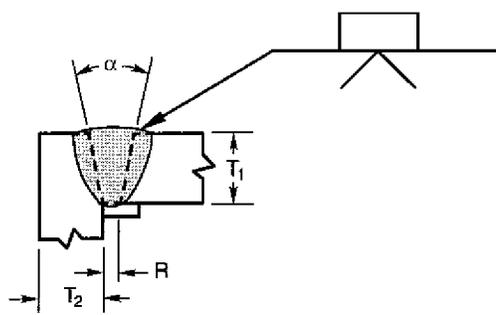


| Tolerances               |                        |
|--------------------------|------------------------|
| As Detailed (see 3.13.1) | As Fit-Up (see 3.13.1) |
| R = +2, -0               | +6, -2                 |
| α = +10°, -0°            | +10°, -5°              |

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|---------------------------|------------------------|-------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Groove Angle |                           |                        |       |
| SMAW            | B-U2a             | U                                    | —              | R = 6              | α = 45°      | All                       | —                      | 5, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | α = 30°      | F, V, OH                  | —                      | 5, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 12             | α = 20°      | F, V, OH                  | —                      | 5, 10 |
| GMAW<br>FCAW    | B-U2a-GF          | U                                    | —              | R = 5              | α = 30°      | F, V, OH                  | Required               | 1, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | α = 30°      | F, V, OH                  | Not req.               | 1, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 6              | α = 45°      | F, V, OH                  | Not req.               | 1, 10 |
| SAW             | B-L2a-S           | 50 max                               | —              | R = 6              | α = 30°      | F                         | —                      | 10    |
| SAW             | B-U2-S            | U                                    | —              | R = 16             | α = 20°      | F                         | —                      | 10    |

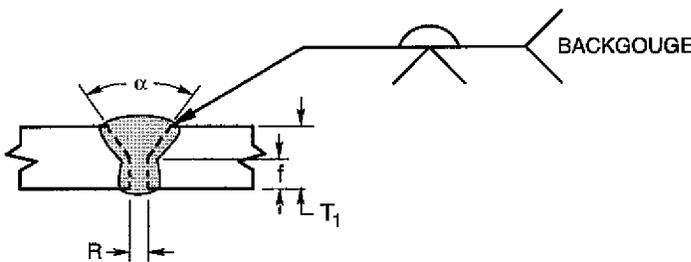
Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

| Single-V-groove weld (2)<br>Corner joint (C) |  |  |  | Tolerances                  |                           |
|--|--|--|--|-----------------------------|---------------------------|
|  |  |  |  | As Detailed<br>(see 3.13.1) | As Fit-Up<br>(see 3.13.1) |
|  |  |  |  | R = +2, -0                  | +6, -2                    |
|  |  |  |  | a = +10°, -0°               | +10°, -5°                 |

ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|---------------------------|------------------------|-------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Groove Angle |                           |                        |       |
| SMAW            | C-U2a             | U                                    | U              | R = 6              | α = 45°      | All                       | —                      | 5, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | α = 30°      | F, V, OH                  | —                      | 5, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 12             | α = 20°      | F, V, OH                  | —                      | 5, 10 |
| GMAW FCAW       | C-U2a-GF          | U                                    | U              | R = 5              | α = 30°      | F, V, OH                  | Required               | 1     |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | α = 30°      | F, V, OH                  | Not req.               | 1, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 6              | α = 45°      | F, V, OH                  | Not req.               | 1, 10 |
| SAW             | C-L2a-S           | 50 max                               | U              | R = 6              | α = 30°      | F                         | —                      | 10    |
| SAW             | C-U2-S            | U                                    | U              | R = 16             | α = 20°      | F                         | —                      | 10    |

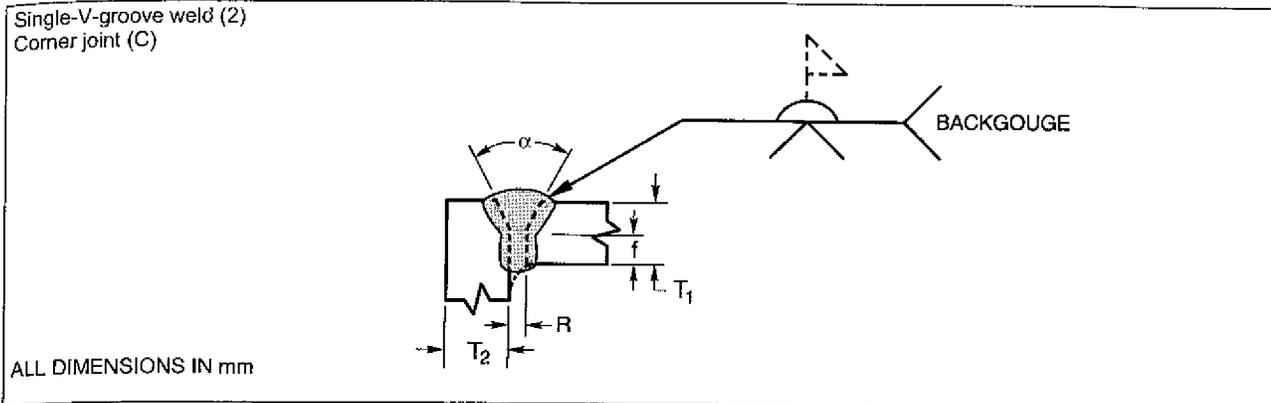
| Single-V-groove weld (2)<br>Butt joint (B) |  |  |  | Tolerances                  |                           |
|--|--|---|--|-----------------------------|---------------------------|
|  |  |   |  | As Detailed<br>(see 3.13.1) | As Fit-Up<br>(see 3.13.1) |
|  |  |   |  | R = +2, -0                  | +2, -3                    |
|  |  |   |  | +2, -0                      | Not limited               |
|  |  |   |  | +10°, -0°                   | +10°, -5°                 |

ALL DIMENSIONS IN mm

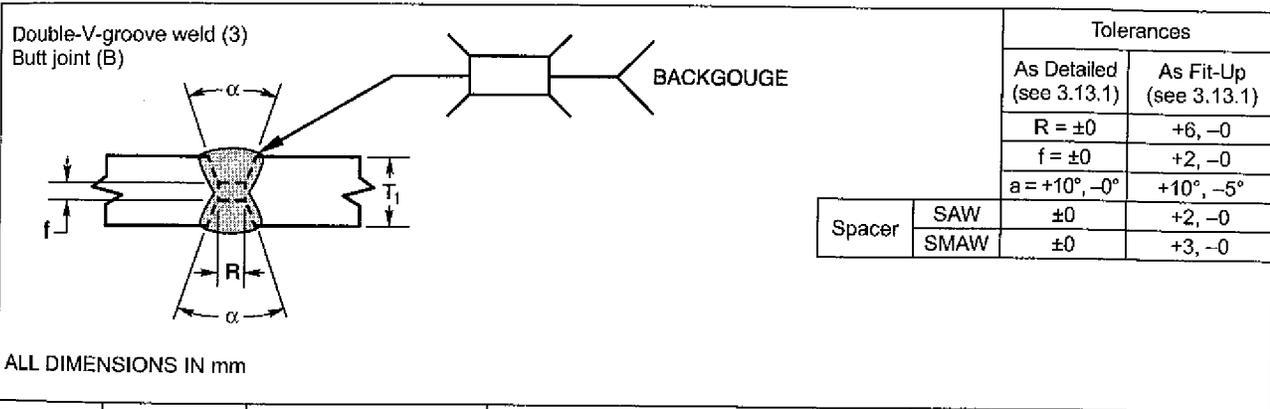
| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Root Opening                        | Root Face Groove Angle                | Tolerances                         |                        | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|-------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> |                                     |                                       | As Detailed (see 3.13.1)           | As Fit-Up (see 3.13.1) |                           |                        |       |
| SMAW            | B-U2              | U                                    | —              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>α = 60° | +2, -0<br>+2, -0<br>+10°, -0°         | +2, -3<br>Not limited<br>+10°, -5° | All                    | —                         | 4, 5, 10               |       |
| GMAW FCAW       | B-U2-GF           | U                                    | —              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>α = 60° | +2, -0<br>+2, -0<br>+10°, -0°         | +2, -3<br>Not limited<br>+10°, -5° | All                    | Not required              | 1, 4, 10               |       |
| SAW             | B-L2c-S           | Over 12 to 25                        | —              | R = 0<br>f = 6 max<br>α = 60°       | R = ±0<br>f = +0, -f<br>α = +10°, -0° | +2, -0<br>±2<br>+10°, -5°          | F                      | —                         | 4, 10                  |       |
|                 |                   | Over 25 to 38                        | —              | R = 0<br>f = 12 max<br>α = 60°      |                                       |                                    |                        |                           |                        |       |
|                 |                   | Over 38 to 50                        | —              | R = 0<br>f = 16 max<br>α = 60°      |                                       |                                    |                        |                           |                        |       |

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72



| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation                        |                               |                                    | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes       |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|---|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening<br>Root Face<br>Groove Angle | Tolerances                    |                                    |                           |                        |             |
|                 |                   |                                      |                |   | As Detailed (see 3.13.1)      | As Fit-Up (see 3.13.1)             |                           |                        |             |
| SMAW            | C-U2              | U                                    | U              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>α = 60°       | +2, -0<br>+2, -0<br>+10°, -0° | +2, -3<br>Not limited<br>+10°, -5° | All                       | —                      | 4, 5, 7, 10 |
| GMAW<br>FCAW    | C-U2-GF           | U                                    | U              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>α = 60°       | +2, -0<br>+2, -0<br>+10°, -0° | +2, -3<br>Not limited<br>+10°, -5° | All                       | Not required           | 1, 4, 7, 10 |
| SAW             | C-U2b-S           | U                                    | U              | R = 0 to 3<br>f = 6 max<br>α = 60°        | ±0<br>+0, -6<br>+10°, -0°     | +2, -0<br>±2<br>+10°, -5°          | F                         | —                      | 4, 7, 10    |



|               |      | Tolerances               |                        |
|---------------|------|--------------------------|------------------------|
|               |      | As Detailed (see 3.13.1) | As Fit-Up (see 3.13.1) |
| R = ±0        |      | ±0                       | +6, -0                 |
| f = ±0        |      | ±0                       | +2, -0                 |
| a = +10°, -0° |      | ±0                       | +10°, -5°              |
| Spacer        | SAW  | ±0                       | +2, -0                 |
|               | SMAW | ±0                       | +3, -0                 |

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |            |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes       |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|------------|--------------|---------------------------|------------------------|-------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Root Face  | Groove Angle |                           |                        |             |
| SMAW            | B-U3a             | U<br>Spacer = 1/8 × R                | —              | R = 6              | f = 0 to 3 | α = 45°      | All                       | —                      | 4, 5, 8, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | f = 0 to 3 | α = 30°      | F, V, OH                  | —                      |             |
|                 |                   |                                      |                | R = 12             | f = 0 to 3 | α = 20°      | F, V, OH                  | —                      |             |
| SAW             | B-U3a-S           | U<br>Spacer = 1/4 × R                | —              | R = 16             | f = 0 to 6 | α = 20°      | F                         | —                      | 4, 8, 10    |

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

|  |  |  |     |                |                  |    |  |
|--|--|--|-----|----------------|------------------|----|--|
| Double-V-groove weld (3)<br>Butt joint (B) |  |  |     |                | For B-U3c-S only |    |  |
|  |  | T <sub>1</sub>   |     | S <sub>1</sub> |                  |    |  |
|  |  | Over   | to  |                |                  |    |  |
|  |  | 50   | 60  |                |                  | 35 |  |
|  |  | 60   | 80  |                |                  | 45 |  |
|  |  | 80   | 90  |                |                  | 55 |  |
|  |  | 90   | 100 |                |                  | 60 |  |
|  |  | 100  | 120 |                |                  | 70 |  |
|  |  | 120  | 140 |                |                  | 80 |  |
|  |  | 140  | 160 |                |                  | 95 |  |
|  |  | For T <sub>1</sub> > 160 or T <sub>1</sub> ≤ 50<br>S <sub>1</sub> = 2/3 (T <sub>1</sub> - 6) |     |                |                  |    |  |

ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process  | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation                        |                               |                               | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes       |
|--|-------------------|--------------------------------------|----------------|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|
|  |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening<br>Root Face<br>Groove Angle | Tolerances                    |                               |                           |                        |             |
|  |                   |                                      |                |   | As Detailed (see 3.13.1)      | As Fit-Up (see 3.13.1)        |                           |                        |             |
| SMAW   | B-U3b             | U                                    | —              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>α = β = 60°   | +2, -0                        | +2, -3                        | All                       | —                      | 4, 5, 8, 10 |
| GMAW<br>FCAW   | B-U3-GF           |                                      |                |   | +2, -0<br>+10°, -0°           | Not limited<br>+10°, -5°      |                           |                        |             |
| SAW  | B-U3c-S           | U                                    | —              | R = 0<br>f = 6 min<br>α = β = 60°         | +2, -0<br>+6, -0<br>+10°, -0° | +2, -0<br>+6, -0<br>+10°, -5° | F                         | —                      | 4, 8, 10    |
| To find S <sub>1</sub> see table above: S <sub>2</sub> = T <sub>1</sub> - (S <sub>1</sub> + f) |                   |                                      |                |   |                               |                               |                           |                        |             |

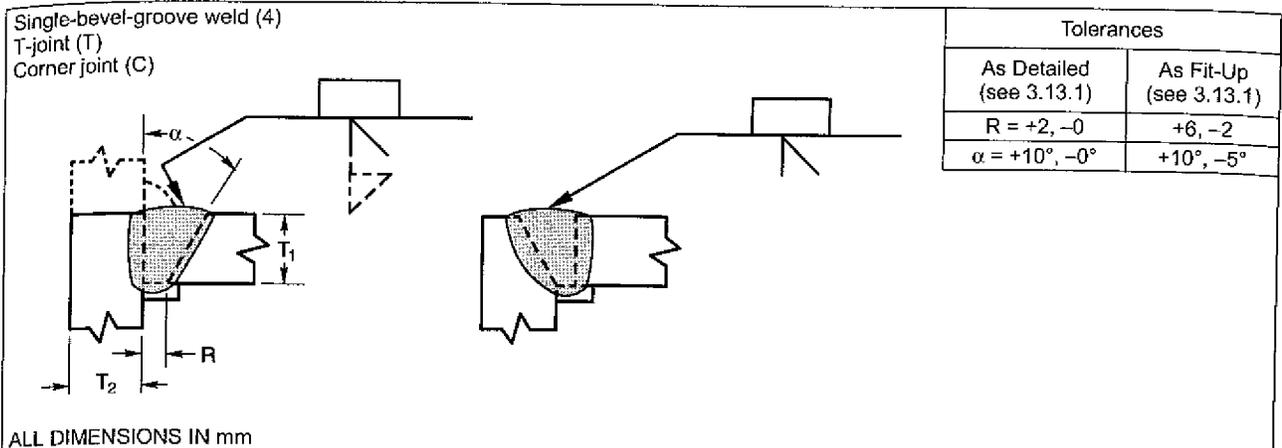
|  |  |  |  |                          |                        |  |
|--|--|--|--|--------------------------|------------------------|--|
| Single-bevel-groove weld (4)<br>Butt joint (B) |  |  |  |                          | Tolerances             |  |
|  |  |  |  | As Detailed (see 3.13.1) | As Fit-Up (see 3.13.1) |  |
|  |  |  |  | R = +2, -0               | +6, -2                 |  |
|  |  |  |  | a = +10°, -0°            | +10°, -5°              |  |

ALL DIMENSIONS IN mm

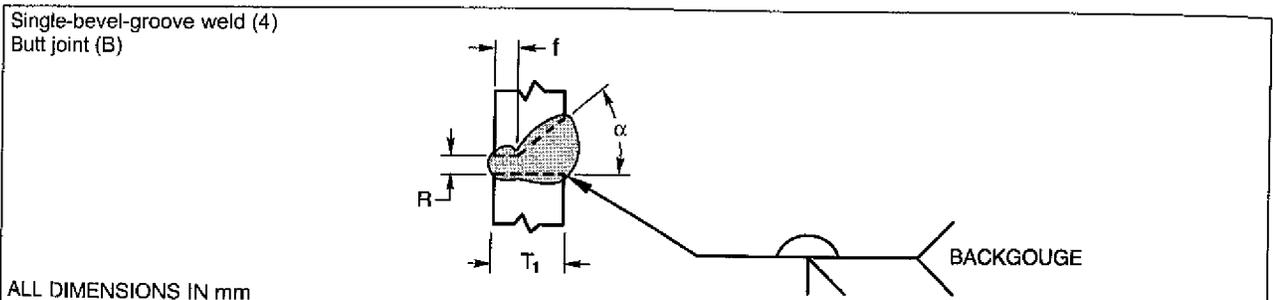
| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes    |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|---------------------------|------------------------|----------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Groove Angle |                           |                        |          |
| SMAW            | B-U4a             | U                                    | —              | R = 6              | α = 45°      | All                       | —                      | 3, 5, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | α = 30°      |                           |                        |          |
| GMAW<br>FCAW    | B-U4a-GF          | U                                    | —              | R = 5              | α = 30°      | All                       | Required               | 1, 3, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 6              | α = 45°      |                           |                        |          |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | α = 30°      |                           |                        |          |
| SAW             | B-U4a-S           | U                                    | U              | R = 10             | α = 30°      | F                         | —                      | 3, 10    |
|                 |                   |                                      |                | R = 6              | α = 45°      |                           |                        |          |

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72



| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |                     | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes        |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|--------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Groove Angle        |                           |                        |              |
| SMAW            | TC-U4a            | U                                    | U              | R = 6              | $\alpha = 45^\circ$ | All                       | —                      | 5, 7, 10, 11 |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | $\alpha = 30^\circ$ | F, V, OH                  | —                      | 5, 7, 10, 11 |
| GMAW<br>FCAW    | TC-U4a-GF         | U                                    | U              | R = 5              | $\alpha = 30^\circ$ | All                       | Required               | 1, 7, 10, 11 |
|                 |                   |                                      |                | R = 10             | $\alpha = 30^\circ$ | F                         | Not req.               | 1, 7, 10, 11 |
|                 |                   |                                      |                | R = 6              | $\alpha = 45^\circ$ | All                       | Not req.               | 1, 7, 10, 11 |
| SAW             | TC-U4a-S          | U                                    | U              | R = 10             | $\alpha = 30^\circ$ | F                         | —                      | 7, 10, 11    |
|                 |                   |                                      |                | R = 6              | $\alpha = 45^\circ$ |                           |                        |              |



| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Root Opening                              | Tolerances                                   |   | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes       |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|---|--|---|---------------------------|------------------------|-------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> |   | As Detailed (see 3.13.1)                     | As Fit-Up (see 3.13.1)                    |                           |                        |             |
|                 |                   | SMAW                                 | B-U4b          |   | U  | —   |                           |                        |             |
| GMAW<br>FCAW    | B-U4b-GF          | U                                    | —              |   |  |   | All                       | Not required           | 1, 3, 4, 10 |
| SAW             | B-U4b-S           | U                                    | U              | R = 0<br>f = 6 max<br>$\alpha = 60^\circ$ | $\pm 0$<br>$+0, -3$<br>$+10^\circ, -0^\circ$ | +6, -0<br>$\pm 2$<br>$10^\circ, -5^\circ$ | F                         | —                      | 3, 4, 10    |

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

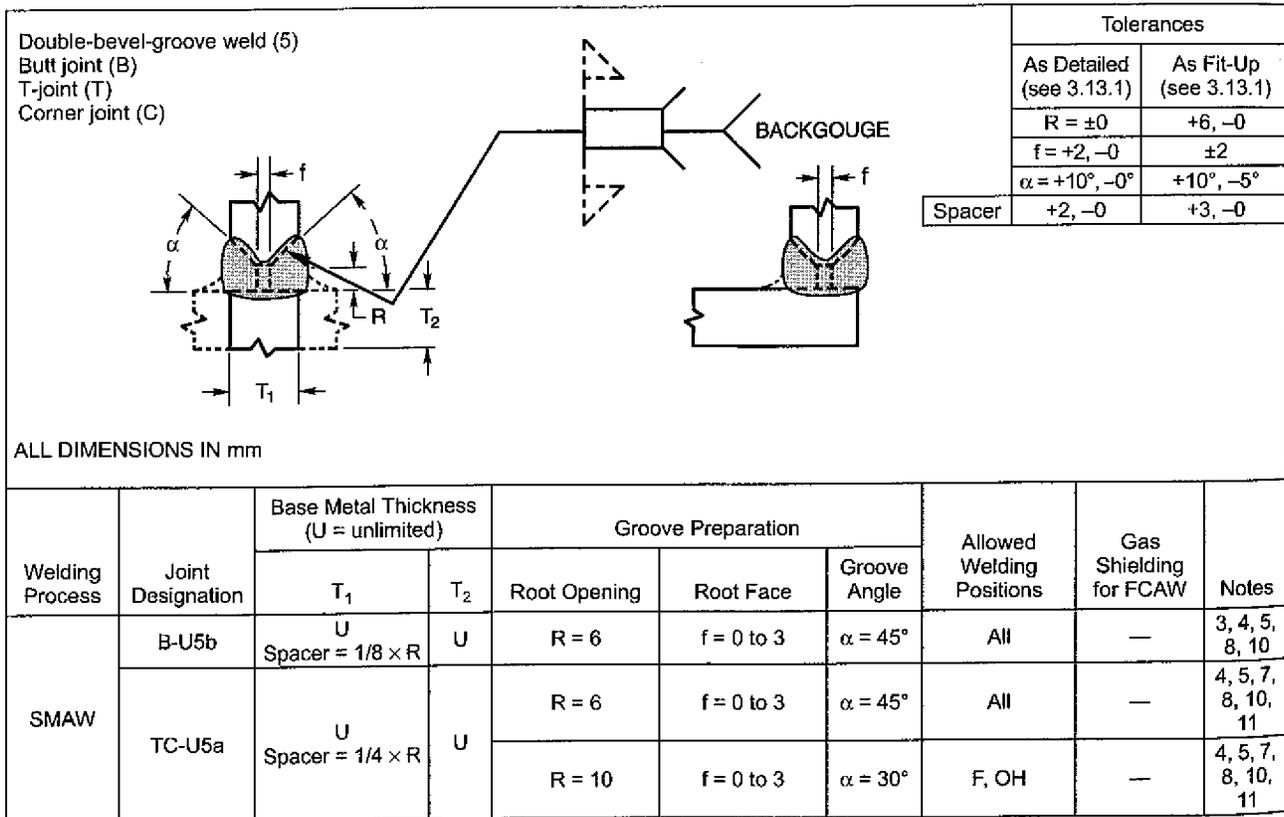
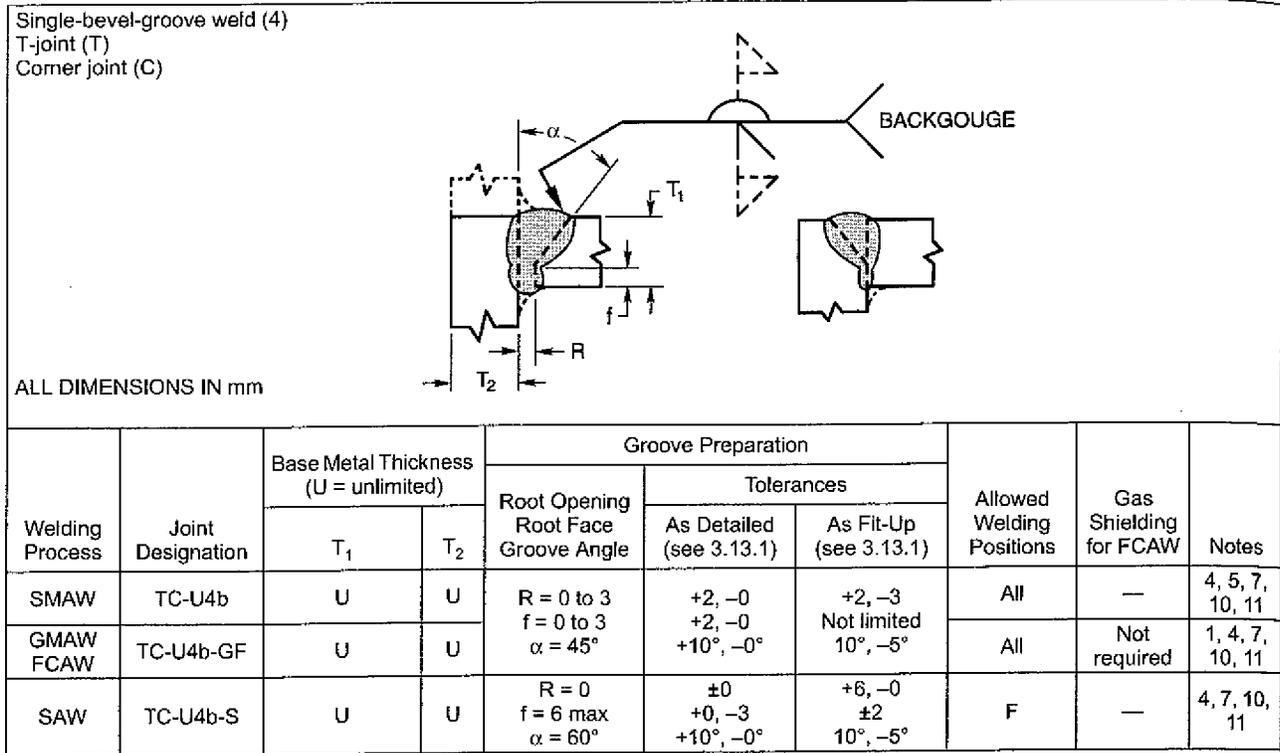


Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

Double-bevel-groove weld (5)  
Butt joint (B)

ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation   |  |   | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes          |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--|--|---|---------------------------|------------------------|----------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening<br>Root Face<br>Groove Angle  | Tolerances   |   |                           |                        |                |
|                 |                   |                                      |                |  | As Detailed (see 3.13.1)                                   | As Fit-Up (see 3.13.1)  |                           |                        |                |
| SMAW            | B-U5a             | U                                    | —              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>$\alpha = 45^\circ$<br>$\beta = 0^\circ$ to $15^\circ$ | +2, -0<br>+2, -0<br>$\alpha + \beta +10^\circ$<br>-0°      | +2, -3<br>Not limited<br>$\alpha + \beta +10^\circ$<br>-5°      | All                       | —                      | 3, 4, 5, 8, 10 |
| GMAW<br>FCAW    | B-U5-GF           | U                                    | —              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>$\alpha = 45^\circ$<br>$\beta = 0^\circ$ to $15^\circ$ | +2, -0<br>+2, -0<br>$\alpha + \beta = +10^\circ, -0^\circ$ | +2, -3<br>Not limited<br>$\alpha + \beta = +10^\circ, -5^\circ$ | All                       | Not required           | 1, 3, 4, 8, 10 |

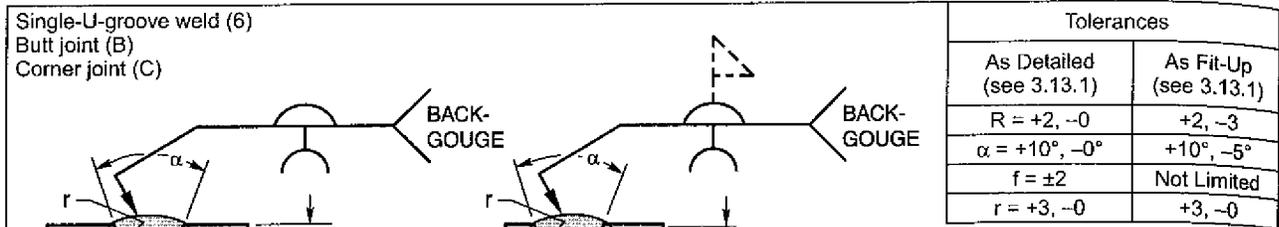
Double-bevel-groove weld (5)  
T-joint (T)  
Corner joint (C)

ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation                              |  |  | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes              |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|---|--|--|---------------------------|------------------------|--------------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening<br>Root Face<br>Groove Angle       | Tolerances                                 |  |                           |                        |                    |
|                 |                   |                                      |                |   | As Detailed (see 3.13.1)                   | As Fit-Up (see 3.13.1)                         |                           |                        |                    |
| SMAW            | TC-U5b            | U                                    | U              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>$\alpha = 45^\circ$ | +2, -0<br>+2, -0<br>$+10^\circ, -0^\circ$  | +2, -3<br>Not limited<br>$+10^\circ, -5^\circ$ | All                       | —                      | 4, 5, 7, 8, 10, 11 |
| GMAW<br>FCAW    | TC-U5-GF          | U                                    | U              | R = 0 to 3<br>f = 0 to 3<br>$\alpha = 45^\circ$ | +2, -0<br>+2, -0<br>$+10^\circ, -0^\circ$  | +2, -3<br>Not limited<br>$+10^\circ, -5^\circ$ | All                       | Not required           | 1, 4, 7, 8, 10, 11 |
| SAW             | TC-U5-S           | U                                    | U              | R = 0<br>f = 5 max<br>$\alpha = 60^\circ$       | $\pm 0$<br>+0, -5<br>$+10^\circ, -0^\circ$ | +2, -0<br>$\pm 2$<br>$+10^\circ, -5^\circ$     | F                         | —                      | 4, 7, 8, 10, 11    |

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

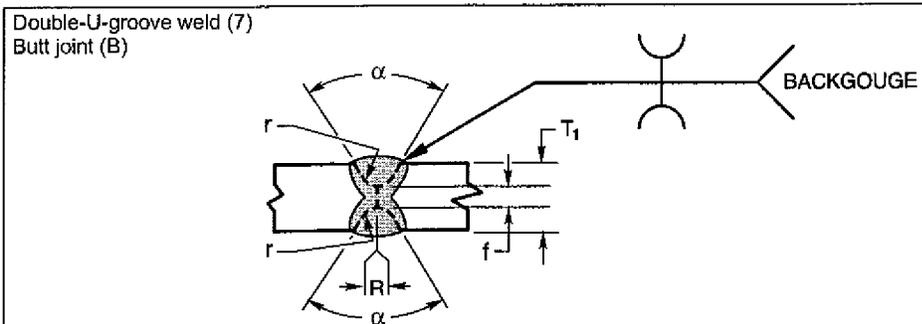
See Notes on Page 72



| Tolerances                     |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| As Detailed (see 3.13.1)       | As Fit-Up (see 3.13.1) |
| R = +2, -0                     | +2, -3                 |
| $\alpha = +10^\circ, -0^\circ$ | +10°, -5°              |
| f = ±2                         | Not Limited            |
| r = +3, -0                     | +3, -0                 |

ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |                     |           |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes       |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|-----------|--------------|---------------------------|------------------------|-------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Groove Angle        | Root Face | Bevel Radius |                           |                        |             |
| SMAW            | B-U6              | U                                    | U              | R = 0 to 3         | $\alpha = 45^\circ$ | f = 3     | r = 6        | All                       | —                      | 4, 5, 10    |
|                 |                   |                                      |                | R = 0 to 3         | $\alpha = 20^\circ$ | f = 3     | r = 6        | F, OH                     | —                      | 4, 5, 10    |
|                 | C-U6              | U                                    | U              | R = 0 to 3         | $\alpha = 45^\circ$ | f = 3     | r = 6        | All                       | —                      | 4, 5, 7, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 0 to 3         | $\alpha = 20^\circ$ | f = 3     | r = 6        | F, OH                     | —                      | 4, 5, 7, 10 |
| GMAW<br>FCAW    | B-U6-GF           | U                                    | U              | R = 0 to 3         | $\alpha = 20^\circ$ | f = 3     | r = 6        | All                       | Not req.               | 1, 4, 10    |
|                 | C-U6-GF           | U                                    | U              | R = 0 to 3         | $\alpha = 20^\circ$ | f = 3     | r = 6        | All                       | Not req.               | 1, 4, 7, 10 |



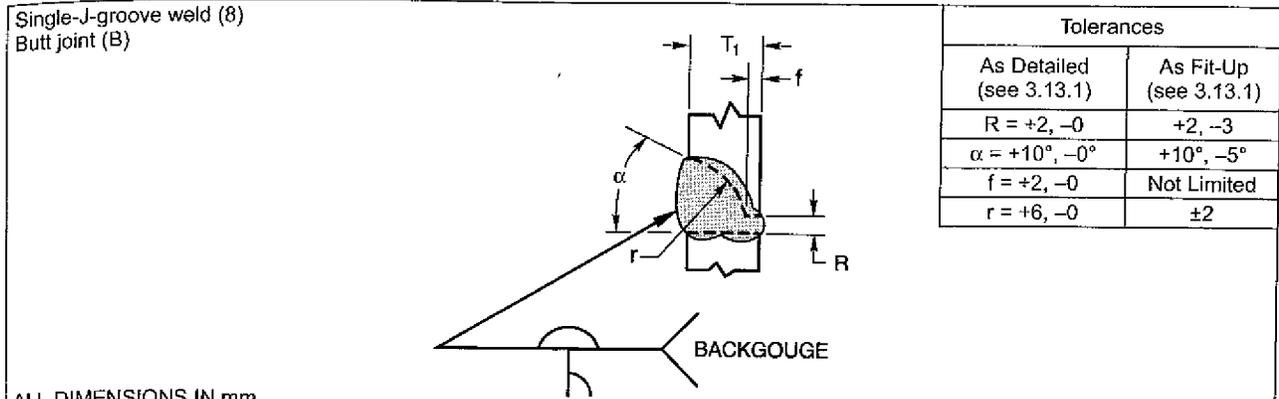
| Tolerances                     |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| As Detailed (see 3.13.1)       | As Fit-Up (see 3.13.1) |
| For B-U7 and B-U7-GF           |                        |
| R = +2, -0                     | +2, -3                 |
| $\alpha = +10^\circ, -0^\circ$ | +10°, -5°              |
| f = ±2, -0                     | Not Limited            |
| r = +6, -0                     | ±2                     |
| For B-U7-S                     |                        |
| R = ±0                         | +2, -0                 |
| f = +0, -6                     | ±2                     |

ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation |                     |           |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes       |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|-----------|--------------|---------------------------|------------------------|-------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening       | Groove Angle        | Root Face | Bevel Radius |                           |                        |             |
| SMAW            | B-U7              | U                                    | —              | R = 0 to 3         | $\alpha = 45^\circ$ | f = 3     | r = 6        | All                       | —                      | 4, 5, 8, 10 |
|                 |                   |                                      |                | R = 0 to 3         | $\alpha = 20^\circ$ | f = 3     | r = 6        | F, OH                     | —                      | 4, 5, 8, 10 |
| GMAW<br>FCAW    | B-U7-GF           | U                                    | —              | R = 0 to 3         | $\alpha = 20^\circ$ | f = 3     | r = 6        | All                       | Not required           | 1, 4, 8, 10 |
| SAW             | B-U7-S            | U                                    | —              | R = 0              | $\alpha = 20^\circ$ | f = 6 max | r = 6        | F                         | —                      | 4, 8, 10    |

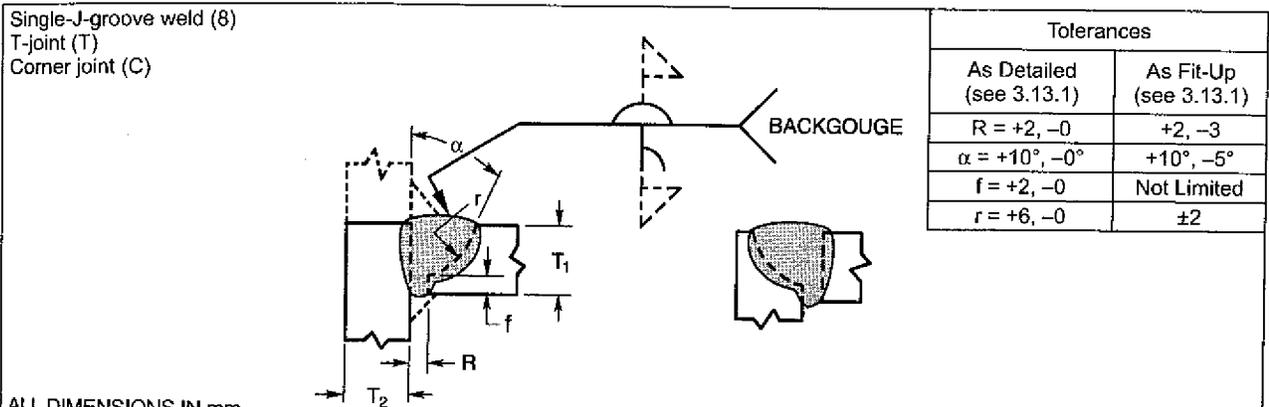
Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See NOTES on Page 72



ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation                        |                                |                                |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes       |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|------------------------|-------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening                              | Groove Angle                   | Root Face                      | Bevel Radius |                           |                        |             |
| SMAW            | B-U8              | U                                    | —              | R = 0 to 3                                | $\alpha = 45^\circ$            | f = 3                          | r = 10       | All                       | —                      | 3, 4, 5, 10 |
| GMAW<br>FCAW    | B-U8-GF           | U                                    | —              | R = 0 to 3                                | $\alpha = 30^\circ$            | f = 3                          | r = 10       | All                       | Not req.               | 1, 3, 4, 10 |
| SAW             | B-U8-S            | U                                    | U              | R = 0<br>f = 6 max<br>$\alpha = 45^\circ$ | $\pm 0$<br>+0, -3<br>+10°, -0° | +6, -0<br>$\pm 2$<br>+10°, -5° | r = 10       | F                         | —                      | 3, 4, 10    |



ALL DIMENSIONS IN mm

| Welding Process | Joint Designation | Base Metal Thickness (U = unlimited) |                | Groove Preparation                        |                                |                                |              | Allowed Welding Positions | Gas Shielding for FCAW | Notes           |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
|                 |                   | T <sub>1</sub>                       | T <sub>2</sub> | Root Opening                              | Groove Angle                   | Root Face                      | Bevel Radius |                           |                        |                 |
| SMAW            | TC-U8a            | U                                    | U              | R = 0 to 3                                | $\alpha = 45^\circ$            | f = 3                          | r = 10       | All                       | —                      | 4, 5, 7, 10, 11 |
|                 |                   |                                      |                | R = 0 to 3                                | $\alpha = 45^\circ$            | f = 3                          | r = 10       | F, OH                     | —                      | 4, 5, 7, 10, 11 |
| GMAW<br>FCAW    | TC-U8a-GF         | U                                    | U              | R = 0 to 3                                | $\alpha = 45^\circ$            | f = 3                          | r = 10       | All                       | Not required           | 1, 4, 7, 10, 11 |
| SAW             | TC-U8a-S          | U                                    | U              | R = 0<br>f = 6 max<br>$\alpha = 45^\circ$ | $\pm 0$<br>+0, -3<br>+10°, -0° | +6, -0<br>$\pm 2$<br>+10°, -5° | r = 10       | F                         | —                      | 4, 7, 10, 11    |

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See NOTES on Page 72

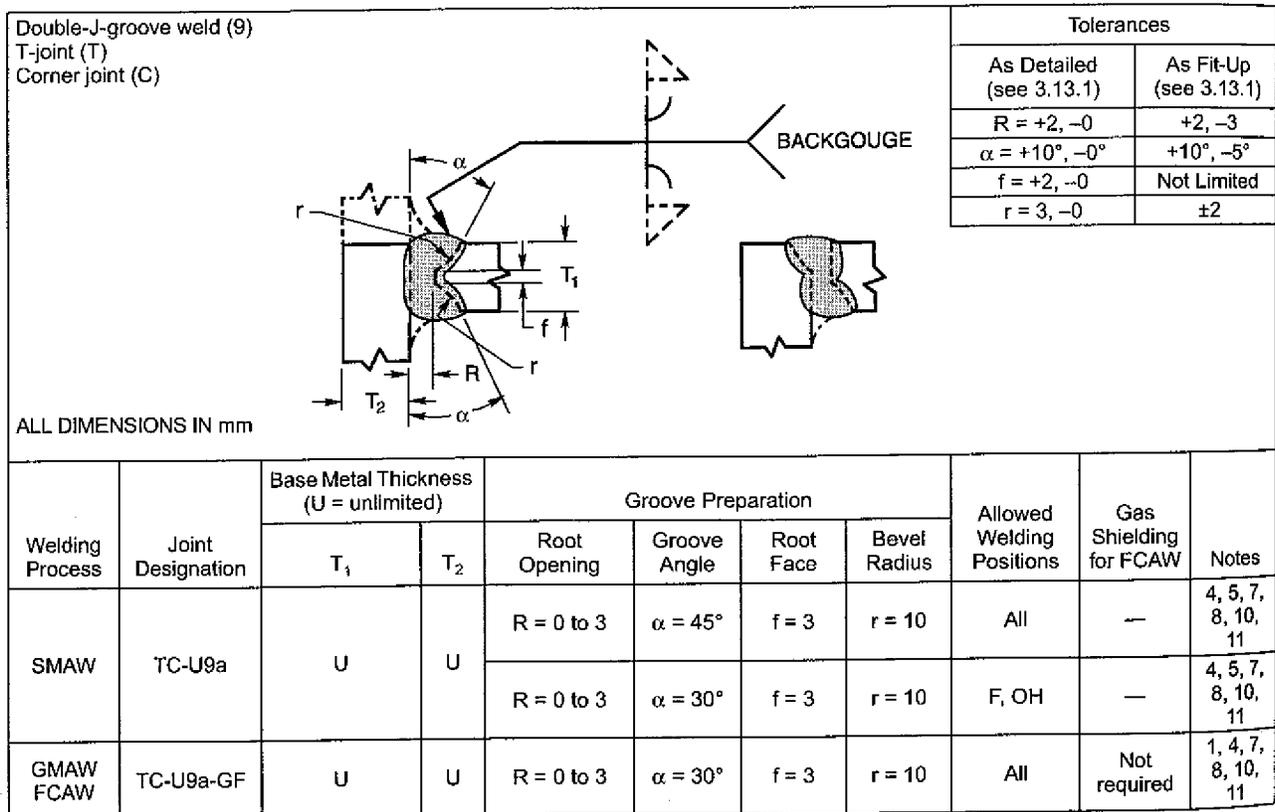
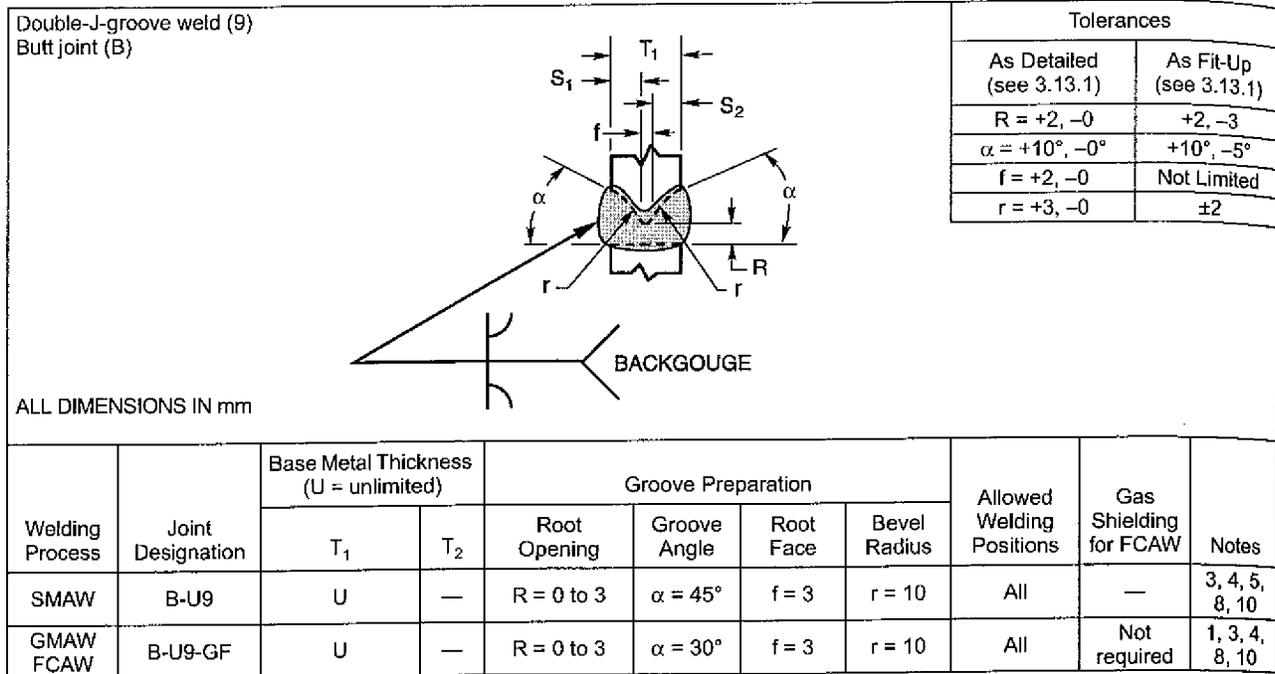


Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)



Anexo 5  
“W.P.S. y P.Q.R.”

# WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

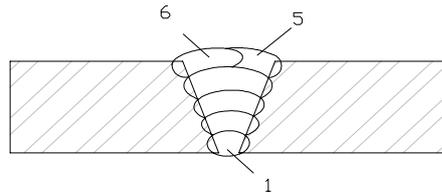
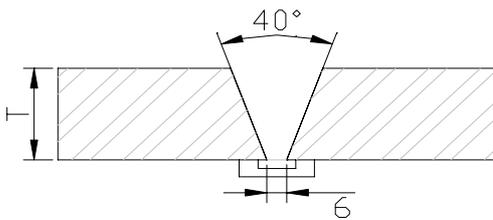
Qualification in accordance with: AWS D1.1/D1.1M:2002      Classification Society: L.R.

WPS Nº      WPS-TUR-01      PQR Nº:      PQR-TUR-01      REV.:      1

|   |  |
|---|--|
| <p><b>WELDING PROCESS:</b>      FCAW (con backing)</p> <p><b>Type:</b>      MANUAL</p>  | <p><b>JOINT DESING TYPE:</b>      BUTT WELD SINGLE "V"</p> <p><b>Position:</b>      3G/UP</p> <p><b>Position Qualifield:</b>      3G/UP</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>BASE METAL:</b></p> <p><b>Base Metal:</b>      DH36</p> <p><b>Base Metal qualifield:</b>      ALL GROUP I &amp; II</p> <p><b>Thickness:</b>      30 mm</p> <p><b>Thickness Qualifield:</b>      3 mm TO UNLIMITED</p> | <p style="text-align: center;"><b>TECHNIQUE</b></p> <p><b>Method of Back Gauging:</b>      Resanar con A.Aire solo si es necesario</p> <p><b>Multiple o Simple electrodes:</b>      SIMPLE</p> <p><b>Multiple o Simple Pass:</b>      MULTIPLE</p> |

**WELD PREPARATION**

**WELDING SEQUENCE**



|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>FILLER METAL</b></p> <p><b>AWS Specification:</b>      A5.20 - 95</p> <p><b>SFA Secification:</b>      SFA - 5.20</p> <p><b>AWS Classification:</b>      E71T-1</p> | <p style="text-align: center;"><b>PREHEAT</b></p> <p><b>Preheat Temp</b>      65°C      <b>Interpass max. Temp.:</b>      &lt;=250°C</p> |
|   | <p style="text-align: center;"><b>PWHT</b></p> <p><b>Temp. Range:</b>      N/A      <b>Time range:</b>      N/A</p>                      |

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |          |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.    | VOLTS | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|----------|---------|------------|-----------|---------|-------|---------------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | CLASSIF. | CURRENT |            |           |         |       |                     |
| 1    | 1      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 15L/min   | 160-200 | 20-24 | 68-95               |
| 1    | 2 - 6  | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 15L/min   | 180-220 | 21-25 | 85-115              |

APPROVED BY:

DATE:

## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

**Qualification in accordance with:** AWS D1.1/D1.1M:2002      **Classification Society:** L.R.

**WPS Nº** WPS-TUR-02      **PQR Nº:** PQR-TUR-02      **REV.:** 1

**WELDING PROCESS:** FCAW y SAW      **JOINT DESING TYPE:** BUTT WELD SINGLE "V"  
**Type:** MANUAL Y AUTOMATICA      **Position:** 1G

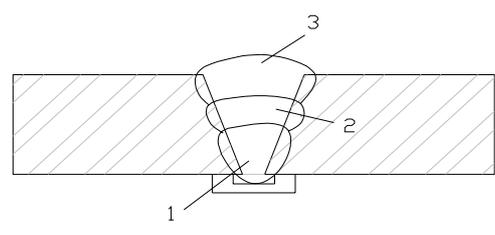
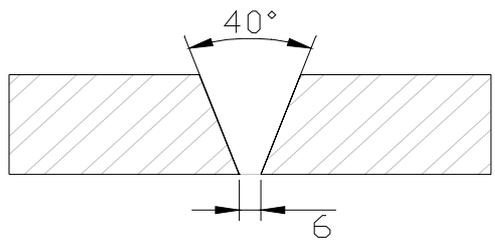
**Position Qualifield:** 1G

**BASE METAL:**  
**Base Metal:** DH36  
**Base Metal qualifield:** ALL GROUP I & II  
**Thickness:** 30 mm  
**Thickness Qualifield:** 3 mm TO UNLIMITED

**TECHNIQUE**  
**Method of Back Gauging:** Resanar con A.Aire solo si es necesario  
**Multiple o Simple electrodes:** SIMPLE  
**Multiple o Simple Pass:** MULTIPLE

**WELD PREPARATION**

**WELDING SEQUENCE**



**FILLER METAL**  
**AWS Specification:** AWS A5.17/A5.17M-97  
 AWS A5.20 - 95  
**SFA Secification:** SFA-5.17  
 SFA - 5.20  
**AWS Classification:** F7A4  
 E71T-1

**PREHEAT**  
**Preheat Temp** 65°C      **Interpass max. Temp.:** <=250°C

**PWHT**  
**Temp. Range:** N/A      **Time range:** N/A

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE DIAM. | CLASSIF. | CURRENT | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.      | VOLTS   | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------------|----------|---------|------------|-----------|-----------|---------|---------------------|
| 1    | 1 - 2  | FCAW         | 1G          | 1,2                    | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 160 - 200 | 22 - 26 | 08 - 14             |
|      | 3 - x  | SAW          | 1G          | 4                      | F7A4     | DC (+)  | F7A4       | N / A     | 620-760   | 32-36   | 42-56               |

APPROVED BY:

DATE:

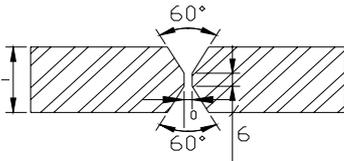
## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

**Qualification in accordance with:** AWS D1.1/D1.1M:2002      **Classification Society:** L.R.

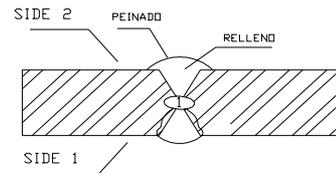
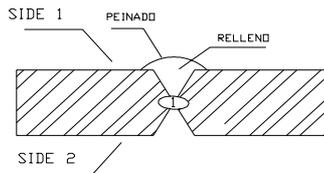
**WPS Nº:** WPS-TUR-03      **PQR Nº:** PQR-TUR-03      **REV.:** 1

|   |   |
|---|---|
| <p><b>WELDING PROCESS:</b> SAW</p> <p><b>Type:</b> AUTOMÁTICA</p>   | <p><b>JOINT DESING TYPE:</b> BUTT WELD "X"</p> <p><b>Position:</b> 1G</p> <p><b>Position Qualifield:</b> 1G</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>BASE METAL:</b></p> <p><b>Base Metal:</b> DH36</p> <p><b>Base Metal qualifield:</b> ALL GROUP I &amp; II</p> <p><b>Thickness:</b> 25 mm</p> <p><b>Thickness Qualifield:</b> 3 mm TO UNLIMITED</p> | <p style="text-align: center;"><b>TECHNIQUE</b></p> <p><b>Method of Back Gauging:</b> N / A</p> <p><b>Multiple o Simple electrodes:</b> SIMPLE</p> <p><b>Multiple o Simple Pass:</b> MULTIPLE</p> |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



|   |   |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><b>FILLER METAL</b></p> <p><b>AWS Specification:</b> AWS A5.17/A5.17M-97</p> <p><b>SFA Secification:</b> SFA-5.17</p> <p><b>AWS Classification:</b> F7A4</p> | <p style="text-align: center;"><b>PREHEAT</b></p> <p><b>Preheat Temp:</b> 70°C      <b>Interpass max. Temp.:</b> &lt;=250°C</p> |
|   | <p style="text-align: center;"><b>PWHT</b></p> <p><b>Temp. Range:</b> N/A      <b>Time range:</b> N/A</p>                       |

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE DIAM. | CLASSIF. | CURRENT | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.    | VOLTS | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------------|----------|---------|------------|-----------|---------|-------|---------------------|
| 1    | 1      | SAW          | 1G          | 3,2                    | F7A4     | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 500-600 | 26-29 | 420-480             |
| 1    | 2 - X  | SAW          | 1G          | 3,2                    | F7A4     | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 550-640 | 27-32 | 420-480             |
| 2    | 1      | SAW          | 1G          | 3,2                    | F7A4     | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 550-640 | 27-32 | 420-480             |
| 2    | 2 - X  | SAW          | 1G          | 3,2                    | F7A4     | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 550-640 | 27-32 | 420-480             |

APPROVED BY:

DATE:

## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

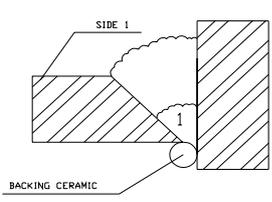
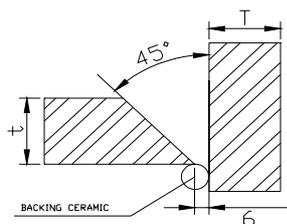
**Qualification in accordance with:** AWS D1.1/D1.1M:2002 **Classification Society:** L.R.

**WPS Nº** WPS-TUR-04 **PQR Nº:** PQR-TUR-04 **REV.:** 1

|   |   |
|---|---|
| <p><b>WELDING PROCESS:</b> FCAW (con backing)</p> <p><b>Type:</b> SEMIAUTOMATICA MANUAL</p>   | <p><b>JOINT DESING TYPE:</b> BUTT WELD SINGLE "V"</p> <p><b>Position:</b> 1G</p> <p><b>Position Qualifield:</b> 1G</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>BASE METAL:</b></p> <p><b>Base Metal:</b> DH36</p> <p><b>Base Metal qualifield:</b> ALL GROUP I &amp; II</p> <p><b>Thickness:</b> 30 mm</p> <p><b>Thickness Qualifield:</b> 3 mm TO UNLIMITED</p> | <p style="text-align: center;"><b>TECHNIQUE</b></p> <p><b>Method of Back Gauging:</b> N/A</p> <p><b>Multiple o Single electrodes:</b> SIMPLE</p> <p><b>Multiple o Single Pass:</b> MULTIPLE</p> |

### WELD PREPARATION

### WELDING SEQUENCE



|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>FILLER METAL</b></p> <p><b>AWS Specification:</b> A5.20 - 95</p> <p><b>SFA Secification:</b> SFA - 5.20</p> <p><b>AWS Classification:</b> E71T-1</p> | <p style="text-align: center;"><b>PREHEAT</b></p> <p><b>Preheat Temp</b> 65°C <b>Interpass max. Temp.:</b> &lt;=250°C</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>PWHT</b></p> <p><b>Temp. Range:</b> N/A <b>Time range:</b> N/A</p> |
|--|--|

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |          |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.    | VOLTS | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|----------|---------|------------|-----------|---------|-------|---------------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | CLASSIF. | CURRENT |            |           |         |       |                     |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 190-230 | 23-27 | 127-170             |
| 1    | 2 - X  | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 180-220 | 24-28 | 130-180             |

APPROVED BY:

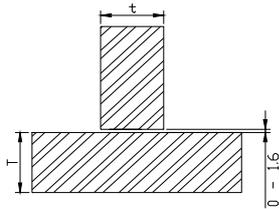
DATE:

## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

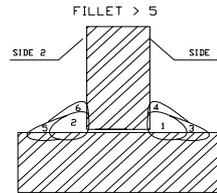
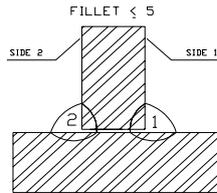
|  |  |
|--|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002 | <b>Classification Society:</b> L.R.      |
| <b>WPS Nº:</b> WPS-TUR-05                                    | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-05 <b>REV.:</b> 1 |

|   |   |
|---|---|
| <b>WELDING PROCESS:</b> FCAW  | <b>JOINT DESIGN TYPE:</b> FILLET WELD       |
| <b>Type:</b> MANUAL   | <b>Position:</b> 1G                         |
| <b>BASE METAL:</b><br><br><b>Base Metal:</b> DH36<br><b>Base Metal qualifield:</b> ALL GROUP I & II<br><b>Thickness:</b> 20<br><b>Thickness Qualifield:</b> 3 - 40 mm | <b>Position Qualifield:</b> 1G              |
|   | <b>TECHNIQUE</b>                            |
|   | <b>Method of Back Gauging:</b> N/A          |
|   | <b>Multiple o Simple electrodes:</b> SIMPLE |
|   | <b>Multiple o Simple Pass:</b> MULTIPLE     |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>FILLER METAL</b>                  | <b>PREHEAT</b>   |
| <b>AWS Specification:</b> A5.20 - 95 | <b>Preheat Temp:</b> 65°C <b>Interpass max. Temp.:</b> <=250°C |
| <b>SFA Secification:</b> SFA - 5.20  |  |
| <b>AWS Classification:</b> E71T-1    | <b>PWHT</b>  |
|                                      | <b>Temp. Range:</b> N/A <b>Time range:</b> N/A                 |

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |          |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.    | VOLTS | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|----------|---------|------------|-----------|---------|-------|---------------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | CLASSIF. | CURRENT |            |           |         |       |                     |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 2      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 1    | 3      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 1    | 4      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 5      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 6      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |

APPROVED BY:

DATE:

# WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

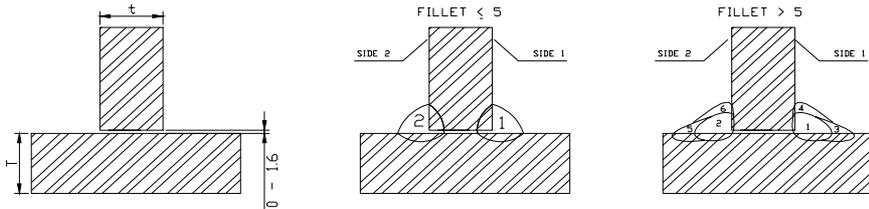
**Qualification in accordance with:** AWS D1.1/D1.1M:2002      **Classification Society:** L.R.

**WPS Nº:** WPS-TUR-06      **PQR Nº:** PQR-TUR-06      **REV.:** 1

|  |   |
|--|---|
| <p><b>WELDING PROCESS:</b> FCAW</p> <p><b>Type:</b> MANUAL</p>   | <p><b>JOINT DESING TYPE:</b> FILLET WELD</p> <p><b>Position:</b> 3G/UP</p> <p><b>Position Qualifield:</b> 3G/UP</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>BASE METAL:</b></p> <p><b>Base Metal:</b> DH36</p> <p><b>Base Metal qualifield:</b> ALL GROUP I &amp; II</p> <p><b>Thickness:</b> 20</p> <p><b>Thickness Qualifield:</b> 3 - 40 mm</p> | <p style="text-align: center;"><b>TECHNIQUE</b></p> <p><b>Method of Back Gauging:</b> N/A</p> <p><b>Multiple o Simple electrodes:</b> SIMPLE</p> <p><b>Multiple o Simple Pass:</b> MULTIPLE</p> |

**WELD PREPARATION**

**WELDING SEQUENCE**



|  |   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;"><b>FILLER METAL</b></p> <p><b>AWS Specification:</b> A5.20 - 95</p> <p><b>SFA Secification:</b> SFA - 5.20</p> <p><b>AWS Classification:</b> E71T-1</p> | <p style="text-align: center;"><b>PREHEAT</b></p> <p><b>Preheat Temp:</b> 65°C      <b>Interpass max. Temp.:</b> &lt;=250°C</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>PWHT</b></p> <p><b>Temp. Range:</b> N/A      <b>Time range:</b> N/A</p> |
|--|---|

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |          |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.    | VOLTS | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|----------|---------|------------|-----------|---------|-------|---------------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | CLASSIF. | CURRENT |            |           |         |       |                     |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 2      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 1    | 3      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 1    | 4      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 5      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 6      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |

APPROVED BY:

DATE:

## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

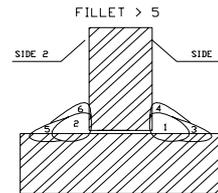
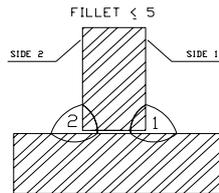
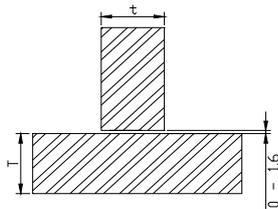
Qualification in accordance with: AWS D1.1/D1.1M:2002      Classification Society: L.R.

WPS Nº: WPS-TUR-07      PQR Nº: PQR-TUR-07      REV.: 1

|   |   |
|---|---|
| <p><b>WELDING PROCESS:</b> FCAW</p> <p><b>Type:</b> MANUAL</p>  | <p><b>JOINT DESING TYPE:</b> FILLET WELD</p> <p><b>Position:</b> 4G</p> <p><b>Position Qualifield:</b> 4G</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>BASE METAL:</b></p> <p><b>Base Metal:</b> DH36</p> <p><b>Base Metal qualifield:</b> ALL GROUP I &amp; II</p> <p><b>Thickness:</b> 25 mm</p> <p><b>Thickness Qualifield:</b> 3 mm TO UNLIMITED</p> | <p style="text-align: center;"><b>TECHNIQUE</b></p> <p><b>Method of Back Gauging:</b> N/A</p> <p><b>Multiple o Simple electrodes:</b> SIMPLE</p> <p><b>Multiple o Simple Pass:</b> MULTIPLE</p> |

### WELD PREPARATION

### WELDING SEQUENCE



|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>FILLER METAL</b></p> <p><b>AWS Specification:</b> A5.20 - 95</p> <p><b>SFA Secification:</b> SFA - 5.20</p> <p><b>AWS Classification:</b> E71T-1</p> | <p style="text-align: center;"><b>PREHEAT</b></p> <p><b>Preheat Temp</b> 65°C      <b>Interpass max. Temp.:</b> &lt;=250°C</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>PWHT</b></p> <p><b>Temp. Range:</b> N/A      <b>Time range:</b> N/A</p> |
|--|--|

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |          |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.    | VOLTS | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|----------|---------|------------|-----------|---------|-------|---------------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | CLASSIF. | CURRENT |            |           |         |       |                     |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 2      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 1    | 3      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 1    | 4      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 5      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |
| 2    | 6      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 180-220 | 25-29 | 180-240             |

APPROVED BY:

DATE:

## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

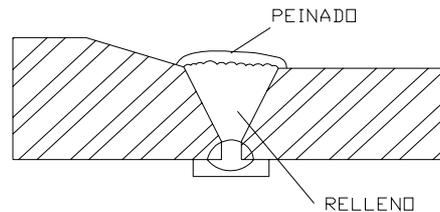
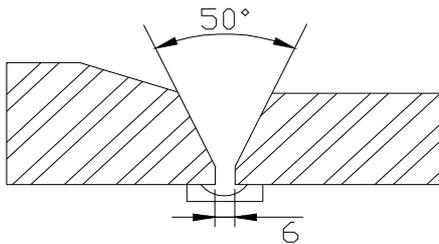
Qualification in accordance with: AWS D1.1/D1.1M:2002      Classification Society: L.R.

WPS N°: WPS-TUR-08      PQR N°: PQR-TUR-08      REV.: 1

|  |   |
|--|---|
| <p><b>WELDING PROCESS:</b> FCAW y SAW</p> <p><b>Type:</b> MANUAL Y AUTOMATICA</p>  | <p><b>JOINT DESING TYPE:</b> BUTT WELD SINGLE "V"</p> <p><b>Position:</b> 1G</p> <p><b>Position Qualifield:</b> 1G</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>BASE METAL:</b></p> <p><b>Base Metal:</b> DH36</p> <p><b>Base Metal qualifield:</b> ALL GROUP I &amp; II</p> <p><b>Thickness:</b> 20</p> <p><b>Thickness Qualifield:</b> 3 - 40 mm</p> | <p style="text-align: center;"><b>TECHNIQUE</b></p> <p><b>Method of Back Gauging:</b> N/A</p> <p><b>Multiple o Simple electrodes:</b> SIMPLE</p> <p><b>Multiple o Simple Pass:</b> MULTIPLE</p> |

### WELD PREPARATION

### WELDING SEQUENCE



|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>FILLER METAL</b></p> <p><b>AWS Specification:</b> AWS A5.17/A5.17M-97<br/>AWS A5.20 - 95</p> <p><b>SFA Secification:</b> SFA-5.17<br/>SFA - 5.20</p> <p><b>AWS Classification:</b> F7A4-EM12<br/>E71T-1</p> | <p style="text-align: center;"><b>PREHEAT</b></p> <p><b>Preheat Temp</b> 65°C    <b>Interpass max. Temp.:</b> &lt;=250°C</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>PWHT</b></p> <p><b>Temp. Range:</b> N/A    <b>Time range:</b> N/A</p> |
|---|--|

| SIDE | RUN N° | WELD PROCESS | WELD POSIT. | DIAM. | ELECTRODE / WIRE |         |      | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.  | VOLTS   | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|-------|------------------|---------|------|------------|-----------|-------|---------|---------------------|
|      |        |              |             |       | CLASSIF.         | CURRENT |      |            |           |       |         |                     |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2   | E71T-1           | DC (+)  | CO2  | 15 L/min   | 200-240   | 21-25 | 110-150 |                     |
| 1    | 2      | FCAW         | 1G          | 1,2   | E71T-1           | DC (+)  | CO2  | 15 L/min   | 225-275   | 21-24 | 220-280 |                     |
| 1    | 3      | SAW          | 1G          | 3,2   | EM12             | DC (+)  | F7A4 | N / A      | 420-460   | 27-29 | 400-440 |                     |
| 1    | 4 - X  | SAW          | 1G          | 3,2   | EM12             | DC (+)  | F7A4 | N / A      | 520-620   | 28-32 | 420-480 |                     |

APPROVED BY:

DATE:

## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (W.P.S.)

Qualification in accordance with: AWS D1.1/D1.1M:2002      Classification Society: L.R.

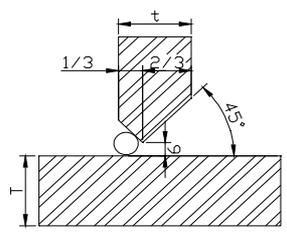
WPS Nº: WPS-TUR-09      PQR Nº: PQR-TUR-09      REV.: 1

**WELDING PROCESS:** FCAW (con backing)      **JOINT DESING TYPE:** BUTT WELD "K" JOINT "T" |  
**Type:** MANUAL      **Position:** 1G

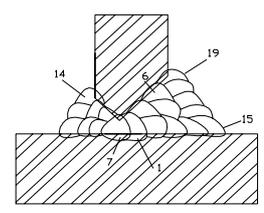
**BASE METAL:**  
**Base Metal:** DH36      **Position Qualifield:** 1G

**Base Metal qualifield:** ALL GROUP I & II      **TECHNIQUE**  
**Thickness:** 40 mm      **Method of Back Gauging:** Resanar con A.Aire solo si es necesario  
**Thickness Qualifield:** 3 mm TO UNLIMITED      **Multiple o Simple electrodes:** SIMPLE  
**Multiple o Simple Pass:** MULTIPLE

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



**FILLER METAL**  
**AWS Specification:** A5.20 - 95  
**SFA Secification:** SFA - 5.20  
**AWS Classification:** E71T-1

**PREHEAT**  
**Preheat Temp:** 65°C      **Interpass max. Temp.:** <=250°C

**PWHT**  
**Temp. Range:** N/A      **Time range:** N/A

| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE DIAM. | CLASSIF. | CURRENT | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP.    | VOLTS | WELD SPEED (mm/min) |
|------|--------|--------------|-------------|------------------------|----------|---------|------------|-----------|---------|-------|---------------------|
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2                    | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 216-264 | 27-32 | 160-210             |
| 1    | 2 - X  | FCAW         | 1G          | 1,2                    | E71T-1   | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 225-270 | 29-34 | 380-500             |

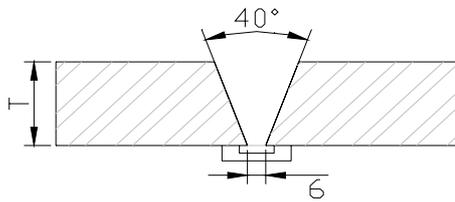
APPROVED BY:

DATE:

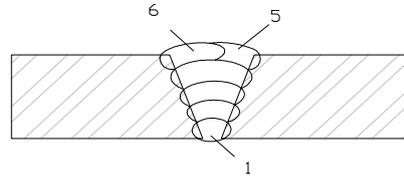
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002  |  | <b>Classification Society:</b> L.R.   |  |
| <b>Welding Process:</b> FCAW  |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-01   | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: BUTT WELD SINGLE "V"<br>Groove Angle: 40° (+10°, -5°)<br>Root Opening: 6 (±2)<br>Root Face Dimension: N/A<br>Back Gouging: Resanar con A.Aire solo si es necesario |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: A5.20 - 95<br>AWS Classification: E71T-1 | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 3G/UP                               |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 30 mm  |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C          | <b>SHIELDING</b><br>Gas: CO2<br>Composition: 99,95%<br>Flow Rate: 15 L/min |
|   |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A                                  | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)          |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 180  | 22    | 80         |
|      | 2 - 6  | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 200  | 23    | 100        |

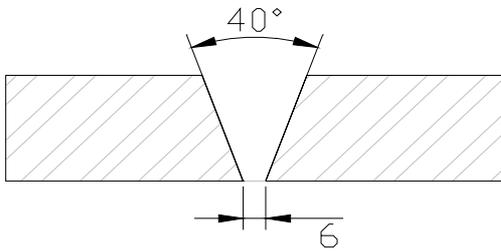
APPROVED BY:

DATE:

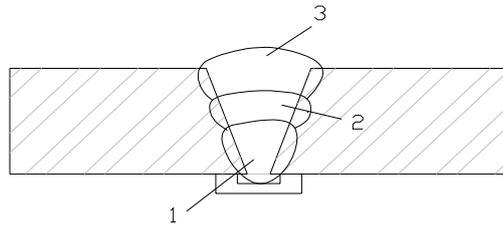
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|  |  |  |                |
|--|--|--|----------------|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002   |  | <b>Classification Society:</b> L.R.  |                |
| <b>Welding Process:</b> FCAW y SAW   |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-02  | <b>REV.:</b> 1 |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: BUTT WELD SINGLE "V"<br>Groove Angle: 40° (+10°, -5°)<br>Root Opening: 6 (±2)<br>Root Face Dimension: 0 (+1.8)<br>Back Gouging: Resanar con A.Aire solo si es necesario |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: AWS A5.17/A5.17M-97<br>AWS A5.20 - 95<br>AWS Classification: F7A4<br>E71T-1 |                |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 30 mm   |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C   |                |
|  |  | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 1G  |                |
|  |  | <b>SHIELDING</b><br>Gas: CO2<br>Composición: 99,95%<br>Flow Rate: 15 L/min   |                |
|  |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A   |                |
|  |  | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)  |                |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1 - 2  | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 180  | 24    | 10         |
|      | 3 - x  | SAW          | 1G          | 4                | F7A4   | DC (+)  | F7A4       | N / A     | 600  | 34    | 50         |

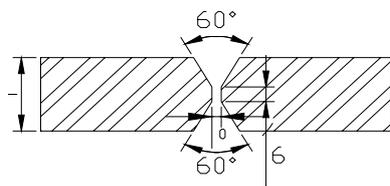
APPROVED BY:

DATE:

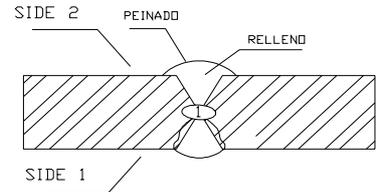
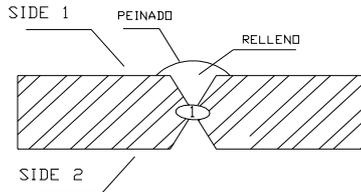
# PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002  |  | <b>Classification Society:</b> L.R.  |  |
| <b>Welding Process:</b> SAW   |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-03  | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: BUTT WELD "X"<br>Groove Angle: 60° (+10°, -5°)<br>Root Opening: 0 (+1.8)<br>Root Face Dimension: 6 (±2)<br>Back Gouging: N/A |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: AWS A5.17/A5.17M-97<br>AWS Classification: F7A4 | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 1G                          |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 25 mm  |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C                 | <b>SHIELDING</b><br>Gas: N/A<br>Composition: N/A<br>Flow Rate: N/A |
|   |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A   | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)  |

## WELD PREPARATION



## WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |      |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1      | SAW          | 1G          | 3,2              | F7A4 | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 557  | 28    | 460        |
| 1    | 2 - X  | SAW          | 1G          | 3,2              | F7A4 | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 580  | 30    | 460        |
| 2    | 1      | SAW          | 1G          | 3,2              | F7A4 | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 580  | 30    | 460        |
| 2    | 2 - X  | SAW          | 1G          | 3,2              | F7A4 | DC (+)  | F7A4       | N/A       | 580  | 30    | 460        |

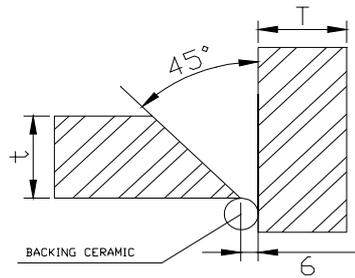
APPROVED BY:

DATE:

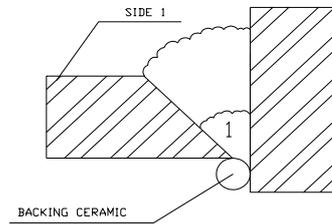
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002   |  | <b>Classification Society:</b> L.R.   |  |
| <b>Welding Process:</b> FCAW   |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-04   | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: BUTT WELD "V" JOINT "T"<br>Groove Angle: 45° (+10°, -5°)<br>Root Opening: 6 (±2)<br>Root Face Dimension: N/A<br>Back Gouging: N/A |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: A5.20 - 95<br>AWS Classification: E71T-1 | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 1G                                  |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 30 mm   |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C          | <b>SHIELDING</b><br>Gas: CO2<br>Composition: 99,95%<br>Flow Rate: 15 L/min |
|  |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A                                  | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)          |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 210  | 25    | 150        |
| 1    | 2 - X  | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 200  | 26    | 160        |

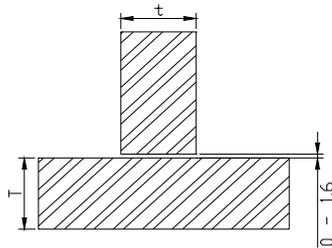
APPROVED BY:

DATE:

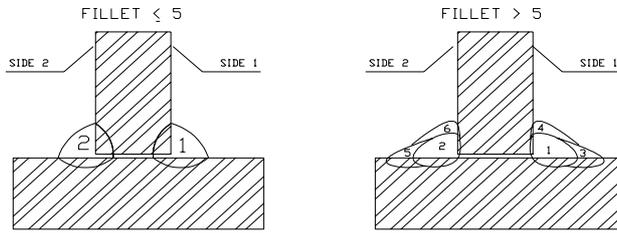
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002  |  | <b>Classification Society:</b> L.R.   |  |
| <b>Welding Process:</b> FCAW  |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-05   | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: FILLET WELD<br>Groove Angle: N/A<br>Root Opening: N/A<br>Root Face Dimension: N/A<br>Back Gouging: N/A |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: A5.20 - 95<br>AWS Classification: E71T-1 | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 1G                                  |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 20 mm  |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C          | <b>SHIELDING</b><br>Gas: CO2<br>Composition: 99,95%<br>Flow Rate: 18 L/min |
|   |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A                                  | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)          |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 2      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 1    | 3      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 1    | 4      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 5      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 6      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |

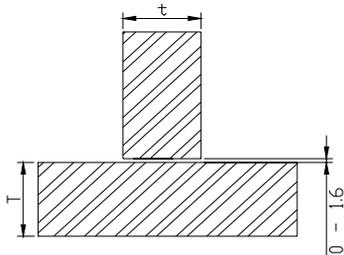
APPROVED BY:

DATE:

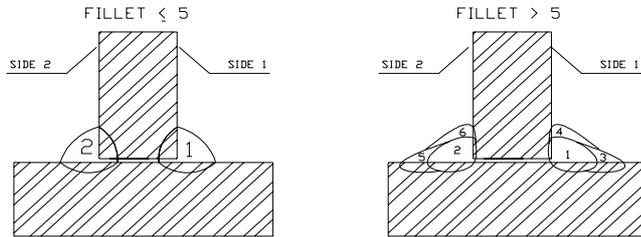
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002  |  | <b>Classification Society:</b> L.R.   |  |
| <b>Welding Process:</b> FCAW  |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-06   | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: FILLET WELD<br>Groove Angle: N/A<br>Root Opening: N/A<br>Root Face Dimension: N/A<br>Back Gouging: N/A |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: A5.20 - 95<br>AWS Classification: E71T-1 | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 3G/UP                               |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 20 mm  |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C          | <b>SHIELDING</b><br>Gas: CO2<br>Composition: 99,95%<br>Flow Rate: 18 L/min |
|   |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A                                  | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)          |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 2      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 1    | 3      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 1    | 4      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 5      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 6      | FCAW         | 3G/UP       | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |

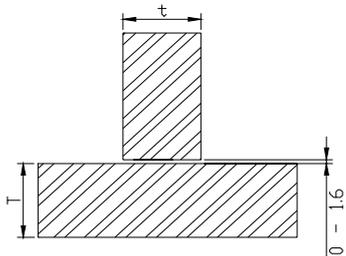
APPROVED BY:

DATE:

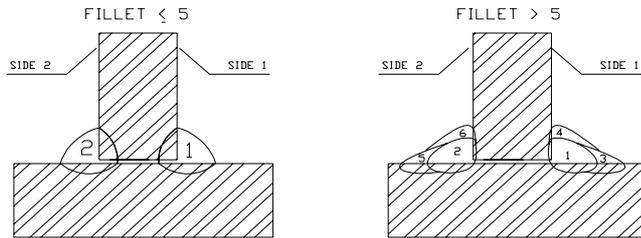
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002  |  | <b>Classification Society:</b> L.R.   |  |
| <b>Welding Process:</b> FCAW  |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-07   | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: FILLET WELD<br>Groove Angle: N/A<br>Root Opening: N/A<br>Root Face Dimension: N/A<br>Back Gouging: N/A |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: A5.20 - 95<br>AWS Classification: E71T-1 | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 4G                                  |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 25 mm  |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C          | <b>SHIELDING</b><br>Gas: CO2<br>Composition: 99,95%<br>Flow Rate: 18 L/min |
|   |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A                                  | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)          |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1      | FCAW         | 4G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 2      | FCAW         | 4G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 1    | 3      | FCAW         | 4G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 1    | 4      | FCAW         | 4G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 5      | FCAW         | 4G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |
| 2    | 6      | FCAW         | 4G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 200  | 27    | 215        |

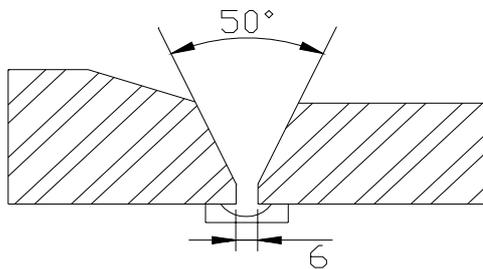
APPROVED BY:

DATE:

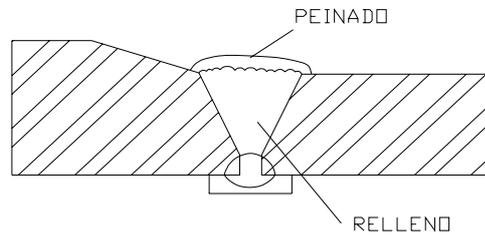
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|  |   |                                     |  |
|--|---|-------------------------------------|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002   |   | <b>Classification Society:</b> L.R. |  |
| <b>Welding Process:</b> FCAW y SAW   |   | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-08           | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESING TYPE:</b><br>Type BUTT WELD SINGLE "V"<br>Groove Angle: 40° (+10°, -5°)<br>Root Opening: 6 (±2)<br>Root Face Dimension 0 (+1.8)<br>Back Gouging: N/A | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: AWS A5.17/A5.17M-97<br>AWS A5.20 - 95<br>AWS Classification: F7A4-EM12<br>E71T-1 |                                     | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 1G                          |
|  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: <=250°C   |                                     | <b>SHIELDING</b><br>Gas: N/A<br>Composición: N/A<br>Flow Rate: N/A |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 20  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A  |                                     | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)  |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|      |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1    | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 200  | 23    | 130        |
| 1    | 2      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 15 L/min  | 250  | 23    | 260        |
| 1    | 3      | SAW          | 1G          | 3,2              | F7A4   | DC (+)  | F7A4       | N / A     | 440  | 28    | 420        |
| 1    | 4 - X  | SAW          | 1G          | 3,2              | EM12   | DC (+)  | F7A4       | N / A     | 580  | 30    | 420        |

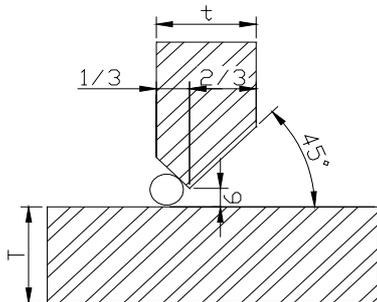
APPROVED BY:

DATE:

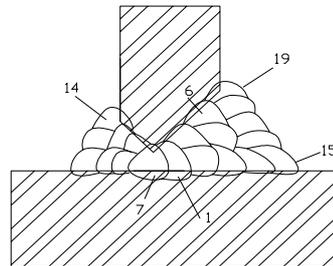
## PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (P.Q.R.)

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>Qualification in accordance with:</b> AWS D1.1/D1.1M:2002   |  | <b>Classification Society:</b> L.R.   |  |
| <b>Welding Process:</b> FCAW   |  | <b>PQR Nº:</b> PQR-TUR-09   | <b>REV.:</b> 1   |
| <b>JOINT DESIGN TYPE:</b><br>Type: BUTT WELD "K" JOINT "T"<br>Groove Angle: N/A<br>Root Opening: 6 (±2)<br>Root Face Dimension: N/A<br>Back Gouging: Resanar con A.Aire solo si es necesario |  | <b>FILLER METALS</b><br>AWS Specification: A5.20 - 95<br>AWS Classification: E71T-1 | <b>POSITION</b><br>Position of Groove: 1G                                  |
| <b>BASE METAL</b><br>Material Spec: DH36<br>Type or Grade: GRADO II<br>Thickness Groove: 40 mm   |  | <b>PREHEAT</b><br>Preheat Temp, Min: 70°C<br>Interpass Temp., Max.: ≤250°C          | <b>SHIELDING</b><br>Gas: CO2<br>Composition: 99,95%<br>Flow Rate: 18 L/min |
|  |  | <b>POSTWELD HEAT TREATMENT</b><br>Temp. Range: N/A                                  | <b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b><br>Current: DC<br>Polarity: (+)          |

### WELD PREPARATION



### WELDING SEQUENCE



| SIDE  | RUN Nº | WELD PROCESS | WELD POSIT. | ELECTRODE / WIRE |        |         | FLUX / GAS | FLOW RATE | AMP. | VOLTS | WELD SPEED |
|-------|--------|--------------|-------------|------------------|--------|---------|------------|-----------|------|-------|------------|
|       |        |              |             | DIAM.            | NAME   | CURRENT |            |           |      |       |            |
| 1     | 1      | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 240  | 30    | 19         |
| 1 y 2 | 2 - X  | FCAW         | 1G          | 1,2              | E71T-1 | DC (+)  | CO2        | 18 L/min  | 250  | 32    | 45         |

APPROVED BY:

DATE:

