

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

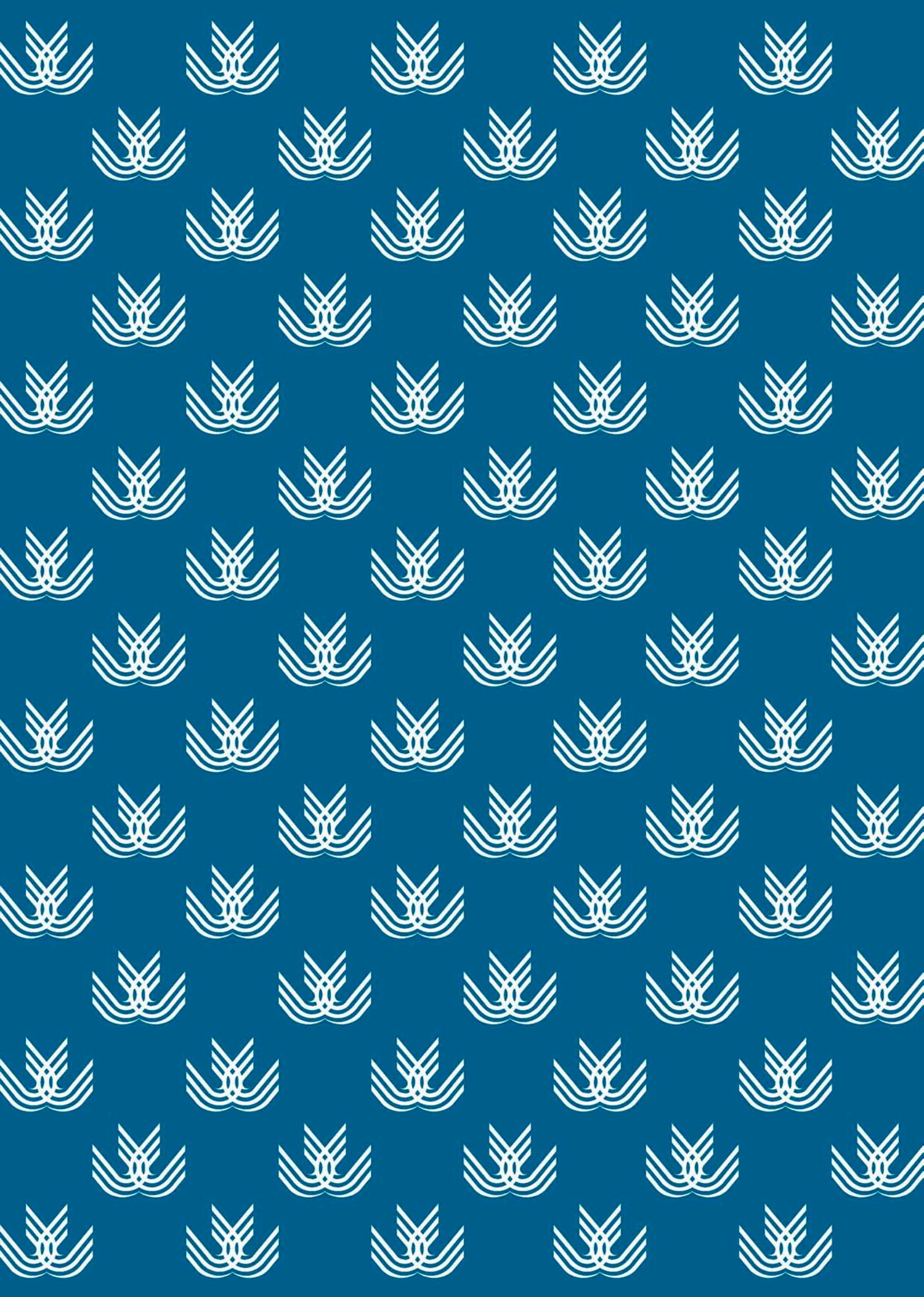
Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN  
DE RECIPIENTES A PRESIÓN

Autora: María del Mar EXPÓSITO GRANDE

Fecha: Diciembre 2004





La Directiva de Equipos a Presión, 97/23/CE, conocida como la *PED*, tiene su origen al igual que todas las directivas europeas, en el artículo 100 a del tratado de Roma. En 1957, el “Tratado de Roma” establecía las bases de un mercado único europeo creando un sistema de libre movimiento. Publicada en 1997, fue traspuesta a la legislación española con el R.D. 769/1999, del 7 de mayo.

Hasta la entrada en vigor de la directiva, en España tan sólo se contaba con el Reglamento de Aparatos a Presión y con las instrucciones técnicas que lo complementaban. Éste reglamento resultaba sin duda, totalmente insuficiente, los fabricantes tenían que recurrir a códigos americanos como el publicado por ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) para el diseño y fabricación de recipientes a presión.

La directiva no impone el uso de ningún código o norma específica, solamente el cumplimiento con los requisitos esenciales de seguridad, indicados en el Anexo I de la directiva. Sólo los productos que cumplen dichos requisitos pueden ser comercializados dentro de la Unión Europea.

El cumplimiento con normas armonizadas europeas significa cumplimiento con los requisitos esenciales de seguridad. Por ello, las normas armonizadas europeas se convierten así, en las herramientas más útiles para cumplir con la legalidad actual. Estas normas armonizadas no son más que normas europeas adoptadas por todos los organismos de normalización europeos, derogando a las antiguas normas de cada estado miembro.

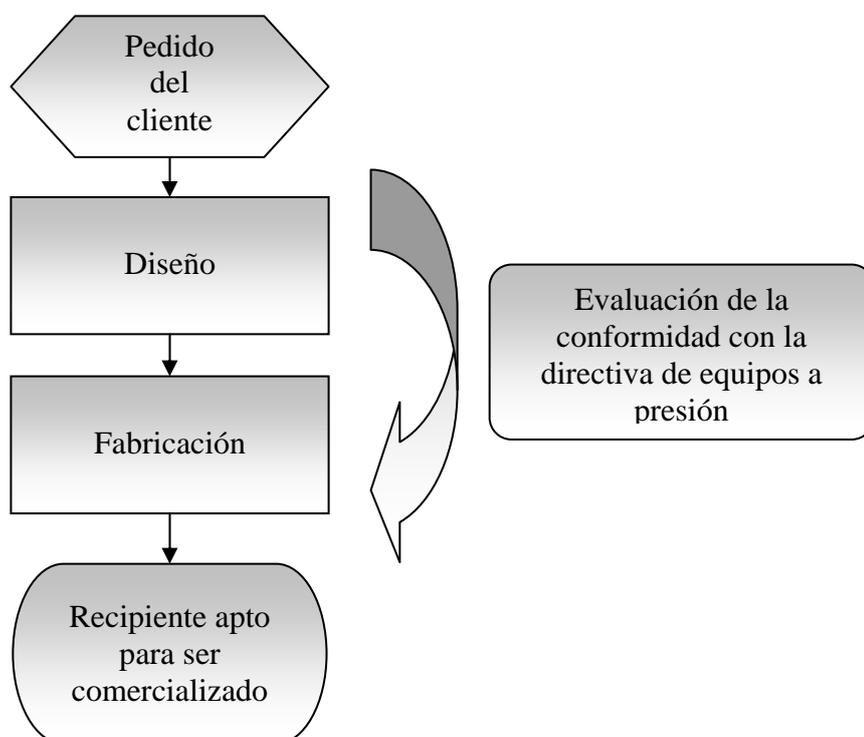
## *Síntesis del proyecto*

---

El proceso que se diseña permitirá abordar la construcción de recipientes a presión, de forma que se cumplan los principales requisitos necesarios para demostrar la conformidad con la Directiva 97/23/CE. Para ello se ha utilizado la norma europea *UNE-EN 13445: Recipientes a presión no sometidos a la acción de la llama*. Esta norma no ha sido incluida, sin embargo los aspectos de la norma a los que se hace referencia en este documento, si han sido incluidos en los anexos correspondientes.

Los equipos objeto del proceso serán recipientes de construcción soldada y fabricados de acero. No se prevé que los recipientes puedan ser utilizados en su vida útil a la acción de la llama.

Distinguiremos cuatro partes principales: contexto del proyecto, diseño, fabricación y evaluación de la conformidad con al directiva. El proceso comenzará con el pedido del cliente y terminará con el recipiente terminado, con el marcado CE y listo para ser comercializado.



## *Síntesis del proyecto*

---

El proceso de diseño comenzará cuando el cliente realice un pedido de un equipo. Dicho pedido será revisado por el fabricante para la elaboración de la especificación técnica del equipo y proceder a su diseño. Previo a éste, deberá realizarse un *análisis de riesgos*, a fin de detectar posibles fallos y obtener información de las medidas preventivas a adoptar. Finalmente y con la información obtenida, se diseñará el equipo.

El proceso de fabricación recogerá las siguientes etapas: pedido de materiales, la recepción técnica de los mismos, su almacenamiento, el corte y preparación de los materiales para la soldadura, la ejecución de las soldaduras y montaje del equipo, tratamiento térmico post-soldadura, evaluación final, operaciones de acabado, envío y transporte. Así mismo se hace referencia a la aprobación de procedimientos de soldadura, personal de soldadura y personal de ensayos no destructivos, ya que la directiva obliga a cumplir con las últimas normas armonizadas para cumplir los requisitos de seguridad de la directiva.

Finalmente, se hará referencia a los procedimientos de evaluación de la conformidad. Para cada recipiente a presión se debe determinar la categoría de peligro. A continuación, el fabricante debe elegir una ruta adecuada de evaluación de la conformidad.

Una vez demostrado el cumplimiento con la directiva por medio del cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y de los requisitos específicos del módulo o ruta de evaluación de la conformidad, el fabricante deberá emitir y firmar la *declaración de conformidad*, y posteriormente se procederá al marcado CE del equipo, antes de comercializar el equipo.

## **ÍNDICE GENERAL**

- I. Memoria del Proyecto.
- II. Pliego de Condiciones.
- III. Presupuesto: Análisis de Costes.
- IV. Anexos.
- V. Glosario de definiciones.
- VI. Bibliografía.
- VII. Webgrafía.

# **I.- MEMORIA**

## ÍNDICE:

### **PARTE 1: CONTEXTO DEL PROYECTO.**

1.1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.2. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. ....	8
1.3. ANTECEDENTES .....	9
1.3.1. Legislación. Estudios previos.....	9
1.3.2. Evolución cronológica de la Directiva. ....	10
1.3.3. Descripción de los equipos.....	10
1.3.4. Materias primas. ....	11

### **PARTE 2: DISEÑO.**

2.1. GENERAL .....	14
2.1.1. Diagrama de proceso .....	15
2.2. PEDIDOS DEL CLIENTE.....	16
2.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO: Criterios de diseño.....	16
2.3.1. Dimensiones del equipo.....	16
2.3.2. Selección de fondos.....	17
2.3.3. Selección de materiales.....	18
2.3.4. Presión de diseño.....	19

2.3.5. Temperatura de diseño.....	19
2.3.6. Coeficiente de unión.....	19
2.3.7. Tensión nominal de cálculo.....	20
2.3.8. Cálculo de espesores.....	20
2.3.9. Selección de sistemas de seguridad.....	21
2.3.10. Sistemas de aberturas.....	21
2.4 ANÁLISIS DE RIESGOS.....	22
2.4.1. Determinación de límites físicos.....	23
2.4.2. Identificación de peligros.....	23
2.4.3. Evaluación de riesgos.....	24
2.4.4. Registro de la evaluación de riesgos.....	25
2.4.5. Diagrama del proceso de evaluación de riesgos.....	26
2.5. DISEÑO.....	27
2.6. REVISIÓN DEL DISEÑO.....	27
2.6.1. Documentación técnica de diseño.....	27
2.7. PROGRAMA DE INSPECCIONES.....	29

### **PARTE 3: FABRICACIÓN.**

3.1. GENERAL.....	30
3.1.1. Diagrama de proceso de fabricación.....	31
3.2. PEDIDOS Y SUMINISTRO DE MATERIALES.....	32
3.2.1. Condiciones técnicas de suministro.....	32

3.2.2. Requisitos adicionales. ....	38
3.2.2.1. Materiales procedentes de almacenistas.....	38
3.2.2.2. Requisitos específicos para materiales que contengan soldaduras. ....	39
3.2.2.3. Requisitos productos conformados. ....	39
3.2.2.4. Requisitos materiales a utilizar en las piezas que no tienen que soportar presión.....	40
3.2.3. Pedidos Comerciales. ....	40
3.3. RECEPCIÓN TÉCNICA DE MATERIALES.....	41
3.3.1. Revisión de la documentación.....	41
3.3.2. Examen visual. ....	42
3.3.3. Identificación.....	42
3.3.4. Consumibles de soldeo. ....	43
3.3.5. Registros del Material.....	43
3.4. ALMACEN DE MATERIALES.....	43
3.5. APROBACIÓN DE PERSONAL Y DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA. ....	45
3.5.1. General.....	45
3.5.2. Aprobación de procedimientos de soldadura.....	45
3.5.3. Aprobación de soldadores y operadores de soldadura. ....	48
3.5.4. Trazabilidad de los soldadores. ....	48
3.5.5. Registros de aprobación de soldadores. ....	48
3.5.6. Validez.....	49
3.5.7. Recalificación de soldadores y operadores de soldadura. ....	50

3.6. PREPARACIÓN DEL MATERIAL: CORTE Y CONFORMADO.....	50
3.7. SOLDADURA Y MONTAJE.....	52
3.7.1. Ejecución de la soldadura.....	52
3.7.2. Pre calentamiento. ....	53
3.7.3. Montaje.....	54
3.7.4. Reparaciones de defectos de soldadura. ....	55
3.7.5. Ensayos de producción.....	56
3.7.5.1. Personal de END. ....	57
3.7.5.2. Procedimientos de END. ....	57
3.7.5.3. Registros. ....	58
3.8. TRATAMIENTO TÉRMICO POST-SOLDADURA. (PWHT).....	58
3.9. COLOCACIÓN DE PLACA DE CARACTERÍSTICAS. ....	60
3.10. EVALUACIÓN FINAL.....	61
3.10.1. General.....	61
3.10.2. Inspección visual y dimensional.....	61
3.10.3. Revisión de la documentación.....	62
3.10.4. Prueba Hidrostática. ....	63
3.10.5. Calibración de equipos. ....	64
3.11. OPERACIONES DE ACABADO. ....	65
3.12. TRANSPORTE. ....	65

**PARTE 4: EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**

4.1. GENERALIDADES.....	66
4.1.1. Diagrama resumen del proceso. ....	68
4.1.2. Diagrama del proceso.....	69
4.2. ÁMBITO DE LA DIRECTIVA.....	70
4.3. CLASIFICACIÓN DE RECIPIENTES A PRESIÓN EN CATEGORÍAS DE PELIGROS.....	70
4.4. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD...74	
4.4.1. Sistemas de calidad. ....	76
4.5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA. ....	77
4.5.1 Preparación de documentación técnica de materiales sometidos a presión. ....	79
4.5.2. Evaluación Particular de Materiales.....	80
4.6. CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD .....	82
4.7. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD.....	83
4.8. MARCADO CE. ....	85
4.9. REGISTROS. ....	87
4.9.1. Control de los registros y acceso a los mismos.....	88
4.9.2. Conservación de los registros.....	89

## **PARTE 1: CONTEXTO DEL PROYECTO**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

*La Directiva de Equipos a Presión, 97/23/CE, con su entrada en vigor el 29 de Mayo de 1997, introduce un nuevo sistema de control reglamentario en equipos a presión en todos los países del Área Económica Europea (AEE).*

La Directiva nace del programa de la Comunidad Europea de eliminación de barreras técnicas y es formulada como Directiva de Nuevo Enfoque. Su propósito es armonizar las leyes nacionales de los Estados Miembros en el diseño, fabricación y aseguramiento de la conformidad de equipos a presión. Así, la Directiva impone nuevos requisitos en una gran variedad de organizaciones que actualmente están implicadas en el diseño, construcción, inspección, certificación y uso de ciertos tipos de equipos a presión.

Las directivas europeas difieren de los códigos, normas o especificaciones, etc., en que son ley y su incumplimiento puede considerarse una ofensa criminal. Así pues, para obtener finalmente el mercado CE, el fabricante debe cumplir con los requisitos esenciales de seguridad del Anexo I de la Directiva. Para verificar su cumplimiento, debe conocer y aplicar los procedimientos de evaluación de la conformidad descritos en Anexo III de la Directiva.

Se consigue así que los equipos a presión cubiertos por dicha directiva que circulen en la Comunidad Europea:

- sean seguros (obligatorio realizar un análisis de riesgos)

- satisfagan los requisitos esenciales de seguridad que dicta el Anexo I de la Directiva, que abarca tanto diseño como fabricación.
- sigan una adecuada ruta de evaluación de la conformidad .
- lleven el marcado CE.

## **1.2. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

El propósito de este documento es elaborar un proceso y sus correspondientes procedimientos para el diseño, fabricación y evaluación de la conformidad de recipientes a presión de forma que se cumpla con los requisitos de la legislación vigente. De ésta forma se establecen así las bases para abordar la certificación del proceso de acuerdo con sistemas de aseguramiento de la calidad ISO 9000:2000.

Los equipos objeto del proceso serán recipientes de construcción soldada y fabricados de acero. Los recipientes no están previstos para utilizarlos en su vida útil a la acción de una llama.

El proceso que se diseña permitirá abordar la construcción de recipientes a presión, de forma que se cumplan los principales requisitos necesarios para demostrar la conformidad con la Directiva 97/23/CE. Para ello se ha utilizado la norma europea *UNE-EN 13445: Recipientes a presión no sometidos a la acción de la llama*. Esta norma no ha sido incluida, sin embargo, los aspectos de la norma a los que se hace referencia en este documento, si han sido incluidos en los anexos correspondientes.

En ningún caso este documento sustituirá a los códigos o normas de referencia indicados.

### **1.3. ANTECEDENTES:**

#### **1.3.1. Legislación. Estudios previos.**

Hasta la entrada en vigor de la Directiva, el 29 de Mayo de 1997, en España, tan sólo se contaba con el “Reglamento de aparatos a presión” aprobado por el Real Decreto 1244/1979 del 4 de Abril de 1979, y con las instrucciones técnicas que lo complementaban.

Éste reglamento resultaba sin duda, totalmente insuficiente, los fabricantes tenían que recurrir a códigos americanos como el publicado por *ASME (Sociedad americana de ingenieros mecánicos)* para el diseño y fabricación de recipientes a presión.

Con la aparición de la nueva directiva comunitaria aparecen *normas armonizadas* que dan *presunción de conformidad* con los *requisitos esenciales de seguridad* indicados en el Anexo I de la Directiva. Estas normas armonizadas no son más que normas europeas adoptadas por todos los organismos de normalización europeos, derogando a las antiguas normas de cada estado miembro.

La Directiva no impone el uso de ningún código o norma específica, solamente el cumplimiento con los requisitos esenciales de seguridad, indicados en el Anexo I de la Directiva. Sólo los productos que cumplen dichos los requisitos pueden comercializarse. El cumplimiento con normas armonizadas significa cumplimiento con los requisitos esenciales de seguridad.

Por ello, las normas armonizadas europeas se convierten así, en las herramientas más útiles para cumplir con la legalidad actual. En este documento se utilizará la norma armonizada UNE EN 13445: Recipientes a presión no sometidos a la acción de la llama, como guía básica para el cumplimiento con la Directiva.

### **1.3.2. Evolución cronológica de la Directiva.**

La Directiva de equipos a presión, 97/23/CE, tiene su origen, al igual que todas las directivas europeas, en el artículo 100 a del tratado de Roma. En 1957, el “Tratado de Roma” establecía las bases de un mercado único europeo creando un sistema de libre movimiento. Publicada en 1997, fue traspuesta a la legislación española con el R.D. 769/1999, del 7 de mayo, entrando en vigor el 29 de noviembre de 1999. A partir de esta fecha y hasta el 28 de Mayo de 2002 hay un periodo de transición, pasando al final del mismo ser mandataria.

A partir del 29 de mayo del año 2002, queda derogado el Reglamento de Aparatos a presión, aprobado por R.D. 1244/1979, en todo lo referente al diseño, fabricación y evaluación de la conformidad de los equipos a presión y de los conjuntos incluidos en el ámbito de aplicación del R.D. 769/1999.

### **1.3.3. Descripción de los Equipos**

Los equipos objeto del proceso serán recipientes de construcción soldada y fabricados de acero. No se prevé que los recipientes puedan ser utilizados en su vida útil a la acción de la llama. Asimismo, los recipientes podrán destinarse a contener distintos tipos de fluidos, tales como líquidos, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión. En principio, se considerará la capacidad de los equipos comprendida entre 100 y 1.000 litros.

#### 1.3.4. Materias primas (resumen de estudios previos)

En las últimas décadas, se ha producido una evolución continua hacia aceros cada vez más resistentes, con propiedades de resistencia a la corrosión, aceros más soldables y otros requisitos. La investigación llevada a cabo por la industria del acero durante este periodo ha conducido a la obtención de varios grupos de nuevos aceros que satisfacen muchos de los requisitos, y existe ahora una amplia variedad cubierta gracias a las normas y especificaciones actuales.

Los aceros son aleaciones hierro-carbono con concentraciones apreciables de otros elementos aleantes. Las propiedades mecánicas dependen del contenido en carbono, que suele ser inferior al 1 %. Además, las propiedades varían en función de la concentración de otros elementos de aleación. Los *aceros al carbono* sólo tienen concentraciones residuales de impurezas distintas al carbono. En los *aceros aleados*, los elementos de aleación se añaden intencionadamente en concentraciones específicas. Antes del tratamiento térmico, la mayoría de los aceros son una mezcla de tres sustancias, ferrita, perlita, cementita.

La *ferrita*, blanda y dúctil, es hierro con pequeñas cantidades de carbono y otros elementos en disolución. La *cementita* o carburo de hierro ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), es un compuesto de hierro con el 7% de carbono aproximadamente, es de gran dureza y muy quebradiza. La perlita es una mezcla de *ferrita* y *cementita*, con una composición específica y una estructura características, sus propiedades físicas con intermedias entre las de sus dos componentes.

La resistencia y dureza de un acero que no ha sido tratado térmicamente depende de las proporciones de estos tres ingredientes. Cuanto mayor es el contenido en carbono de un acero, menor es la cantidad de *ferrita* y mayor la de *perlita*: cuando el acero tiene un 0,8% de carbono, está por compuesto de

*perlita*. El acero con cantidades de carbono aún mayores es una mezcla de perlita y cementita.

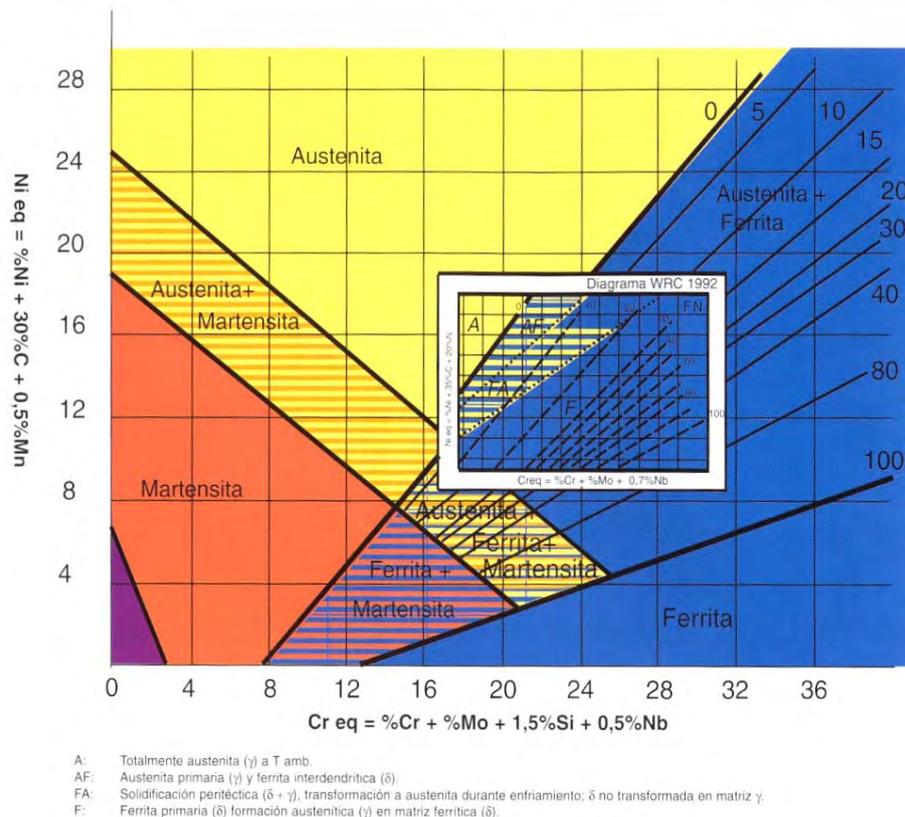
La resistencia no es la única característica que nos permite decidir si el elemento tendrá un desempeño óptimo. Un desempeño satisfactorio depende también de la densidad, la resistencia a la corrosión y los efectos de la temperatura, así como también de las propiedades eléctricas y magnéticas

A menudo, los aceros se clasifican los siguientes grupos:

- *ACEROS AL CARBONO*: El 90% de los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen una cantidad diversa de carbono, menos de un 1,65% de manganeso, un 0,6% de silicio y un 0,6% de cobre.
- *ACEROS DE BAJA ALEACIÓN Y ALTA RESISTENCIA (HSLA)*: En los aceros de baja aleación, el carbono se sustituye parcialmente por elementos distintos, tales como el cobre, vanadio, níquel y molibdeno, en concentraciones combinadas de aproximadamente el 10 % en peso. En el ambiente atmosférico, los aceros *HSLA* son más resistentes a la corrosión que los aceros al carbono, a los que suelen reemplazar en muchas aplicaciones donde la resistencia mecánica es crítica.
- *ACEROS INOXIDABLES*: Los aceros inoxidable son aleaciones de hierro, carbono, cromo y otros elementos, de aleación que los mantiene brillantes y resistentes a la oxidación. El cromo es el principal elemento de aleación, en una concentración mínima del 11 %. Son los más resistentes a la corrosión debido al elevado contenido en cromo y a las adiciones de níquel.

Los aceros inoxidable se clasifican en función de la microestructura constituyente: martensítica, ferrítica o austenítica. Los aceros inoxidable martensíticos y ferríticos tienen comportamiento magnético y los inoxidable austenísticos no. La amplia gama de propiedades mecánicas combinadas con la excelente resistencia a la corrosión hacen que este tipo de acero sea muy versátil.

Con la ayuda del diagrama de microestructuras de *Schaeffler* es posible predecir la naturaleza de la microestructura de un acero o metal de aportación de soldadura cuya composición nos sea desconocida. Calculando el Cr y el Ni equivalentes y entrando con estos valores en el diagrama, es posible clasificar el material dado y conocer la microestructura buscada.



## **PARTE 2: DISEÑO**

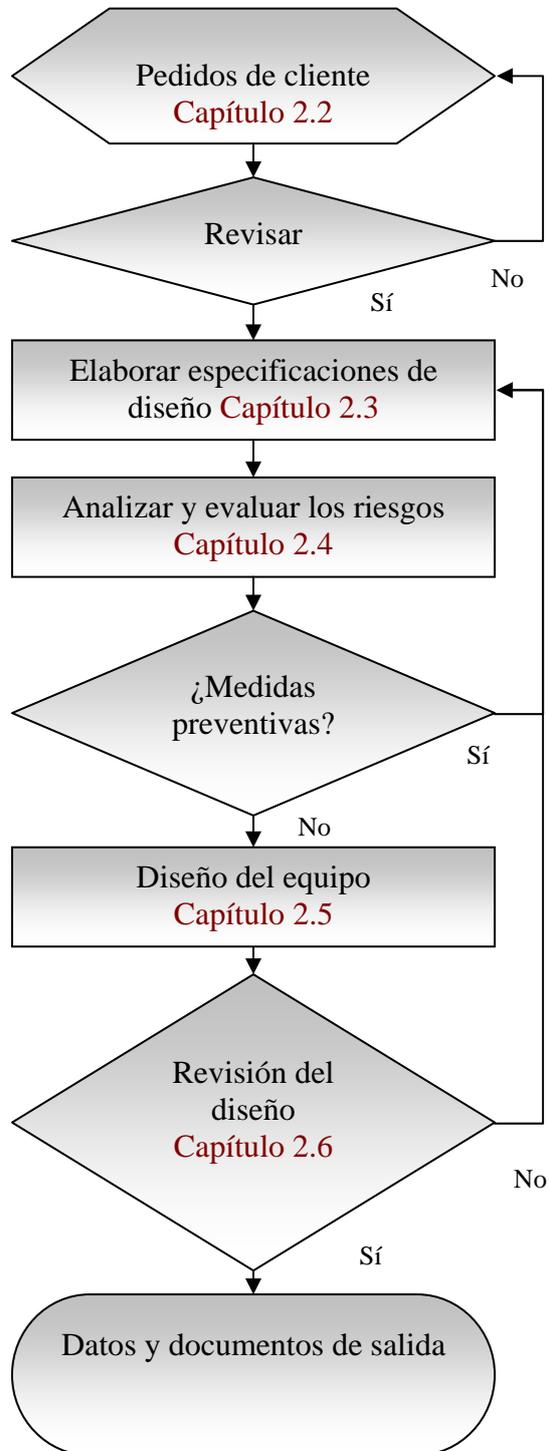
*Los equipos a presión deberán diseñarse correctamente teniendo en cuenta todos los factores pertinentes para garantizar la seguridad del equipo durante toda su vida prevista. El diseño incluirá coeficientes adecuados de seguridad que se basarán en métodos generales que se considere que utilizan márgenes de seguridad pertinentes para prevenir de manera coherente todo tipo de fallos. Anexo I de la Directiva.*

### **2.1. GENERAL.**

El proceso de diseño comenzará cuando el cliente realice un pedido de un equipo. Dicho pedido será revisado por el fabricante para la elaboración de la especificación técnica del equipo y proceder a su diseño. Previo a éste, deberá realizarse un *análisis de riesgos*, a fin de detectar posibles fallos y obtener información de las medidas preventivas a adoptar. Finalmente y con la información obtenida, se diseñará el equipo.

A continuación se adjunta el diagrama de proceso que se trata y desarrolla a continuación.

**2.1.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE DISEÑO:**



## **2.2. PEDIDOS DEL CLIENTE**

El proceso de diseño comenzará cuando el cliente realice un pedido de un equipo. Al recibir una orden de pedido, le será remitido al cliente un formulario en el que describirá la especificación del pedido o proyecto. Recibida dicha documentación, será revisada por el fabricante. Las discrepancias serán consensuadas con el cliente antes de iniciar el proyecto.

Una vez aprobado el pedido se le asignará un número de proyecto o contrato el cual será utilizado para identificar todos los documentos del pedido. Seguidamente, se hará entrega de la documentación a “Diseño” para la realización de los cálculos, planos y de las especificaciones técnicas del material.

Antes del comienzo del diseño, se deberá identificar toda aquella información que deba ser requerida al cliente tales como:

- Descripción básica del equipo.
- Volumen o Capacidad.
- Uso previsto y fluido a contener.

## **2.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.**

Para proceder a los cálculos de diseño se seguirán los siguientes criterios de diseño:

### **2.3.1. Dimensiones del equipo.**

Los recipientes serán fabricados, si no hay otra especificación por parte del cliente y diseño, con forma cilíndrica. Puesto que esta forma supone unos

costes menores en la fabricación y sobre todo, el montaje de estos, en comparación con los recipientes esféricos.

Aplicando la condición de superficie mínima de la envolvente (sin fondos), determinaremos las medidas que minimizan la superficie necesaria, de acuerdo al procedimiento indicado en el **Anexo 1**.

### **2.3.2. Selección de fondos.**

Los fondos de los recipientes podrán ser de los tipos definidos a continuación:

- Fondo torisférico: fondo cóncavo construido por un casquete esférico, una parte tórica de unión y una envolvente cilíndrica, teniendo estos tres componentes tangentes comunes en los puntos de unión. Son los más usados debido a su bajo coste. Distinguimos dos tipos:
  - Tipo *Kloeppe*: Fondo torisférico para el cual  $R/D_e = 1$  y  $r/D_e = 0,1$ .
  - Tipo *Korbbogen*: Fondo torisférico para el cual  $R/D_e = 0,8$  y  $r/D_e = 0,154$ .

Siendo  $r$  el radio interior de la parte tórica de enlace y  $D_e$  el diámetro exterior de la envolvente.

- Fondo elíptico: Fondo cóncavo realizado según una forma verdaderamente elíptica.
- Fondos semiesféricos. Debido a su alto coste se utilizarán exclusivamente para el caso de presiones críticas.

- Fondos cónicos. Se utilizarán para equipos donde pudiese haber acumulación de sólidos y como transiciones en cambios de diámetro de recipientes cilíndricos.

La selección de los fondos se verá condicionada tanto por el factor coste como por la presión máxima admisible del equipo a diseñar. En la mayoría de los casos se recurrirá a fondos tipo *Korbbogen*, ya que soportan altas presiones y suponen un bajo coste, sobre todo en lo que se refiere al montaje. Los *Kloeppe* serán usados solamente en casos de baja presión, ya que requieren mayores espesores.

### **2.3.3. Selección de materiales.**

En la etapa de diseño de recipientes a presión, la selección de los materiales de construcción es de relevante importancia, para lo cual sería conveniente definir una secuencia lógica para la selección de estos.

Los distintos tipos de acero se deben seleccionar de manera que sean compatibles con los pasos de fabricación previstos y adecuados para el fluido interno y el ambiente externo. Tanto las condiciones de funcionamiento normales como las condiciones transitorias que se produzcan durante la fabricación, transporte, ensayos y funcionamiento se deben tener en cuenta a la hora de especificar los materiales.

El material se seleccionará atendiendo a la temperatura de diseño, así como otros requisitos deseados. Véase los aceros europeos normalizados en los **Anexo 6 y 9**.

#### **2.3.4. Presión de diseño, Pd**

Deberá establecerse una presión, con la que realizaremos los cálculos relativos al diseño, presión de diseño.

El valor absoluto de la presión de diseño para las situaciones normales de servicio no deberá de ser inferior al valor absoluto de la presión máxima admisible, PS.

#### **2.3.5. Temperatura de diseño.**

La temperatura de diseño,  $T_d$ , no debe ser inferior a la temperatura máxima del fluido correspondiente a la presión de diseño existente simultáneamente.

A no ser que se especifique otro valor, se adoptará como temperatura de diseño el valor de:

$$T = \text{Máxima Temperatura de operación} + 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Si la temperatura máxima admisible  $TS_{\max}$  es inferior a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , la temperatura de diseño debe ser igual a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### **2.3.6. Coeficiente de unión, z.**

Para el cálculo del espesor requerido las fórmulas de cálculo contiene  $z$ , que es un coeficiente de seguridad para tener en cuenta la posible debilitación debida a los cordones de soldadura.

Para las juntas soldadas, de acuerdo con el *Anexo I-7.2. de la Directiva*, el coeficiente de unión,  $z$ , no deberá exceder de los valores siguientes:

- para los equipos que sean objeto de controles destructivos y no destructivos que permitan comprobar que el conjunto de las juntas no presenta deficiencias significativas: 1,

- para los equipos que sean objeto de controles aleatorios no destructivos: 0,85,
- para los equipos que no sean objeto de controles no destructivos distintos de la inspección ocular: 0,7.

En el material base, y lejos de las uniones determinantes, el coeficiente de unión será,  $z = 1$ . Para las situaciones de ensayo, debe utilizarse el valor  $z=1$ , independientemente de cuál sea el grupo de ensayo.

### **2.3.7. Tensión nominal de cálculo, $f$**

Los valores máximos de la tensión nominal de cálculo se determinaran en función de los valores de carga de rotura ( $R_m$ ) y el límite elástico ( $R_{EH}$ ) del material (véase **Anexo 4**). Dichos valores se obtendrán del correspondiente certificado de inspección del material.

Determinados estos valores, tan sólo deberemos acceder a la tabla del **Anexo 4**, y sustituir en la fórmula adecuada.

En el caso de que los materiales suministrados sean materiales *ASME*, se podrá determinar las tensiones admisibles directamente del código, *ASME II, Parte D*.

### **2.3.8. Cálculos del espesor de la envolvente y fondos.**

Para los cálculos de diseño se utilizará el método DBF o método de diseño por fórmulas, descrito en la norma *UNE EN 13445-3*, en el capítulos 7. Salvo otra especificación, los cálculos de diseño se efectuarán en el estado corroído y con un conjunto de dimensiones coherente.

El espesor mínimo de la envolvente cilíndrica se calculará de acuerdo a lo referido en el **Anexo 2**. Para el cálculo del espesor de los fondos se adjunta el **Anexo 3**.

### **2.3.9. Selección de los sistemas de seguridad.**

En previsión a que el equipo pueda superar los límites permitidos, y con la información obtenida del “Análisis de riesgos” (capítulo 2.4.), se seleccionarán aquellos dispositivos y sistemas de limitación con los que se deberá proveer al equipo. Entre otros podrán ser:

- Sistemas de regulación.
- Sistemas de vigilancia.
- Sistemas de seguridad.

Los sistemas de seguridad serán elegidos conforme la norma *UNE EN 764-7: Equipos a Presión Parte 7: Sistemas de seguridad para equipos a presión no sometidos a la acción de la llama.*

### **2.3.10. Aberturas.**

Todos los recipientes deben dotarse con aberturas de tamaño adecuado y en número suficiente para permitir el acceso a efectos de inspección y limpieza interna.

- *Mirillas.* Las mirillas son aberturas con un diámetro interior de 50 mm como mínimo.
- *Agujeros de mano.* Un agujero de mano podrá ser utilizado para limpieza del recipiente o para inspección. Si es para limpieza no debe tener menos de 100 \*150 mm o debe tener un diámetro interior de 120 mm.
- *Agujeros de cabeza.* Los agujeros de cabeza son aberturas a través de las cuales se puede introducir simultáneamente la cabeza, un brazo y una lámpara.

- *Bocas de hombre. Las bocas de hombre son aberturas través de las cuales puede entrar y salir del recipiente una persona que no lleve consigo equipos auxiliares. Las dimensiones de las bocas de hombre no deben ser inferiores a 320 mm\*420 mm o un diámetro interior de 420 mm.*
- *Agujeros de rescate. Son aquellos que permiten la entrada y salida de una persona equipada con dispositivo de protección y rescate. Deben tener 600 mm de diámetro.*

Los tipos, posición y número mínimo de aberturas de inspección necesarias para todos los recipientes distintos de los esféricos, deben estar de acuerdo con lo indicado en el **Anexo 15**.

## **2.4. ANÁLISIS DE RIESGOS.**

*El fabricante tendrá la obligación de analizar los riesgos, a fin de definir aquellos que se apliquen a sus equipos a causa de la presión y, subsecuentemente, deberá diseñarlos y fabricarlos teniendo en cuenta dicho análisis. (Anexo I, Directiva 97/23/CE, observaciones preliminares)*

De acuerdo con la Directiva, los recipientes deberán ser sometidos a un análisis de riesgos que garantice la seguridad de los mismos. Dicho análisis deberá realizarse en una etapa previa al diseño. De esta forma podremos prevenir riesgos desde el origen, seleccionando los adecuados sistemas de seguridad con los que se debería de diseñar.

Para garantizar la seguridad de los equipos, el fabricante deberá aplicar los principios que se establecen a continuación en el mismo orden:

- eliminar o reducir los riesgos;
- aplicar las medidas de protección adecuadas contra los riesgos que no puedan eliminarse;

- informar, en su caso, a los usuarios sobre los riesgos residuales e indicar si es necesario adoptar las medidas especiales adecuadas para atenuar los riesgos en el momento de la instalación o del uso.

#### **2.4.1. Determinación de los límites físicos del recipiente.**

En primer lugar, se procederá a determinar los límites físicos del recipiente que incluirá el uso que se pretende y el mal uso razonablemente previsible. Para ello determinaremos los parámetros de operación, tales como:

- Presión máxima admisible.
- Temperatura máxima admisible.
- Fluido a contener.
- Volumen o capacidad

#### **2.4.2. Identificación de peligros.**

Establecidos los límites físicos del recipiente, se identificarán los peligros potenciales del mismo. En la identificación de peligros se detectaran situaciones peligrosas que pueden presentarse durante el funcionamiento del equipo a presión. Estas podrán ser debidas, por ejemplo a:

- aspectos operativos;
- errores humanos;
- no fiabilidad de algunas funciones;
- condiciones inseguras de carga;
- mantenimiento:
  - características físicas del fluido;
  - presión;
  - temperatura;
  - caudal;

- nivel;
  - capacidad de atascamiento;
  - adhesión;
  - abrasión;
- características químicas del fluido:
- corrosividad;
  - toxicidad;
  - inflamabilidad;
  - estabilidad;
  - atascamiento;
- condiciones de emplazamiento tales como:
- vibración;
  - temperatura;
  - desgaste;
  - corrosión;
  - fuego externo.

Cada uno de estos factores podrá ocasionar que se superen los límites de operación del equipo a presión.

### **2.4.3. Estimación y evaluación del riesgo.**

En base a lo anterior, “Análisis de Riesgos”, se realizará una valoración o juicio de si se ha alcanzado un riesgo tolerable, es lo que se conoce como “Evaluación del Riesgo”. Así pues, identificados los posibles peligros, se realizará una valoración del riesgo<sup>1</sup> asociado a los mismos. Para ello analizaremos las causas y los posibles efectos del fallo.

---

<sup>1</sup> Riesgo: Es el producto de la probabilidad de que se produzca un acontecimiento dañino multiplicado por la magnitud de sus consecuencias.  $R = P \times M$

A continuación se propondrán medidas preventivas para eliminar o minimizar los riesgos, en lo posible, dando preferencia siempre a aquellas soluciones inherentes al diseño.

#### **2.4.4. Registro del análisis de riesgos.**

El análisis de riesgos deberá ser incluido en la correspondiente documentación técnica que ha de suministrarse la autoridad responsable.

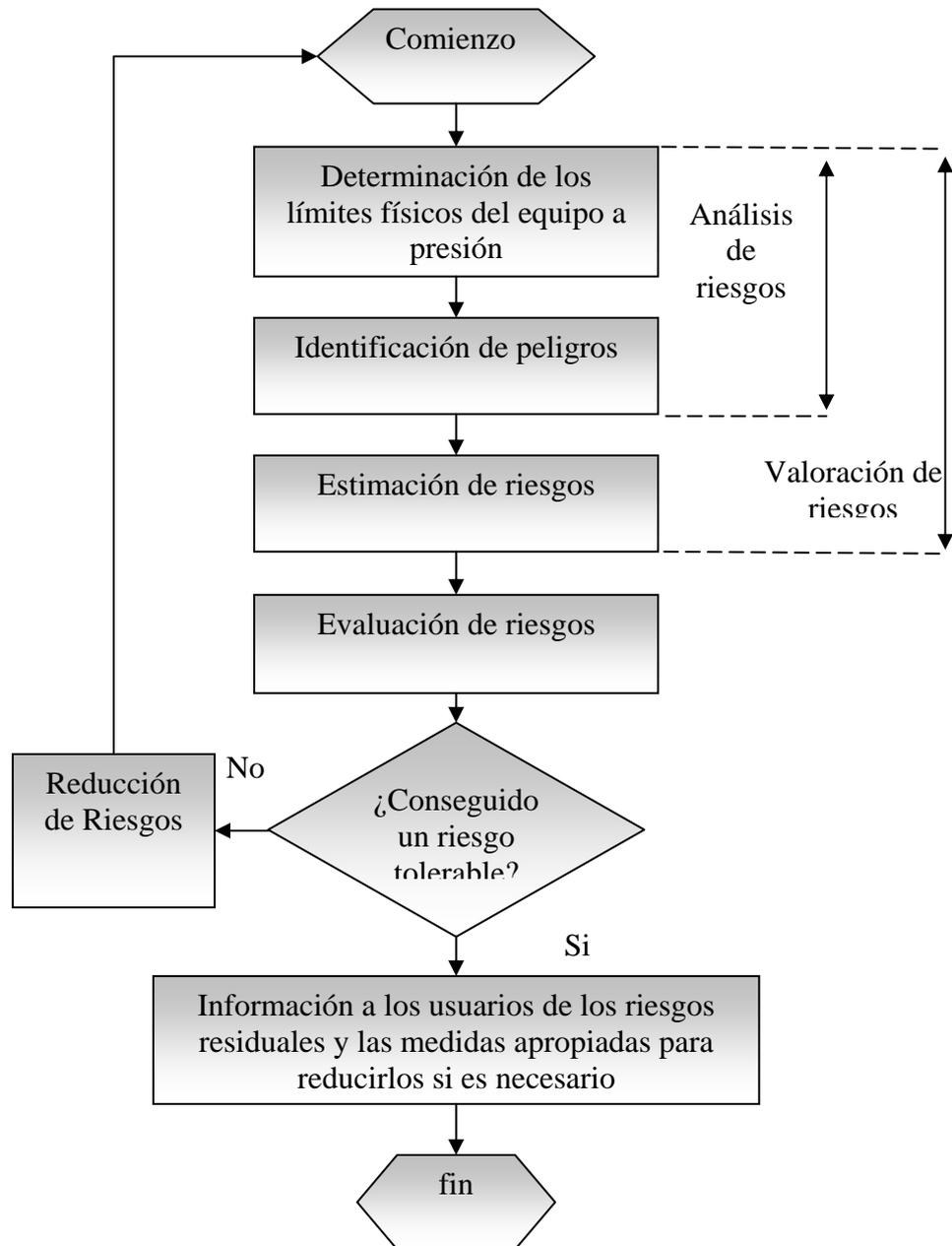
A modo de resumen, el registro del análisis de riesgos incluirá lo siguiente:

- Identificación del peligro / riesgo;
- Análisis del riesgo: causa del fallo y efecto del fallo.
- Valoración del riesgo: frecuencia; consecuencia; valor del riesgo.
- Gestión del riesgo: Medidas de seguridad a adoptar.

Aportada dicha información se procederá a establecer los criterios de diseño con los que se abordarán más adelante los cálculos de diseño.

A continuación se presenta un diagrama en el que se resumen las etapas del proceso de evaluación de riesgos.

**2.4.5. Diagrama de proceso de la evaluación de riesgos:**



## **2.5. DISEÑO DEL RECIPIENTE.**

Para proceder al diseño del equipo se seguirán los criterios de diseño del capítulo 2.3. Además se tendrá en cuenta la información obtenida del análisis de riesgos adoptando los sistemas de seguridad que se requieran.

Durante la compilación de la información de entrada a “Diseño”, se deberá asegurar que toda la información y datos de entrada requeridos para el propósito de diseño están disponibles con la suficiente antelación.

Una vez elaborados los planos, cálculos y especificaciones de material se someterán a una revisión. Se comprobará que los documentos incorporan toda la información y requisitos necesarios para el cumplimiento con la directiva europea.

## **2.6. REVISIÓN DEL DISEÑO.**

En todos los casos se realizarán una revisión del diseño y se deberán documentar la aceptación. La revisión debe incluir especialmente los cálculos de diseño, teniendo en cuenta la información de apoyo del análisis de riesgos del fabricante. Los documentos de salida de las actividades de diseño (planos, cálculos) deberán estar sometidos a un control y una verificación adecuada.

Se elaborará una documentación técnica que se someterá a la autoridad responsable si aplica, como se explica a continuación.

### **2.6.1. Documentación técnica de diseño.**

Se debe preparar la siguiente documentación que someterá a revisión la autoridad responsable.

1. Descripción del equipo.

Se redactará una breve descripción del equipo a diseñar. Además se especificará el fluido previsto a contener así como el uso que se le dará al recipiente. Se incluirá lo siguiente:

- El fluido contenido.
- Clasificación del fluido: (*grupo 1 o 2, véase capítulo 4.4*)
- Capacidad del equipo en litros.
- Presión de diseño, presión máxima admisible y presión de ensayo.
- Temperatura máxima y mínima de diseño.
- Producto de la presión máxima admisible por volumen del equipo,  $PS \times V$ :

2. Tipo y categoría del equipo.

Se establecerá la categoría de peligro del equipo atendiendo las indicaciones del capítulo 4.4.

3. Registro del análisis de riesgos al equipo.

Se aportará un registro de Análisis de riesgos de acuerdo con lo referido en el capítulo 2.4.4.

4. Planos de diseño.

5. Documentación de los cálculos del diseño.

## **2.7. PROGRAMA DE INSPECCIONES.**

Se elaborará un “Programa de inspecciones” para seguir el control del recipiente en todo el proceso. El programa presentará un formato equivalente al **Anexo 20**.

En dicho programa se incluirá las siguientes columnas: una dónde se describe el campo de aplicación, otra la descripción de la actividad, otra donde se incluyen los documentos que gobiernan esa actividad, otra que define el departamento responsable para dicha actividad y por último otra columna para indicar qué tipo de supervisión realizará la autoridad responsable, con espacio para su firma.

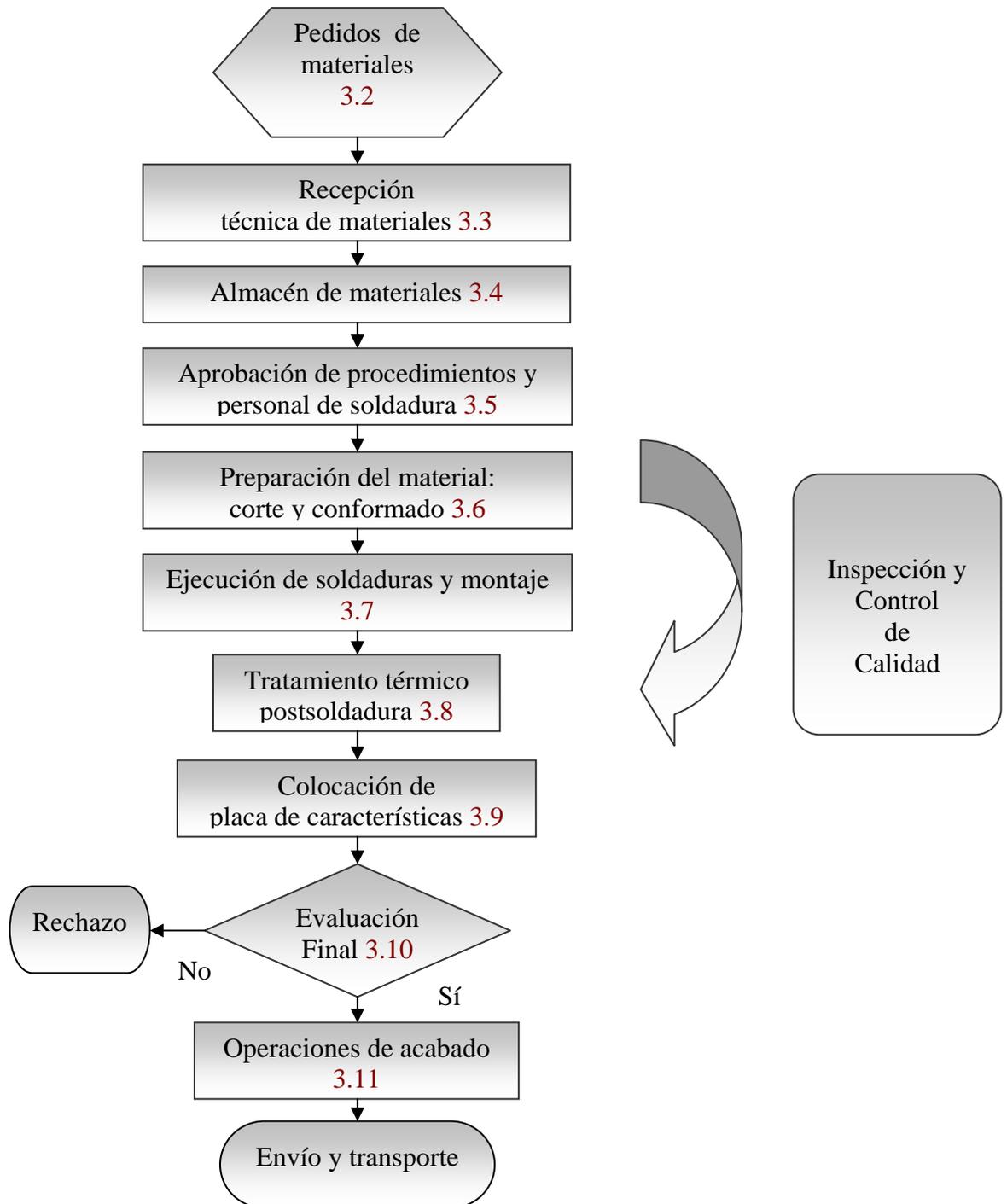
## **PARTE 3: FABRICACIÓN**

*“El fabricante velará por la ejecución correcta de las disposiciones establecidas en la fase de diseño mediante la aplicación de las técnicas y métodos adecuados, en especial por lo que respecta a los siguientes aspectos: preparación de los componentes, uniones permanentes, pruebas no destructivas, tratamiento térmico y conocimiento de las características de los materiales,” Anexo I de la Directiva, apartado 3.*

### **3.1. GENERAL.**

El proceso de fabricación de recipientes a presión soldados recogerá las siguientes etapas: el pedido de materiales, la recepción técnica de los mismos, su almacenamiento, la preparación y aprobación de los procedimientos y personal de soldadura, el corte y preparación de los materiales para la soldadura, la ejecución de las soldaduras y el montaje, tratamiento térmico post-soldadura, evaluación final, operaciones de acabado, envío y transporte. En el diagrama de proceso de la página siguiente quedan recogidos todos estos pasos.

**3.1.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACIÓN:**



## **3.2. PEDIDOS Y SUMINISTRO DE MATERIALES.**

La adquisición de materiales se iniciará cuando se detecte la necesidad de tenencia de algún material, bien sea por necesidad de inicio de un nuevo proyecto o bien por necesidad de reposición del stock, para que no se produzcan interrupciones en el programa de producción. En ambos supuestos es conveniente, a los fines del control, que el pedido se canalice por el almacén de materiales.

### **3.2.1. Condiciones técnicas de suministro.**

Cuando se vaya a pedir un material, se deberán especificar las condiciones técnicas de suministro así como cualquier otro requisito adicional, cuando proceda. Posteriormente, las condiciones técnicas de suministro, servirán para la elaboración de los pedidos comerciales.

Los materiales deberán de estar conformes con una de las siguientes condiciones<sup>1</sup>:

1. Norma europea para materiales para equipos a presión.
2. Aprobación europeas para materiales para equipos a presión.
3. Evaluación particular de materiales para equipos a presión.

De acuerdo con lo establecido en las especificaciones de diseño (véase capítulo 2.3.3: selección de materiales), se redactará un documento denominado “Condiciones técnicas de suministro”. En él se deberá describir el material con sus propiedades específicas y deberá contener como mínimo el alcance, normas para consulta, requisitos, ensayos e inspección, marcado y restricciones sobre su aplicación cuando sea necesario. Si es procedente, se debe proporcionar junto con la especificación técnica del material,

---

<sup>1</sup> Ver capítulo 4.4: Preparación de documentación técnica de materiales.

información sobre la asignación del material al grupo de materiales conforme con el **Anexo 7**.

Las condiciones técnicas de suministro para las partes sometidas a presión deberán incluir, al menos, los siguientes puntos:

1) El método de fabricación del material.

El material deberá haber sido elaborado de acuerdo al proceso de fabricación que indique la norma a la que hace referencia.

2) Estado de tratamiento.

Deben especificarse las condiciones siguientes:

- tipo de estado de tratamiento térmico o,
- estado superficial del material en el momento del suministro, cuando sea necesario.

3) Composición química.

Se deberán especificar los límites de la composición química. Se especificaran los límites del análisis de colada, en función del grupo de acero. La composición química de los aceros destinados a soldeo o conformación no deben presentar valores superiores a los indicados en la tabla del **Anexo 8**.

La especificación de la composición química incluirá lo siguiente:

*“No se deben añadir de forma intencionada elementos que puedan tener influencia sobre características esenciales del material, no especificados para el material específico. Se deben adoptar todas las precauciones razonables para evitar la adición de elementos procedentes de la chatarra u otros materiales utilizados en la fabricación, pero puede haber presentes*

*elementos residuales siempre que se cumplan las propiedades mecánicas especificadas y no resulte perjudicada su aplicabilidad.”*

4) Propiedades mecánicas.

*“Los materiales deberán satisfacer, al menos, los siguientes requisitos, en cuanto a propiedades mecánicas:*

*- alargamiento después de la rotura en una prueba de tracción realizada con arreglo a un procedimiento normalizado al menos igual al 14 % y*

*- energía de flexión por choque sobre probeta ISO (resilencia), al menos igual a 27 julios, a una temperatura igual como máximo a 20 ° C, pero no superior a la temperatura más baja de funcionamiento prevista.”, Anexo I de la Directiva.*

- Resistencia a la tracción:

Para demostrar el cumplimiento con los requisitos de resistencia a la tracción, se someterá una muestra de material a un ensayo de tracción conforme a la norma *EN 10020-Materiales Metálicos*. Los resultados de dicha prueba, quedarán recogidos en el informe de ensayos adjunto al certificado del material.

- Resistencia al choque:

Se deberán especificar los requisitos de resistencia al choque del material (temperatura, energía) en relación con los requisitos de los recipientes para evitar la rotura frágil.

Los aceros deberán tener un valor de resilencia (energía de choque) mínima especificada, medida en una probeta de ensayo de resilencia (choque) de entalla en V, de acuerdo con lo siguiente:

- *Resiliencia  $\geq 27$  Julios para aceros ferríticos y aceros aleados con contenido de níquel comprendido entre el 1,5 % y el 5 %.*
- *Resiliencia  $\geq 40$  Julios para aceros de los grupos de materiales 8, 9.3 y 10 (austeníticos, aceros al níquel  $8\% < Ni \leq 10\%$  Austeníticos–ferríticos (DUPLEX).*

El ensayo de flexión por choque se realizará con probetas con entalla Charpy en V, siguiendo la norma *EN 10045-1: Materiales metálicos. Ensayos de flexión por choque sobre probeta Charpy. Parte 1: Método de ensayo*. Los resultados de dicha prueba, quedarán recogidos en el informe de ensayos adjunto al certificado del material.

De cada muestra se deben ensayar tres probetas para cada una de las posiciones y temperaturas de ensayo requeridas. El valor medio de las tres probetas deberá ser como mínimo igual al requisito de energía de impacto. Sólo una de las probetas podrá presentar un valor inferior, pero este valor no debe ser inferior al 70 % del requisito correspondiente.

Cuando se requiera un análisis más detallado, se recurrirá al Anexo B de la norma *EN 13445-2*.

5) Propiedades tecnológicas.

Siempre que sea necesario, se deberán especificar los requisitos de facilidad de conformación.

6) Otras propiedades de los materiales.

Cuando sea necesario, también se deben especificar los requisitos relativos a propiedades distintas de las cubiertas.

7) Ausencia de defectos superficiales e internos

Los materiales deben estar exentos de defectos superficiales e internos. En las condiciones técnicas de suministro se deberá añadir lo siguiente:

*“Si durante el transporte y/o manipulación de los productos, aparecieran defectos internos o externos, estos deberán ser corregidos de acuerdo al proceso de fabricación, y si esto no es posible deberán ser sustituidos por otro producto adecuado”.*

8) Dimensiones, forma, masa y tolerancias correspondientes.

Se deberá especificar las dimensiones, forma y masa y las tolerancias correspondientes, haciendo referencia preferentemente a una norma de dimensiones apropiada.

9) Documentos de inspección de los componentes suministrados.

Todos los materiales destinados a utilizarse como partes sometidas a presión de todas las categorías y para accesorios (por ejemplo, patas de apoyo, orejetas de elevación, soportes de tubos y anillos de refuerzo) soldados directamente a partes sometidas a presión de todas las categorías, deberán ir acompañados por documentos de inspección de acuerdo con la norma *EN 10204:1991* (véase **Anexo 10**).

Dependiendo del uso que vaya a darse al producto metálico y en función de la categoría de peligro del recipiente (capítulo 4.4) se requerirá al fabricante de los mismos un tipo de documento de inspección conforme a lo siguiente:

- Para las partes principales sometidas a presión de las categorías II, III y IV el fabricante del material deberán emitir certificados de inspección según la Norma EN 10204:1991, **tipo 3.1.B**, que se podrán correlacionar con el producto, para asegurar el

cumplimiento de los requisitos aplicables de la especificación del material y del pedido. A petición del fabricante del equipo a presión, podrán emitirse informes de inspección según la norma EN 10204:1991, tipo 3.2 o certificados de inspección según la norma EN 10204:1991 tipo 3.1.C, en lugar de los certificados de tipo 3.1.B.

- Para partes principales sometidas a presión de la categoría I; partes sometidas a presión, distintas de las partes principales, de las categorías I a IV; y accesorios para partes de las categorías II, III y IV, se deberá obtener como mínimo un informe de ensayos según la Norma EN 10204: 1991, **tipo 2.2.** del fabricante del material.
- Para materiales para otras partes y para accesorios soldados directamente a partes sometidas a presión, no cubiertos por el apartado anterior, se deberá obtener como mínimo un certificado de cumplimiento del pedido, según la Norma EN 10204:1991, **tipo 2.1**, del fabricante del material.
- Para consumibles de soldadura para todas las categorías se deberá obtener como mínimo un informe de ensayo según la Norma EN 10204: 1991, **tipo 2.2**, del fabricante de los consumibles de soldadura.

**NOTA:** Siempre será aceptable un documento de inspección de un nivel más alto.

En el **Anexo 10** y para mayor comprensión de lo anterior, se adjunta un cuadro resumen de los documentos de inspección aplicables según la norma EN 10204:1991.

#### 10) Marcado de los componentes suministrados.

El marcado de los productos entregados deberá asegurar la posibilidad de hacer un seguimiento entre el producto y los documentos de inspección. Para materiales según normas europeas, el marcado deberá cumplir los requisitos de la norma del producto correspondiente.

Para otros materiales, el marcado deberá contener como mínimo:

- la especificación del material (referencia, designación del material);
- el nombre o marca de los fabricantes del material;
- el sello del representante de inspección, si procede;
- una identificación que permita establecer una correlación entre el producto suministrado y el documento de inspección correspondiente.

### **3.2.2. Requisitos adicionales:**

#### **3.2.2.1. Materiales procedentes de almacenistas.**

Los materiales procedentes de un almacenista sólo deberán de comprarse si han sido objeto de una inspección directa por un organismo de inspección competente<sup>2</sup> en los talleres del fabricante del material.

Además, el material deberá contener también los marcados originales del fabricante del material y, si procede, el número de colada. Así pues podrá establecerse una correlación con los certificados del material.

---

<sup>2</sup> Entidad independiente reconocida u organismo notificado para la directiva (véase glosario de definiciones).

### **3.2.2.2. Requisitos específicos para materiales que contengan soldaduras.**

Cuando el fabricante del material suministre también componentes soldados (materiales de partida unidos por soldadura, con o sin metal de aportación) el fabricante del equipo a presión se deberá asegurar que los documentos de inspección que los acompañen permitan establecer una correlación con los materiales de partida.

Los documentos de inspección deben de confirmar que se cumplen los “requisitos esenciales de seguridad” relativos a la soldadura y a los ensayos no destructivos.

Se pedirán copias, al almacenista, de los correspondientes procedimientos de soldeo y de certificados de aprobación de los soldadores (véase capítulo 3.5.3), comprobándose que estos estén aprobados por una tercera parte competente. Los procedimientos de soldadura deberán ser evaluados por el encargado del control de la soldadura para determinar su adecuación.

Los ensayos destructivos, cuyos resultados se presentaran adjuntos al registro de aprobación del procedimiento de soldadura (WPQR), deberán haber sido realizados por personal con competencia adecuada. En concreto, para materiales que formen parte de los recipientes de las categorías II y IV, los ensayos deberán realizarse por personal aprobado por una tercera parte reconocida (**Anexo 18**).

### **3.2.2.3. Requisitos productos conformados**

Los productos conformados requieren la documentación siguiente:

- i. un formulario de subcontratista
- ii. la certificación del material original
- iii. el tipo y el registro del tratamiento térmico, si procede;

- iv. la descripción de la parte conformada con las dimensiones nominales principales y la magnitud de la deformación en el caso de conformación en frío sin tratamiento térmico
- v. los marcados

#### **3.2.2.4. Requisitos de los materiales a utilizar en las piezas que no tienen que soportar presión.**

Para piezas que no tienen que soportar presión, por ejemplo, para patas de apoyo, camisas y otras piezas similares soldadas a recipientes a presión, se debe utilizar material que se suministre de acuerdo con especificaciones de materiales que cubran al menos los requisitos relativos a la composición química y a las propiedades de resistencia a la tracción. Estos materiales no deben limitar las condiciones de funcionamiento del equipo al cual se fijan.

#### **3.2.3. Pedidos comerciales.**

Para efectuar una adquisición de materiales se emitirá una solicitud al responsable de “Compras”, quien suscribirá la orden de compra dirigida al proveedor.

La orden de compras consistirá en una autorización por escrito para que el proveedor entregue la cantidad de cada tipo de material especificado de acuerdo con los términos estipulados y en la fecha y lugar convenidos. La adquisición de materiales será realizada al precio más bajo y según las condiciones técnicas de suministro (capítulo 3.2.1). Sería conveniente, a fines del control del material, que “Almacén” recibiese una copia del pedido comercial para usar en la recepción del material.

### **3.3. RECEPCIÓN E INSPECCIÓN TÉCNICA DEL MATERIAL**

*“El fabricante del equipo deberá adoptar las medidas adecuadas para asegurarse de que el material utilizado cumple las especificaciones requeridas. En particular, deberán obtenerse para todos los materiales documentos elaborados por el fabricante del material en los que se certifique la conformidad con una especificación determinada.” Anexo I de la Directiva, apartado 4.3.*

A menudo el material será recibido en el almacén. Una vez allí, se inspeccionará conforme a lo siguiente:

- Examen visual con objeto de detectar, en la medida de lo posible, imperfecciones que puedan afectar a la seguridad del trabajo.
- Comprobación del material en cuanto a cantidad y dimensiones, comparándolos con la hoja de pedido comercial.
- Identificación (número de colada, marcas, grado del material), comprobando que las marcas del material cumplan con lo establecido en la especificación del material.
- Comprobación del material para tener la seguridad de que los materiales sean conforme con lo especificado en la documentación del diseño.

#### **3.3.1. Revisión de la certificación del material y de la identificación del material.**

Todas las certificaciones de materiales deben revisarse a su recepción. Los documentos de inspección del material deberán estar conforme a lo referido en las condiciones técnicas de suministro (capítulo 3.2.1) y en el **Anexo 10**. La revisión deberá cubrir la integridad y adecuación de los informes por comparación con lo siguiente.

- a) propiedades mecánicas y químicas requeridas que tienen que ser indicadas en la especificación del material;
- b) seguridad de que los resultados de los informes satisfacen los requisitos de la especificación;
- c) existen todos los marcados requeridos por la especificación del material y hay una posibilidad de seguimiento entre los marcados reales y los registrados en la certificación del material.

Adjunto al certificado del material deberá presentarse un informe de ensayos que indique sus características mecánicas. El laboratorio que firme dichos ensayos debe ser un laboratorio acreditado por ENAC. En tal caso que no fuera así, los ensayos deberán de realizarse bajo la supervisión de la Autoridad responsable.

### **3.3.2. Examen visual.**

Después de haber identificado y correlacionado el material con sus documentos de inspección se procederá a una inspección visual del material para comprobar que no existen defectos superficiales u otros fallos debido a la manipulación y transporte. Cuando el material no cumpla algunos de los requisitos anteriores, el departamento responsable del control de material adoptará las medidas oportunas para resolver el problema.

### **3.3.3. Identificación.**

El fabricante debe tener y mantener un sistema de identificación para los materiales utilizados en la fabricación, de tal manera que todo el material sometido a tensiones debidas a la presión y todo el material soldado al mismo en el trabajo terminado, se pueda seguir hasta su origen. Esto incluye el uso de consumibles de soldeo.

Para ello el fabricante realizará un registro de los marcados de identificación utilizando listas de materiales o esquemas de las piezas tal como se han construido que puedan asegurar la identificación de cada pieza de material durante la fabricación y su posterior identificación en el recipiente terminado.

En el caso de que sea inevitable cortar los marcados de identificación originales o de que el material se divida en dos o más piezas, los marcados se deberán transferir con exactitud antes de proceder a su corte.

#### **3.3.4. Consumibles de soldeo.**

Cuando se reciban consumibles de soldeo, se comprobará que las marcas son correctas y conformes al pedido y que se mantienen en condiciones adecuadas para evitar su deterioro. Así mismo, se tomarán las medidas oportunas para su correcta manipulación y almacenamiento. Para ello se seguirán las instrucciones del fabricante para el correcto almacenamiento y secado de los consumibles antes de su utilización. Dicha información deberá ser revisada cuando se haga entrega de los mismos (véase capítulo 3.4).

#### **3.3.5. Registros del material.**

Los registros finales deberán incluir todos los certificados de materiales. Todos los registros estarán disponibles para su revisión por la autoridad responsable.

### **3.4. ALMACÉN DE MATERIALES.**

Una vez identificado el material, será remitido a la dependencia adecuada en almacén, dónde permanecerá hasta ser requerido.

Los aceros inoxidable se almacenaran en una dependencia físicamente separada de los aceros al carbono. Además la nave de almacén permanecerá cerrada en lo posible para impedir la contaminación del acero por humedad. Los fondos deberán ser colocados en una posición correcta que impida la deformación de los mismos durante el periodo de almacenamiento.

En cuanto al material de soldadura, será almacenado en una dependencia específica debidamente acondicionada. Los electrodos recubiertos sensibles a la humedad, serán almacenados en recipientes herméticamente sellados. Cuando se retiren de estos recipientes, los electrodos serán colocados en estufas y mantenidos a las temperaturas recomendadas por sus fabricantes hasta la utilización por los soldadores. (véase capítulo 3.3.4.)

Se mantendrá un registro actualizado de materiales en almacén. El encargado del almacén será el responsable de mantener siempre un stock de material para no parar la producción. Para ello, emitirá una solicitud de pedidos al responsable de compras cuando detecte la necesidad de tenencia de algún material.

### **3.5. APROBACIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y PERSONAL DE SOLDADURA.**

*Para los equipos a presión, las uniones permanentes (soldaduras) de los elementos que contribuyen a la resistencia del equipo a la presión y los elementos que están directamente integrados deberán ser realizadas por personal cualificado con el nivel adecuado de competencia y mediante procedimientos cualificados. Apartado 3.1.2 del Anexo I de la Directiva.*

#### **3.5.1. General.**

Todas las soldaduras para los trabajos de la fabricación de los recipientes, se realizarán usando “Especificaciones de procedimientos de soldadura, WPS”, elaborados y aprobados de acuerdo con las reglas generales de la norma EN ISO 15607:2003. Así mismo, el personal de soldadura deberá estar cualificado para cada proceso a realizar, de acuerdo con la norma EN ISO 287:2004 (para los soldadores) y con la norma EN 1418 (para operadores de soldadura).

#### **3.5.2. Aprobaciones de los procedimiento de soldadura.**

Antes del inicio de los trabajos de soldadura, y basándose en los planos de diseño, se deberán elaborar las “especificaciones de procedimientos de soldadura” (WPS) necesarias para cubrir todas las soldaduras que vayan a realizarse en los trabajos de construcción de los recipientes.

La especificación del procedimiento de soldadura (WPS) será un documento que contenga en detalle las variables requeridas de un proceso de soldadura para asegurar la repetitividad durante el soldeo de producción. En él se deberá incluir referencias a los materiales, preparación, precalentamiento (si es necesario), método y control de soldeo y del tratamiento térmico post-soldadura (si es aplicable), así como todas las indicaciones necesarias para poder realizar la operación de soldeo.

Dicho documento deberá elaborarse para cada proceso de soldeo conforme a la norma *EN ISO 15609-1*, y será llamado en adelante WPS (*Welding Procedure Specification*). Además, todos los procedimientos de soldadura deberán de estar aprobados anteriormente a su empleo en producción.

La aprobación de los procedimientos de soldadura podrá realizarse por varios métodos de acuerdo con lo indicado en la norma *EN ISO 15607*. La aprobación debe realizarse basándose en una “especificación preliminar del procedimiento de soldadura” (pWPS). Seguidamente y basándose en este pWPS se realizará el examen o aprobación del procedimiento, de acuerdo con lo referido en la norma.

Con los datos registrados durante la realización de la aprobación del procedimiento, se elaborará el “registro de aprobación de procedimiento de soldadura” (WPQR). En el WPQR se recopilarán los resultados del soldeo para cada cupón prueba. En el se incluirán los contraensayos. Además se deberá incluir la información de la WPS.

Para la aprobación del procedimiento se efectuarán las inspecciones y ensayos establecidos en la norma. Los ensayos de las probetas serán realizados en un laboratorio acreditado por ENAC, o bien en las instalaciones del fabricantes siempre que sean bajo supervisión de la autoridad responsable. Si son aceptadas las mismas, se preparará y certificará con firma y fecha el “Registro de aprobación de procedimientos de soldadura, WPQR”, registrando las variables reales utilizadas en la aprobación de las pruebas de soldadura.

Para proceder a dichas aprobaciones se solicitarán los servicios de un organismo independiente competente, que podrá ser, a elección del fabricante:

- Un organismo notificado para la Directiva 97/23/CE, de acuerdo con lo publicado en el “Diario Oficial de las Comunidades Europeas”.
- Una entidad independiente reconocida para la aprobación de procedimientos, de acuerdo con lo publicado en el “Diario Oficial de las Comunidades Europeas”.

Se mantendrá un registro con los WPS (Especificación del procedimiento de soldeo) y WPQR (Registro de aprobación del procedimiento de soldeo). Los WPS serán revisados y deberán ser de nuevo preparados y cualificados siempre que exista un cambio en una variable de soldeo.

Se realizarán copias a los WPS cualificados para que sean utilizadas por los soldadores en los trabajos de producción.

A modo de resumen, se presenta a continuación y secuencialmente las fases que intervienen en el proceso de aprobación de un procedimiento de soldadura.

**Fases que intervienen en la aprobación de un procedimiento de soldeo:**

Actividad	Documento que resulta	Descripción
Elaboración del procedimiento	pWPS	Especificación preliminar del procedimiento de soldeo.
Aprobación por cualquier método	WPQR	Registro de la aprobación del procedimiento de soldeo.
Finalización del procedimiento	WPS basado en este WPQR	Especificación del procedimiento de Soldeo
Aplicación en producción	Copia del WPS o instrucción de trabajo	

### **3.5.3 Aprobación de soldadores y operadores de soldadura.**

Todos los soldadores y operadores de soldadura que vayan a realizar trabajos en la fabricación de los recipientes, deberán ser aprobados de acuerdo con las normas EN 287-1:2004 y EN 1418: 1997 respectivamente. Los soldadores y operadores de soldadura, deberán ser aprobados por un organismo independiente competente” (véase capítulo 3.5.2).

Cada soldador u operador de soldadura deberá de estar cualificado para cada trabajo de soldadura que vaya a realizar. La aprobación del soldador se basará en unas variables esenciales de soldadura. Para cada variable esencial se definirá un rango de aprobación.

La aprobación de un soldador consistirá en la realización de un examen o prueba conforme la norma *EN 287-1:2004: Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión.*

### **3.5.4. Trazabilidad de los soldadores.**

Para asegurar una trazabilidad de los trabajos efectuados, se mantendrá una lista actualizada de soldadores y operadores de soldeo, junto con los registros de ensayo de aprobación.

### **3.5.5. Registros de aprobación de soldadores.**

Cuando un soldador u operador de soldadura haya pasado satisfactoriamente todos los ensayos, se expedirá un certificado de aprobación dónde se indicarán las variables y requisitos esenciales para las pruebas de soldadura y el rango de aprobación para las soldaduras de producción. Los certificados de aprobación estarán disponibles para su revisión por la autoridad responsable en cualquier momento.

Asimismo, se mantendrá un registro de los soldadores donde se mostrará los datos que se relatan a continuación:

*DATOS DE APROBACIÓN:*

- Identificación del soldador
- Nombre y Apellidos
- Fecha de Aprobación,
- Fecha de expiración,
- Observaciones.

*VARIABLES ESENCIALES DEL PROCESO:*

- Proceso de soldeo.
- Tipo de producto (Chapa o tubo).
- Tipo de soldadura.
- Grupo de material.
- Consumible de soldeo.
- Dimensiones.
- Posición de soldeo.
- Detalles de soldeo.

### **3.5.6. Validez**

En la aprobación de soldadores, la validez de la certificación será de dos años, tal y como requiere la norma. Se deberá demostrar que el soldador viene ejecutando satisfactoriamente trabajos dentro de lo amparado en su aprobación sin intervalos de interrupción superiores a seis meses.

La prolongación (cada seis meses) y la repetición (cada dos años) se deberá realizar de acuerdo con la norma EN 287-1:2004.

### **3.5.7. Recalificación de soldadores y operadores de soldadura**

Los soldadores y operadores de soldadura serán nuevamente examinados cuando:

1. Una variable esencial de ejecución cambie.
2. Un soldador no haya soldado un proceso durante seis meses o más, su certificación para dicho proceso expirará.
3. La autoridad responsable tenga razones para cuestionar las habilidades del soldador para elaborar las soldaduras de acuerdo con las exigencias de las especificaciones.

### **3.6. PREPARACIÓN DEL MATERIAL: CORTE Y CONFORMADO.**

Una vez se disponga de personal cualificado y de las especificaciones de procedimientos de soldeo cualificados para realizar las operaciones de soldeo, comenzaran los trabajos de producción.

Se asegurará que todos los planos de construcción y procedimientos fabricación revisados y aprobados en la fase de diseño, estén disponibles en la zona de trabajo apropiada y se apliquen plenamente en la fabricación.

Los trabajos comenzaran con la preparación de las chapas para los procesos de fabricación; tales como preparación de bordes, soportes del recipiente para piezas conformadas antes del soldeo y conformación. Dichas actividades deben controlarse e inspeccionarse para asegurar no sean perjudiciales para el recipiente terminado.

### **3.6.1. Corte de chapas-biselado-limpieza.**

El material se deberá cortar de acuerdo con su tamaño y forma mediante cualquier procedimiento de corte térmico o mecánico o mediante una combinación de ambos. Esto puede realizarse antes o después de las operaciones de conformación. Mediante esta operación se cortaran las piezas hasta alcanzar sus dimensiones definitivas y se ejecutaran los biseles, rebajes, etc., indicados en los planos de diseño.

El uso de la máquina oxicorte se permite tomando las precauciones necesarias para que el corte sea regular, y para que las tensiones o transformaciones de origen térmico que se produzcan no ocasionen perjuicio.

Todo bisel se realizara con las dimensiones y los ángulos marcados en los planos de diseño dentro de las tolerancias señaladas en dichos planos.

Todas las preparaciones de uniones deben someterse a inspección visual antes de realizar la soldadura. Antes de proceder a la soldadura, se deben eliminar defectos tales como laminaciones, grietas e inclusiones de escoria. La inspección visual podrá completarse con ensayos no destructivos adicionales.

Las preparaciones se realizarán con personal cualificado de acuerdo con lo referido en el capítulo 3.5.3. El resultado de los ensayos de preparación de las uniones se deberá registrar en el programa de inspecciones.

### **3.6.2. Conformado.**

Las chapas de acero previstas para el cuerpo del recipiente serán sometidas a un proceso de curvado conforme con el grado de curvatura especificado en el diseño. Para ello podrá seguirse la sección conformado de la norma *UNE EN 13445-4*.

El método de curvado empleado deberá prevenir la recuperación del material. De acuerdo con esto, el grado de curvatura será mayor del requerido con el fin de que cuando ésta se recupere alcance la curvatura especificada.

Se deberá mantener registros del procedimiento de conformación aplicado. Así mismo se requerirá a todo proveedor que suministre componentes conformados los correspondientes procedimientos de conformación.

### **3.7. SOLDADURA Y MONTAJE**

#### **3.7.1. Ejecución de soldaduras.**

Cada soldador deberá tener una copia de la WPS cualificada aplicable o instrucciones de trabajo detalladas basadas en la WPS, y que defina todas las variables esenciales bajo control directo del soldador.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de unión, eliminando cuidadosamente toda la suciedad y muy especialmente la grasa. Las partes que se vayan a soldar estarán bien secas.

Los cordones se depositarán sin provocar mordeduras, después de ejecutar cada cordón, y antes de depositar el siguiente, se limpiará la superficie con cepillo de alambre, adecuado para el material, utilizado, eliminando todo rastro de escoria, esta limpieza se realizara también en los cordones finales.

Dependiendo del proceso de soldeo, después de cada pasada de soldeo, se debe quitar la escoria, se debe limpiar la soldadura y eliminar los defectos superficiales para obtener la calidad adecuada del metal de soldadura.

A menos que el proceso utilizado proporcione una penetración efectiva y sólida, el segundo lado de una unión soldada se debe eliminar hasta dejar a

la vista metal en buen estado utilizando un proceso mecánico o térmico o mediante esmerilado.

Se deberá evitar el cebado del arco en partes de recipientes a presión fuera de la preparación de la soldadura. Si se produce accidentalmente cebados del arco, la zona afectada (incluida la zona afectada por el calor) se debe reparar de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3.7.4.

Todas las soldaduras terminadas se deberán someter a inspección visual. Además dependiendo del grupo de ensayo las soldaduras terminadas deberán someterse a ensayos no destructivos de acuerdo con el capítulo 3.7.5.

Se deberá tener un registro en el que se indique el soldador u operador de soldeo que ha realizado cada soldadura.

### **3.7.2. Prealentamiento del material base.**

Las temperaturas de prealentamiento deberán estar incluidas en la “especificación del procedimiento de soldadura” (WPS) con el que el soldador realizará la unión. Además cuando proceda, deberá incluirse también las temperaturas entre pasadas requeridas para la soldadura. En el **Anexo 13** se incluye un método para determinar la temperatura de prealentamiento a través del carbono equivalente (*fórmula de Darden y O’Neil*).

Se deberá respetar la temperatura de prealentamiento especificada en la WPS cuando se apliquen puntos de soldadura y durante toda la operación de soldeo. El cumplimiento de la temperatura de prealentamiento se debe vigilar con instrumentos de medida adecuados o con lápices indicadores de temperatura.

No se realizará ninguna soldadura cuando la temperatura del metal base cerca de la unión sea inferior a + 5 °C.

### **3.7.3. Montaje.**

El montaje comenzará con la colocación de la/s pieza/s que vayan a formar la virola o cuerpo del recipiente, sobre unos soportes temporales.

Las piezas a ensamblar deberán tener medidas uniformes y formas regulares para permitir un buen acople y una posición satisfactoria. Los componentes de las envolventes y fondos deben montarse por soldaduras a tope siguiendo un modo operativo que asegure una plena penetración.

Se recomendará fresar los bordes de apoyo de todo soporte en un plano normal a su eje, para conseguir un contacto perfecto con la placa o soporte contiguos, siendo preceptivo hacerlo cuando se indique en el proyecto.

Una vez estén debidamente dispuesta las piezas y soportadas, se procederá a la unión de biseles por punteo. Los puntos de soldadura serán elaborados por los soldadores u operadores de soldadura cualificados utilizando el WPS aplicable.

Después de la ejecución, cada punto de soldadura será examinado visualmente por el responsable del control de la soldadura, y si está agrietado o con cualquier otro defecto, se retirará completamente.

Los accesorios temporales o soportes se deberán quitar utilizando una técnica que no afecte a las propiedades del metal de la parte a presión a la cual estén soldados. Debe tenerse cuidado para que la zona del accesorio suprimido quede exenta de grietas superficiales. Las reparaciones se deben realizar de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3.7.4.

#### **3.7.4. Reparaciones de defectos de soldadura.**

Se deben eliminar todas las imperfecciones inaceptables, bien por medios mecánicos (como esmerilado o mecanización) o bien por medios térmicos (como arranque al aire por arco o arranque térmico) o mediante una combinación de medios térmicos y mecánicos. El fabricante tiene la responsabilidad de decidir la manera en la que se deben eliminar las imperfecciones inaceptables. Esto puede hacerse por medios locales o mediante la eliminación de la soldadura de la unión, repitiendo a continuación la soldadura.

Si se utiliza arranque térmico o arranque al aire por arco en aceros austenísticos, debe tenerse cuidado para eliminar cualquier contaminación de la soldadura o del material restante. De forma similar, cuando se realice el arranque con electrodos de grafito en aceros ferríticos, la superficie afectada debe eliminarse por medios mecánicos hasta una profundidad mínima de 0,3 mm.

Cuando se eliminen imperfecciones inaceptables no seguidas por soldaduras, todo el espesor restante debe ser mayor que el espesor mínimo necesario para satisfacer las condiciones de diseño, amenos que la zona local satisfaga las condiciones indicadas

Las reparaciones por soldadura se deben realizar de acuerdo con una WPS que haya sido cualificada de acuerdo al capítulo 3.5.2.

Las reparaciones deben realizarse por soldadores u operadores cualificado de acuerdo con lo indicado. Las zonas reparadas con soldadura se deben someter a examen no destructivo de acuerdo con la norma.

Si se realizan reparaciones con soldadura después del tratamiento térmico o prueba hidráulica posterior a la soldadura. Se deben repetir estas operaciones. Cualquier tratamiento térmico adicional después de la soldadura

realizada de acuerdo con lo indicado se debe considerar en términos de su efecto sobre las propiedades del material y de la soldadura.

### **3.7.5. Ensayos de producción:**

Con objeto de controlar la calidad sostenida de la fabricación y el cumplimiento de las propiedades mecánicas de las soldaduras, se deben soldar y ensayar chapas de ensayos.

En el programa de ensayos e inspecciones se identificarán las fases de la fabricación en las cuales se realizan los ensayos no destructivos, el método elegido, el procedimiento que se utiliza, los criterios de aceptación y los registros que se hacen.

Las probetas a ensayar se seleccionarán en función del grupo de material, así como del espesor del mismo. El tipo y número de probetas a tomar de la chapa de ensayos estará de acuerdo con lo indicado en el **Anexo 14**. Los ensayos se realizarán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ensayo de resistencia a la tracción transversal según la norma *EN895:1996*.
- Ensayo de resistencia a la tracción longitudinal según la norma *EN876:1995*.
- Ensayo de choque o Charpy según la norma *EN 875:1995*.
- Ensayo de doblado según norma *EN 910:1996*.
- Análisis macrográfico y micrográfico según norma *EN 1321:1996*.
- Ensayo de dureza según la norma *EN 1043:1995-1*.

Los ensayos anteriores deberán cumplir con los criterios de aceptación de la norma EN 15614-1 (véase el **Anexo 11**). En principio, al tratarse de una

norma armonizada no se deberían realizar ningún examen adicional. Antes de cortar las probetas, la chapa de ensayos se debe someter a ensayos no destructivos con objeto de asegurar que las probetas se toman de zonas sanas. Los ensayos no destructivos se deberán llevar a cabo de acuerdo con las normas: *UNE-EN 970* (examen visual), *UNE-EN 1435* (examen radiográfico), *UNE-EN1714* (examen ultrasónico), *UNE-EN 571* (líquidos penetrantes) y *UNE-EN1290* (partículas magnéticas).

#### **3.7.5.1. Personal de ensayos no destructivos.**

*Todos los ensayos no destructivos (END) deberán ser realizados por personal cualificado con el nivel adecuado de competencia., de acuerdo a la norma EN 473. Para los equipos a presión de las categorías III y IV, dicho personal deberá haber sido aprobado por una entidad independiente reconocida por un estado miembro en aplicación del artículo 13 de la Directiva. (Anexo I. 3.1.3).*

El personal que realice los ensayos no destructivos deberá cualificarse de acuerdo con la norma EN 473:2000, excepto para inspección visual, en cuyo caso el personal debe ser cualificado pero no tiene que estar homologado. El personal responsable de los ensayos no destructivos debe estar en posesión de un certificado de competencia (por ejemplo, homologación de personal para ensayos no destructivos de los niveles 1, 2, o 3 según proceda).

#### **3.7.5.2. Procedimientos de ensayos no destructivos.**

Todos los ensayos no destructivos se deberán realizar de acuerdo con procedimientos aprobados, los cuales hayan sido debidamente revisados y aceptados. Los procedimientos escritos para ensayos no destructivos, deberán estar de acuerdo con las normas armonizadas vigentes.

Se realizará una adecuada selección de los métodos de ensayos no destructivos elegidos para el control de los trabajos, siguiendo la normativa aplicable. Así, por ejemplo, para la inspección de imperfecciones superficiales se utilizará método de partículas magnéticas, en el caso de los aceros ferríticos, mientras que para aceros austenísticos, se deberá aplicar el método de líquidos penetrantes.

### **3.7.5.3. Registros.**

Toda la documentación asociada a ensayos no destructivos formará parte de la documentación final y se deberá acceder a ella fácilmente.

Los registros de calificación de ensayos no destructivos deberán incluir:

1. Nombre, nivel de certificación y método del examen.
2. Formación y experiencia del examinador.
3. Declaración indicando la terminación satisfactoria del periodo de formación.
4. Resultados de los exámenes anuales físicos y de agudeza visual.
5. Copias de los exámenes existentes, o la documentación que acredite su realización satisfactoria de los exámenes de cada método cualificado.
6. Firma del Representante elegido por la empresa.

### **3.8. TRATAMIENTO TÉRMICO POST-SOLDADURA (PWHT).**

*Cuando exista el riesgo de que el procedimiento de fabricación cambie las propiedades de los materiales hasta el punto de poner en peligro la*

*integridad del equipo a presión, se aplicará un tratamiento térmico adecuado en la correspondiente fase de fabricación. Anexo I de la DEP. Apartado 3.1.4.*

Todos los recipientes fabricados con acero al carbono o acero de baja aleación serán sometidos a tratamiento térmico después de soldados. Siempre que sea posible, el recipiente se deberá tratar térmicamente por calentamiento en una sola operación y en un horno cerrado. Cuando sea impracticable el tratamiento térmico del recipiente completo en un horno, se podrá llevar a cabo localmente por medio de resistencias u otros medios.

El tratamiento térmico de recipientes a presión debe registrarse por el fabricante indicando la temperatura de retención, la velocidad de calentamiento y enfriamiento y el tiempo de retención.

Se redactará un informe de tratamiento térmico dónde se definirá la siguiente información:

- Los recipientes y partes tratadas, proyecto, número de plano y pieza.
- Relaciones de incremento de temperatura de calentamiento y enfriamiento
- La fecha de tratamiento térmico.

Las temperaturas y tiempos del tratamiento térmico deberán de estar de acuerdo con lo indicado en la tabla del **Anexo 16**. Los materiales distintos de los enumerados en dicha tabla se deberán tratar térmicamente de acuerdo con la especificación del fabricante del material.

Para un análisis más detallado se seguirá el capítulo 10 de la norma EN 13445-4.

### **3.9. PLACA DE CARACTERÍSTICAS.**

La colocación de la placa característica deberá efectuarse a más tardar antes de realizar la prueba de presión hidrostática.

La placa de características deberá ser de un material adecuado para el servicio pretendido y deberá tener un espesor suficiente para soportar la deformación debida a la aplicación de las marcas y además deberá ser compatible con el método de fijación.

La fijación de la placa deberá realizarse de tal manera que su retirada exija la destrucción de la misma o de su sistema de fijación.

Las dimensiones de la placa deberán permitir distinguir de forma legible la información que a continuación se indica:

Para todos los equipos:

a. Información administrativa:

- i. nombre o símbolo del fabricante del recipiente y su dirección;
- ii. norma o código de diseño
- iii. año de fabricación
- iv. tipo y serie o identificación del lote y número de serie que identifique el equipo

b. Datos técnicos:

- i. Presión máxima admisible, PS, en bar
- ii. Temperatura máxima admisible

iii. Temperatura mínima admisible

Dependiendo del tipo de equipo, información suplementaria.

Cuando sea necesario, advertencias fijadas al equipo de presión llamando la atención a un previsible uso indebido que la experiencia haya indicado que puede producirse.

### **3.10. EVALUACIÓN FINAL**

#### **3.10.1.General**

Todos los recipientes a presión terminados se deberán someter a una someter a una evaluación final para determinar el cumplimiento de los requisitos indicados en la Directiva..

La evaluación final consiste en:

- Una inspección visual y dimensional del recipiente
- Un examen de la documentación
- Una prueba de funcionamiento a plena carga
- Un examen después de la prueba de funcionamiento a plena carga
- Inspección de los accesorios de seguridad

#### **3.10.2. Inspección visual y dimensional**

La inspección visual y dimensional se deberá realizar después de la terminación de todas las actividades de soldeo y de los tratamientos térmicos

después de la soldadura, pero antes de la aplicación de cualquier recubrimiento, cualquiera que sea su tipo, y antes de la prueba de funcionamiento a plena carga.

Se deben adoptar medidas para permitir el acceso seguro a todas las zonas del recipiente a presión con objeto de realizar este examen. También se debe proporcionar a los encargados de realizar el examen iluminación adecuada, equipos de medida calibrados y ayudas para la determinación de dimensiones.

Todas las acciones correctivas resultantes de esta inspección se deben ejecutar, se deben volver a someter a examen y deben recibir el visto bueno antes de la prueba de presión.

### **3.10.3. Revisión de la documentación.**

El alcance del examen de la documentación incluirá la comprobación de documentos (por ejemplo, certificados de pruebas de la aprobación de los procedimientos de soldeo, certificados de la homologación de soldadores, certificados de homologación del personal de ensayos no destructivos, informes de ensayos de producción, informes de ensayos no destructivos, registros de tratamientos térmicos después de la soldadura, registro de comprobaciones dimensionales, etc.).

Todas las acciones correctivas resultantes de esta inspección se deben ejecutar, se deben someter a examen y deben recibir el visto bueno antes de la prueba hidrostática.

#### **3.10.4. Prueba Hidrostática.**

Todos los recipientes se someterán a una prueba hidrostática para demostrar la integridad del producto terminado. Para realizar dicha prueba el equipo a presión deberá haber sido sometido a los marcados prescritos, placa de características.

La presión de prueba hidrostática se debe calcular de acuerdo con Anexo I, capítulo 7.4 de la Directiva 97/23/CE.. La presión de ensayo aplicada,  $P_t$ , será la mayor de:

$$P_t = 1,25 PS f_a / f_t$$

$$P_t = 1,43 PS$$

Siendo:

$P_t$  es la presión de ensayo.

PS es la presión máxima de operación.

$f_a$  es la tensión máxima admisible del material a la temperatura de ensayo.

$f_t$  es la tensión máxima admisible del material a la temperatura de diseño.

Para cada prueba hidrostática se deberá preparar un informe en el cual se registren los datos siguientes:

- Fabricante del recipiente e identificación del recipiente a presión;

- Nombre del inspector y de la autoridad responsable si procede;
- Presión de prueba
- Medio para aplicar presión, si no se utiliza agua, y temperatura del medio;
- Tiempo de mantenimiento de la presión de prueba;
- Identificación de los manómetros utilizados en la prueba;
- Conclusiones.

#### **3.10.5. Calibración de los equipos.**

Todos los equipos de medición y ensayos utilizados para la aceptación final de recipientes deberán estar debidamente calibrados.

Se deben preparar procedimientos para cada tipo de equipo que muestren:

- El alcance de las actividades y las personas responsables de realizar la calibración.
- Referencia a normas.
- Frecuencia de calibración.
- Criterios de aceptación.

### **3.11. OPERACIONES DE ACABADO.**

Las operaciones de acabado se deben realizar una vez que el recipiente se haya sometido al ensayo de presión y antes de su envío o transporte. El objetivo es proteger el recipiente contra choques y contaminación durante el transporte, instalación y conexión a sus equipos.

Si es estrictamente necesaria cualquier operación térmica o mecánica después de las pruebas de presión y de fugas, se debe repetir de nuevo el tratamiento, las pruebas de presión y de fugas y el tratamiento superficial.

Deben realizarse las siguientes operaciones de acabado:

- a) Examen completo de la superficie interior y exterior
- b) Limpieza de las superficies interiores y secado completo del recipiente
- c) Protección de todas las bridas y manguitos contra choques y oxidación
- d) Protección de la superficie interior contra corrosión atmosférica y contra la entrada de toda materia extraña.

### **3.12. TRANSPORTE.**

Se adoptarán todas las medidas de protección necesarias contra daño o deterioro durante el transporte y/o almacenamiento, incluida la instalación de tapas ciegas, de recubrimientos protectores, soportes adecuados, purga de nitrógeno, etc.

## **PARTE 4: EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**

*En vista de la naturaleza del peligro que representa el uso de equipos a presión, con objeto de demostrar que los requisitos esenciales de seguridad, Anexo I de la Directiva, han sido cumplidos y proceder al marcado CE, los recipientes serán sometidos a una adecuada ruta de Evaluación de la Conformidad.*

### **4.1. GENERALIDADES.**

Para todos los equipos, dentro del ámbito de la Directiva (capítulo 4.2), el fabricante debe demostrar documentalmente que cumple con los requisitos esenciales de seguridad (anexo I de la Directiva) para obtener el marcado CE. El proceso abarcará el diseño, los planos de fabricación y los protocolos de pruebas.

Los procedimientos de evaluación de la conformidad de los equipos a presión se basan en el enfoque modular enunciado en la Decisión 93/465/CEE del Consejo, referida a la evaluación de conformidad y la aplicación del mercado de conformidad «CE» . La evaluación de la conformidad corresponderá a los organismos que designen los Estados miembros, organismos que son notificados a la Comisión y a los demás estados miembros. Asimismo, el fabricante debería conocer tales procedimientos.

La Directiva especifica dos tipos de entidades: “organismos notificados”, los cuales realizan la mayoría de las actividades de verificación y evaluación de la conformidad y las “entidades independientes reconocidas”,

las cuales solamente pueden certificar procedimientos, personal que realiza soldaduras y personal que realiza ensayos no destructivos.

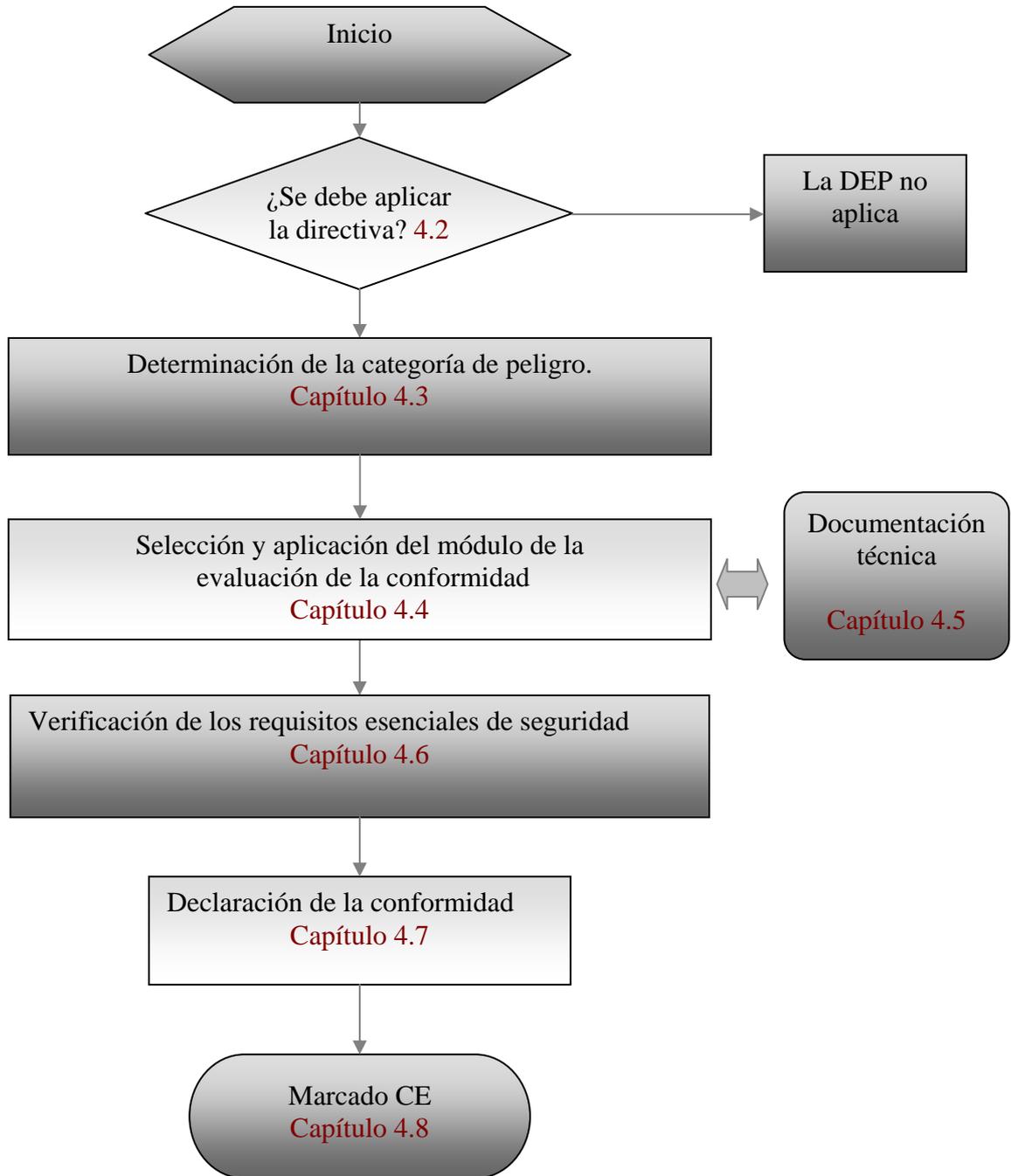
Los procedimientos de evaluación se realizan en función del peligro inherente a los equipos a presión. Todas las clases de equipos a presión disponen de un procedimiento adecuado o de una elección entre varios procedimientos adecuados.

La Directiva requiere que para cada recipiente a presión se determine la categoría de peligro (capítulo 4.3). A continuación, el fabricante debe elegir una ruta adecuada de evaluación de la conformidad.

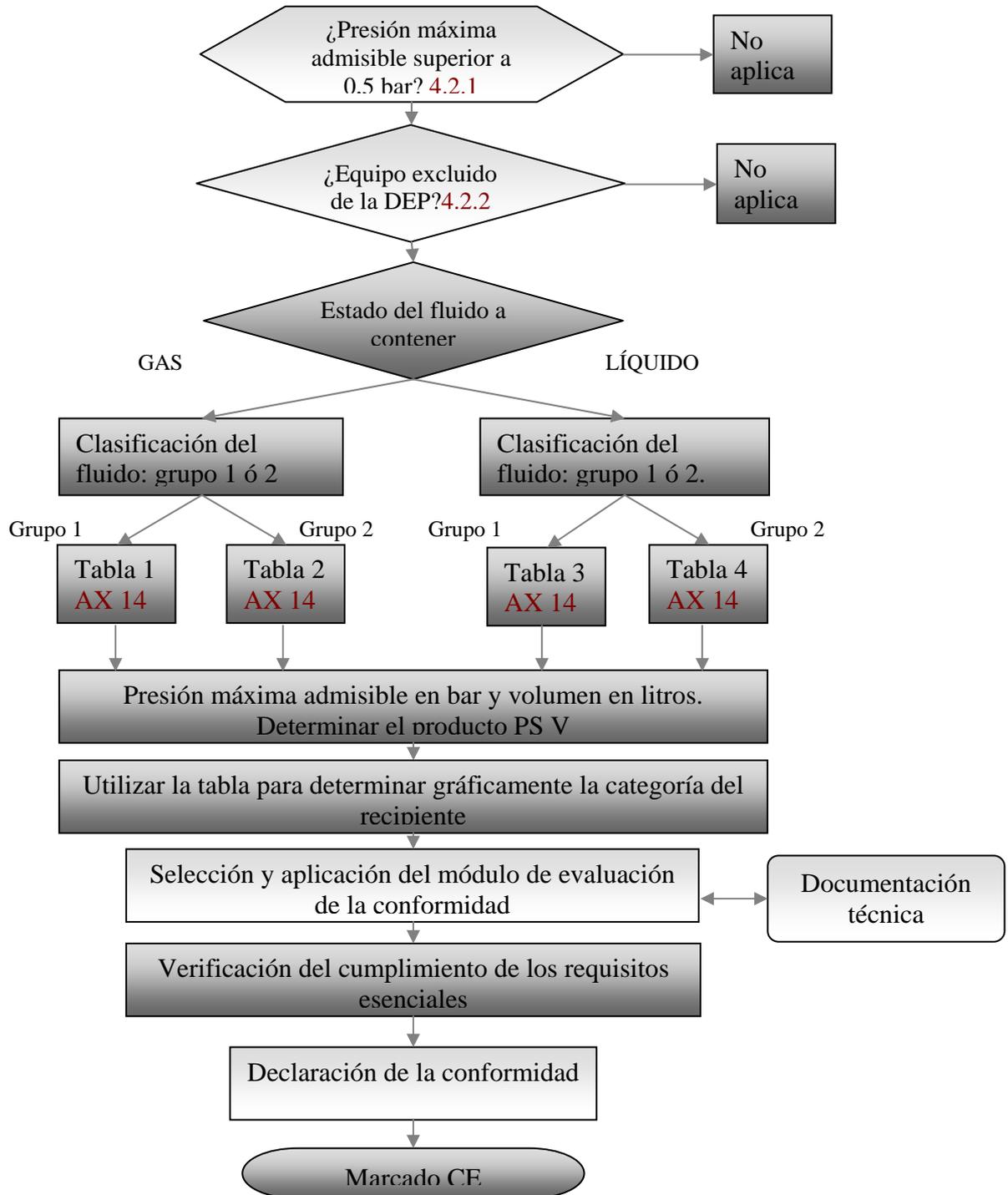
Una vez demostrado el cumplimiento con la Directiva por medio del cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y de los requisitos específicos del módulo o ruta de evaluación de la conformidad, el fabricante deberá emitir y firmar la *declaración de conformidad* (capítulo 4.7), y posteriormente se procederá al marcado CE del equipo, antes de comercializar el equipo (capítulo 4.8).

A continuación se adjunta un diagrama general del proceso (4.1.1), en el que se recogen las diferentes etapas que posteriormente se desarrollaran en los siguientes capítulos. Para mayor detalle, véase el diagrama de proceso 4.1.2.

**4.1.1. DIAGRAMA RESUMEN DEL PROCESO:**



### 4.1.2. DIAGRAMA DEL PROCESO:



#### **4.2. ÁMBITO DE LA DIRECTIVA 97/23/CE.**

En primer deberá comprobarse que el equipo está dentro del ámbito de la Directiva de equipos a presión 97/23/CE, ya que en caso contrario ésta no tendrá que ser aplicada, recurriendo a la legislación oportuna. Se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- El equipo sea un equipo a presión (PS mayor de 0,5 bar).
- El equipo no esté excluido de acuerdo con el artículo 1 punto 3 de la Directiva.

#### **4.3. CLASIFICACIÓN DE RECIPIENTE EN CATEGORÍAS DE PELIGROS.**

Los recipientes a presión están clasificados dentro de cuatro categorías con un criterio de nivel ascendente en base a la peligrosidad del mismo. La Categoría I representa el riesgo más bajo y la Categoría IV el más alto. Esta categoría se establece en base a una de las cuatro primeras tablas del **Anexo 17** (Anexo II de la Directiva). La tabla aplicable se determinará en base a la presión de diseño, volumen, estado del fluido (líquido o gaseoso) y el tipo de fluido.

Los equipos a presión de categoría I o más baja, no requieren una evaluación de conformidad por un organismo notificado. Los equipos a presión de categoría inferior a I serán fabricados según las buenas prácticas de la técnica al uso reconocida en un Estado miembro y tales equipos no llevarán el marcado CE.

**Nota:** “*Buenas prácticas de la técnica al uso*”, significa sin perjuicio del artículo 4, punto 1.2 de la Directiva que dichos equipos a presión son diseñados teniendo en cuenta todos los factores relevantes que influyen en la seguridad. Así mismo, dichos equipos serán fabricados, verificados y enviados con instrucciones de uso, con objeto de asegurar su seguridad durante el periodo de vida para el que ha sido diseñado, cuando sea utilizado en condiciones razonablemente previsibles. El fabricante es el responsable de la aplicación de las buenas prácticas de la técnica al uso.

Para la determinación de la categoría de peligro del equipo, seguiremos los siguientes pasos:

1.- Definición del estado del fluido previsto a contener: líquido o gaseoso:

Se entenderán cómo fluidos en estado gaseoso los siguientes:

- gases
- gases licuados
- gases disueltos a presión
- vapores
- líquidos cuya presión de vapor a la temperatura máxima admisible sea mayor de 0,5 bares por encima de la presión atmosférica (1013 mbar).

Se entenderá como fluido en estado líquido aquellos líquidos con una presión de vapor a la temperatura máxima admisible no sea superior a 0,5 bares de sobrepresión.

2.- Definición del grupo al cual pertenece el fluido a contener:

Se clasificará el fluido previsto a contener en función del grado de peligrosidad, grupo 1 (fluido peligroso) o grupo 2 (fluido menos peligroso). De acuerdo a lo siguiente:

- *Grupo 1:* Si el fluido previsto a contener el recipiente es denominado fluido peligroso (*conforme la Directiva del Consejo 67/548/CEE del 27 de junio de 1967*), es decir, fluidos definidos como: explosivos; extraordinariamente inflamables; altamente inflamables; inflamables; muy tóxicos; tóxicos y oxidantes.
- *Grupo 2:* A este grupo corresponderán todos los demás fluidos a los que no se hace referencia en el grupo 1.

3.- Determinación del producto PS V.

Estableciendo los parámetros: presión máxima admisible (PS) y volumen interno del recipiente(V), determinaremos el producto PS V.

4.- Selección de tablas de evaluación de la conformidad.

Clasificados los fluidos según su estado (líquido o gas), según su peligrosidad (grupo 1 ó 2), y en combinación con el volumen interno y la presión máxima admisible, nos conducirá a cuatro casos específicos:

- a) Recipiente para gases del grupo 1; dentro de los siguientes límites:  
 $V > 1L$  y  $PS \cdot V > 25 \text{ bar L}$ , o  $PS > 200 \text{ bar}$ ;
- b) Recipiente para gases del grupo 2; dentro de los siguientes límites:  
 $V > 1L$  y  $PS \cdot V > 50 \text{ bar L}$ , o  $PS > 1000 \text{ bar}$ ;
- c) Recipiente para líquidos del grupo 1; dentro de los siguientes límites:  $V > 1L$  y  $PS \cdot V > 200 \text{ bar L}$ , o  $PS > 500 \text{ bar}$ ;

- d) Recipiente para líquidos del grupo 2; dentro de los siguientes límites:  $V > 10L$  y  $PS \cdot V > 10\,000 \text{ bar L}$ , o  $PS > 1000 \text{ bar}$ ;

A cada uno de los casos anteriores le corresponderá una tabla ( tablas 1 a 4) de las recogidas en el **Anexo 17**. Para mayor comprensión véase el siguiente cuadro:

**SELECCIÓN DE TABLAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DEL ANEXO:**

TIPO DE EQUIPO	FLUIDO CONTENIDO	GRUPO DEL FLUIDO	REFERENCIA	TABLA A CONSULTAR
RECIPIENTE	GAS	Grupo 1	4.4.4.a)	TABLA 1 <i>Anexo 17</i>
RECIPIENTE	GAS	Grupo 2	4.4.4.b)	TABLA 2 <i>Anexo 17</i>
RECIPIENTE	LÍQUIDO	Grupo 1	4.4.4.c)	TABLA 3 <i>Anexo 17</i>
RECIPIENTE	LÍQUIDO	Grupo 2	4.4.4.d)	TABLA 4 <i>Anexo 17</i>

Seleccionada la tabla a consultar y conocidos los datos presión máxima admisible, PS (bares), y volumen interno, V (litros), determinamos gráficamente la categoría de peligro del equipo. La categoría I representará el riesgo más bajo y la categoría IV el más alto.

#### **4.4. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD.**

Todos los equipos a presión dentro del ámbito de la Directiva, deben cumplir con los requisitos esenciales de seguridad (Anexo I de la Directiva) antes de ser comercializados dentro del Área Económica Europea (AEE). Para demostrar que se cumple con dichos requisitos, el fabricante deberá someter el equipo a presión a una de las rutas o módulos de evaluación de la conformidad del **Anexo 17** (tabla 5).

El módulo apropiado es determinado por la categoría del mismo, en base al Anexo II de la Directiva. La categoría del equipo será determinada utilizando las tablas (1 a 4) del **Anexo 17**, como ya se ha mencionado en el capítulo anterior.

Los sistemas de evaluación de la conformidad se dividen en dos partes, control del diseño y control de la producción, y se basan en los módulos de la Decisión del Consejo 93/465/CE:

- Módulo A: Control interno de la fabricación.
- Módulo B. Examen de tipo (referido sólo a la fase de diseño).
- Módulo C. Conformidad con el tipo.
- Módulo D. Aseguramiento de la calidad de la producción.
- Módulo E. Aseguramiento de la calidad del producto
- Módulo F. Verificación de los productos.
- Módulo H. Aseguramiento de calidad total.

El fabricante está obligado a aplicar una ruta o módulo igual o superior, en función de la categoría de peligro, de acuerdo con la tabla siguiente:

**MÓDULOS A APLICAR EN FUNCIÓN DE  
LA CATEGORÍA DEL EQUIPO.**

<b>Categoría de peligro</b>	<b>Módulos o rutas de evaluación de la conformidad</b>				
I	A				
II	A1	D1	E1		
III	B1+D	B1+F	B+E	B+C1	H
IV	B+D	B+F	G	H1	

A la hora de decidir entre los posibles módulos a aplicar, se deberá considerar:

- Los diferentes tipos de evaluación de conformidad.
- Los requisitos específicos de cada módulo.
- El papel e implicación de la autoridad responsable (organismo notificado).

El fabricante del recipiente también puede elegir la aplicación de uno de los procedimientos aplicables a una categoría más alta si existe. La elección vendrá impuesta por distintos condicionantes, por ejemplo, cómo se verían afectados los costes.

Cuando un recipiente esté compuesto por varias cámaras, el recipiente será clasificado en la categoría más alta de cada cámara individual cuando una cámara contenga varios fluidos, la clasificación se realizará en función del fluido que requiera la categoría de mayor riesgo.

Los requisitos de cada módulo vienen descritos detalladamente en el Anexo II de la Directiva, y a modo de resumen se recogen en la tabla 5 del **Anexo 17**.

### **MÓDULOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**

<b>Módulo A</b>	Control interno de la producción:
<b>Módulo A1</b>	Control interno de la fabricación con vigilancia de la verificación final.
<b>Módulo B</b>	Examen de CE de tipo.
<b>Módulo B1</b>	Examen CE del diseño
<b>Módulo C1</b>	Conformidad con el tipo
<b>Módulo D y D1</b>	Aseguramiento de Calidad de la producción, inspección y ensayos finales
<b>Módulo E y E1</b>	Aseguramiento de Calidad del producto
<b>Módulo F</b>	Verificación del producto
<b>Módulo G</b>	Verificación CE por Unidad
<b>Módulo H</b>	Aseguramiento de la Calidad Total
<b>Módulo H1</b>	Pleno aseguramiento de la calidad con control del diseño y vigilancia especial de la verificación final.

#### **4.4.1. Sistemas de calidad.**

Para satisfacer el cumplimiento de los requisitos de la Directiva el fabricante podrá recurrir a la implantación de un sistema de calidad, cómo el establecido por la norma EN ISO 9001:2000, aunque no es obligatorio disponer del mismo. El fabricante tendrá la opción de elegir entre un

procedimiento de evaluación de la conformidad que implique que un sistema de calidad (si está disponible) y otro que no implique esto.

En el **Anexo 17** se adjunta una tabla (tabla 6) con aquellos módulos en los que interviene o no un sistema de calidad.

#### **4.5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.**

*El fabricante es el responsable de preparar el conjunto de la documentación técnica, el cual debe contener toda la información y datos relevantes para asegurar que el equipo a presión y/o conjunto cumple con los Requisitos Esenciales de Seguridad de la Directiva. Dicha documentación debe cubrir diseño, fabricación y operación del equipo a presión y/o conjunto.*

La documentación técnica es el principal medio de demostrar a organismos notificados o autoridades responsables, que el equipo cumple con los requisitos esenciales de seguridad. El fabricante del recipiente debe preparar la documentación técnica donde quede la evidencia del cumplimiento con los requisitos de la Directiva.

Cuando no se hayan utilizado normas armonizadas, la documentación técnica debe incluir la información suficiente para demostrar cómo se ha cumplido con los requisitos esenciales de seguridad de la Directiva. En nuestro caso, al utilizar la norma armonizada EN 13445, en principio no tendríamos que añadir ninguna demostración de los cálculos realizados.

Una descripción del contenido de la documentación técnica se establece en el Anexo III de la Directiva, la cual se resume en:

- Evidencia de la aprobación de personal que realiza END, en función de la categoría del equipo

- Nombre y dirección del fabricante
  
- Nombre y dirección del representante del fabricante en la Comunidad o, si aplica, la persona responsable de poner el equipo a presión y/o conjunto.
  
- Una lista de las normas armonizadas u otras utilizadas para demostrar que se cumplen los Requisitos Esenciales de Seguridad de la Directiva.
  
- Planos de diseño y fabricación (conjunto general, planos de detalle, etc.)
  
- Resultados de los cálculos de diseño, y cuando aplique datos de los materiales y resultados de los ensayos.
  
- Resultados de los cálculos y/o hojas de datos que contengan la suficiente información para verificar el cumplimiento del diseño.
  
- Informes técnicos o informes de ensayos, certificados, etc. De otros organismos o laboratorios necesarios para demostrar que el equipo a presión y/o conjunto cumple con las normas aplicables.
  
- Registros de aprobación END y uniones permanentes

En general la siguiente documentación estará disponible para la inspección final según se especifica en el Anexo I d, punto 3.2.1 de la Directiva, la cual se resume en:

- Evidencia de la aprobación del personal que realiza ensayos no destructivos, END, en función de la categoría del equipo
  
- Evidencia de la aprobación de uniones permanentes y del personal que realiza, en función de la categoría del equipo.
  
- Datos relativos al tratamiento térmico.

- Documentos, registros de ensayos relativos al material base y consumibles.
- Procedimiento para asegurar la trazabilidad del material.
- Informes de ensayos END, incluyendo placas radiográficas
- Informes de ensayos destructivos.
- Informes de defectos o desviaciones detectadas durante la fabricación.
- Datos relativos a la preparación de las partes del componente o equipos (conformado, troquelado, biselado, etc. ...)

Todos los documentos indicados estarán disponibles a la hora de realizar la verificación final. La documentación técnica y copias de los certificados ce (Examen CE de Tipo, Examen CE de Diseño, Certificados de Conformidad), deben estar disponibles a las autoridades durante un periodo de 10 años desde la última fecha de fabricación.

#### **4.5.1. Preparación de documentación técnica de materiales sometidos a presión.**

Para demostrar que el material base para la fabricación de los recipientes cumple con las especificaciones de la Directiva, el fabricante podrá optar por uno de los siguientes caminos:

- Conformidad de los materiales con la reglamentación armonizada Europeas existentes para productos metálicos.
- Materiales cubiertos por una Aceptación Europea emitida por un organismo Notificado designado específicamente para esta tarea.

- Materiales cualificados mediante una valoración particular, por el Fabricante para los productos en las categorías I y II y por el Organismo Notificado en las categorías III y IV, Evaluación Particular de Materiales.

#### **4.5.2. Evaluación Particular de Materiales.**

Podremos utilizar otros materiales distintos del material europeo armonizado para equipos a presión o de materiales cubiertos por aceptación europea. Este será el caso del material ASME. Para dar cumplimiento con la Directiva, deberemos de realizar una evaluación particular del material, ya que el material ASME no es un material armonizado.

Para recipientes de categoría III ó IV, dicha evaluación deberá ser aprobada por un organismo notificado para la Directiva.

Para equipos pertenecientes a categorías de menor grado de peligrosidad, caso de categorías I y II, dicha evaluación particular deberá ser realizada exclusivamente por el fabricante del equipo.

Para la realización de la evaluación particular de materiales, se deberá de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Datos del recipiente que se va a fabricar, en cuanto a:
  - Condiciones de trabajo del recipiente, por ejemplo si el equipo va a trabajar a fatiga, habrá que tener en cuenta la prevención de rotura frágil.
  - Si va a trabajar en unas condiciones que requieren requisitos de impacto.

- El tipo de fluido a contener para evaluar la resistencia química y el envejecimiento.
  - El periodo de vida previsto
  - Los métodos de transformación a realizar para la fabricación del Recipiente.
  - Si se va a unir con diferentes materiales.
- b) Requisitos del código de diseño y de fabricación del recipiente a presión, norma *UNE EN 13445*.
- c) Especificaciones de los materiales a evaluar.

El fabricante valorará dichos aspectos, verificando que los materiales seleccionados son aptos para la fabricación del recipiente que se está evaluando. Para ello comprobará que los datos de la especificación del material cumplen los requisitos esenciales de seguridad relativos a los materiales, de acuerdo con el formulario del **Anexo 19**.

Dicha evaluación particular de materiales quedará registrada quedando recogida la siguiente información:

- Descripción del Material.
- Número de Identificación .
- Calidad del material.
- Material equivalente al armonizado
- Tipo de documento de inspección conforme a la norma *EN 10204*.
- Compromiso de cumplimiento de propiedades mecánicas de acuerdo al Anexo I de la Directiva 97/23/CE.

La “evaluación particular de materiales” será siendo válida para posteriores recipientes, siempre que no se varíen las condiciones de diseño, fabricación y uso del equipo a presión, por ejemplo, la “evaluación particular” tendrá una validez para todos los equipos que se fabriquen con un modulo B ó B1 (Examen de Tipo o Examen de Diseño).

#### **4.6. REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD.**

*Todos los equipos a presión clasificados en las categorías 1 a 4 deben cumplir con los Requisitos Esenciales de Seguridad, listados en el Anexo I de la Directiva.*

Este es uno de los puntos más importantes del proceso, ya que mientras que el equipo no cumpla todos los requisitos esenciales, no será conforme y no podrá comercializarse. Las obligaciones establecidas en los requisitos esenciales de seguridad, Anexo I de la Directiva, son aplicables a todos los equipos a presión cuando exista un riesgo correspondiente.

Con objeto de demostrar que los requisitos esenciales de seguridad han sido cumplidos satisfactoriamente, el equipo será sujeto a una ruta de evaluación de la conformidad, de acuerdo con lo indicado en el capítulo 4.4.

Los requisitos esenciales de seguridad vienen descritos en el Anexo I de la Directiva. Para demostrar el cumplimiento con los mismos se adjunta un formulario de comprobación en el **Anexo 19**. El fabricante deberá analizar todos los requisitos y determinar si el riesgo correspondiente existe en el producto, en cuyo caso, habrá de tomar las medidas oportunas para subsanarlo.

Se completará dicho formulario haciendo referencia a las normas empleadas para el cumplimiento con los mismos. Esta lista de comprobación

cubre los aspectos de diseño y fabricación requeridos en cada proceso. Cuando alguno de los aspectos no sea aplicable, se anotará N.A.

#### **4.7. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD.**

Una vez demostrado el cumplimiento con la Directiva por medio del cumplimiento con los requisitos esenciales de seguridad y de los requisitos específicos del módulo o combinación de módulos de evaluación de la conformidad, el fabricante debe emitir y firmar la “Declaración de Conformidad” y posteriormente se procederá al marcado CE del equipo, antes de comercializar el equipo.

La declaración de conformidad consiste en un documento escrito mediante el cual el fabricante declarará que el producto comercializado satisface todos los requisitos esenciales de la directiva de aplicación.

En dicho documento deberá quedar constancia de lo siguiente:

- Nombre y dirección del fabricante
- Descripción del equipo o conjunto
- Procedimiento de evaluación de la conformidad seguida
- Nombre y dirección de los Organismo Notificados involucrados
- Referencia a cualquier certificación CE
- Normas armonizadas utilizadas
- Otras normas utilizadas
- Otras directivas aplicables
- Identificación de la persona que firma la declaración

Un ejemplo de un modelo sencillo podría ser:

**DECLARACIÓN “CE” DE CONFORMIDAD**

(Nombre del fabricante)

(Razón social y dirección completa)

**declaramos bajo nuestra exclusiva responsabilidad la conformidad del producto**

(descripción del producto)

**al que se refiere esta declaración, con las disposiciones de la/s Directiva/s (97/23/CE , código de otras directivas si aplica)**

**para lo cual se ha/n seguido las/s normas/s u otros/s documento/s normativos/s**

Se declara la conformidad del producto con los requisitos esenciales de las directivas de aplicación, y en el caso de que en el procedimiento de certificación seguido se haya realizado un examen “CE” de tipo, se declarará además la conformidad del producto con el modelo objeto del examen “CE” de tipo.

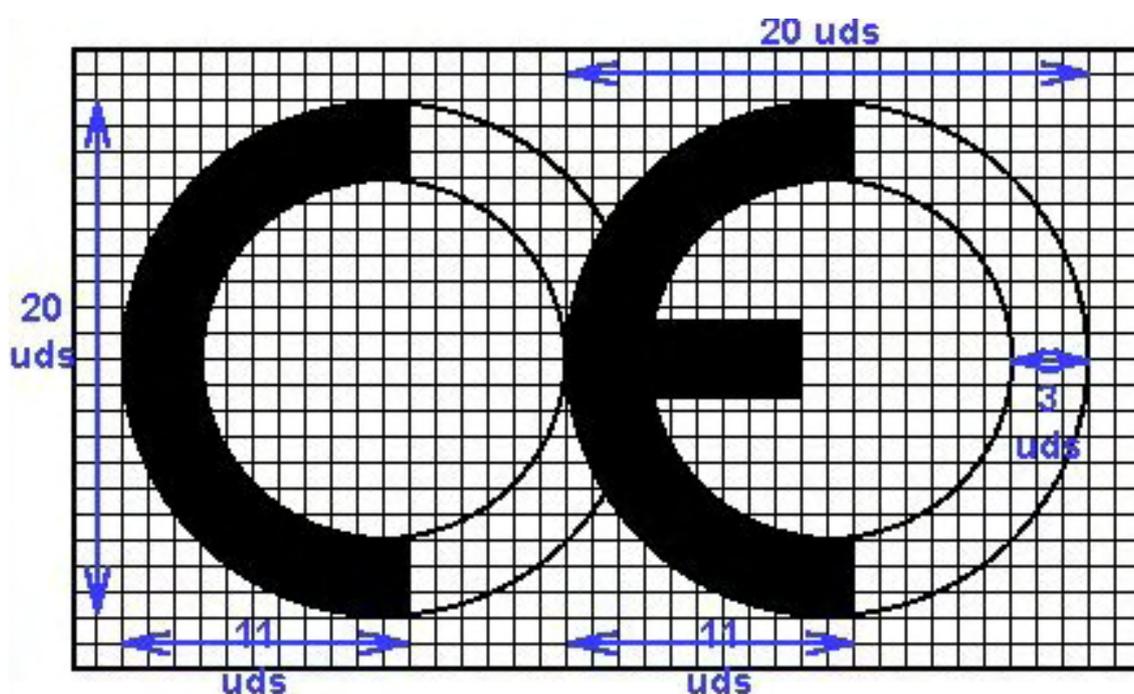
Debido a la importancia de la declaración de Conformidad y de la documentación técnica, es preciso mantenerlos al día, y los cambios en el producto han de quedar convenientemente reflejados, por lo que se tendrán que actualizar para que no contengan información inadecuada o incompleta (ejemplos: nuevo nombre o designación del producto, modificación del uso previsto o cambio en la lista de normas con las que se declara conformidad).

#### 4.8. MARCADO CE

Todos los equipos a presión serán marcados con “CE”, según Anexo VI de la Directiva. Adicionalmente al marcado CE, la siguiente información deberá ser facilitada, por medio de marcas o etiquetas:

- nombre y dirección del fabricante.
- año de fabricación.
- identificación del equipo a presión, serie, lote, número, etc.
- max/mín límites admisibles (P,T,V)
- Cualquier información o aviso necesario para una operación segura.

El marcado CE y la información requerida, figurarán en el equipo a presión o en una placa de timbre sólidamente fijada al mismo.



El marcado de conformidad estará compuesto de las iniciales “CE” diseñadas de la siguiente manera:

- Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm.
- Debe colocarse sobre el producto o su placa descriptiva. Cuando no sea posible, deberá fijarse al embalaje si lo hubiera y en los documentos que lo acompañan, si la Directiva lo exige.
- Se colocará de forma visible, legible e indeleble.
- Debe ir seguida del número/s de identificación del Organismo/s Notificado/s involucrado/s en su caso.
- Es el único marcado que indica que el producto cumple con la/s Directiva/s de aplicación.
- Debe colocarse al final de la fase de control de producción. A más tardar se debe realizar en el momento de realizar la prueba de funcionamiento a plena carga.
- Lo fijará el fabricante o su representante autorizado dentro de la Unión Europea. Excepcionalmente, cuando la Directiva lo permita, podrá fijarlo la persona responsable de la puesta en el mercado del producto en la Unión europea.
- Está prohibido colocar signos que puedan confundirse con el marcado “CE”, tanto en significado como en la forma. Un producto podrá llevar otras marcas o sellos, siempre que no se confundan con el marcado “CE” y que no reduzcan la legibilidad y visibilidad de ésta.

## **4.9. REGISTROS**

Los registros deben variar dependiendo del tipo y complejidad del recipiente a presión, pero en la medida de lo posible deben cubrir los elementos siguientes:

- Un índice de los registros de cada recipiente a presión junto a su número de serie de identificación.
- Especificación técnica del equipo.
- Análisis de peligros del fabricante.
- El programa de diseño y fabricación.
- Los cálculos y planos de diseño (incluida una lista de todos los planos con sus estado de revisión).
- Revisión del diseño, aprobación del diseño (si procede).
- Aceptación del modelo, aprobación tipo (si procede).
- Una lista tabulada de los materiales utilizados en el recipiente a presión.
- Certificados de materiales incluidos los de los consumibles de soldeo.
- Procedimiento para asegurar la posibilidad de seguimiento de los materiales.
- Planes de calidad (si procede) o programa de pruebas.
- Procedimiento de conformación.
- Datos relacionados con la preparación de partes componentes (por ejemplo, conformación, achaflanado).
- Listas de todos los servicios o partes subcontratados.

- Resultados de los cupones de ensayo de producción.
- Lista de procedimientos de ensayos no destructivos y del personal cualificado utilizado.
- Informes de los ensayos no destructivos (incluidas radiografías).
- Procedimientos y resultados del tratamiento térmico post-soldadura, PWHT (gráficos de tiempo/temperatura).
- Copias de informes de no conformidad, procedimientos de reparación.
- Informe del examen final y del examen después de la prueba a presión.
- Informe de la prueba de funcionamiento a plena carga.
- Informe dimensional (estado tal como se ha construido).
- Registro de marcado y detalles de la placa característica.
- Copia de la declaración de Conformidad.
- Instrucciones de funciones de acuerdo con el proyecto de la norma *EN 764-6:2002*.

#### **4.9.1. Control de los registros y acceso a los mismos.**

Los registros anteriores de ser fácilmente accesibles a los organismos pertinentes. Todos los documentos deben ser legibles y perfectamente identificables con el recipiente a presión en cuestión. Los registros se deben proteger contra deterioro y daños.

#### **4.9.2. Conservación de los registros.**

Una vez terminado el recipiente a presión y realizado su sellado y certificación, se procederá a guardar de forma segura todos los registros durante un periodo mínimo de 10 años. Durante este período, tales registros deben estar a disposición de las autoridades nacionales pertinentes responsables de la inspección durante la vida del equipo en servicio.

Antes de destruir los registros, deberán ser traspasados al usuario del recipiente a presión cuando dichos registros sean considerados esenciales por las autoridades nacionales responsables de la inspección es servicio o cuando se tengan que conservar durante toda la vida del recipiente a presión. Alternativamente, se podrá pactar con el comprador sobre la conservación de los registros durante la fase de pedido, en cuyo caso no debe ser necesario ningún contacto después del período de 10 años.

# **II.- PLIEGO DE CONDICIONES**

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **ÍNDICE:**

#### **CAPITULO I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

1.1. GENERALIDADES.....	2
1.2. MATERIALES Y NORMAS.....	2
1.3. CONSUMIBLES DE SOLDADURA.....	7
1.4. DOCUMENTOS DE INSPECCIÓN.....	7

#### **CAPITULO II. CARACTERÍSTICAS DEL CONTRATO DE SUMINISTRO**

2.1. OBJETIVOS DEL CONTRATO .....	8
2.2. SUPERVISIÓN DEL MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA.....	9
2.3. CONDICIONES DE PAGO.. .....	10
2.4. ENVÍO DE SUMINISTRO.....	10

## **CAPITULO I.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

### **1.1. Generalidades.**

Todos los materiales, soldaduras y construcciones cumplirán los requisitos exigidos en normas armonizadas europeas, o aquellas otras que comprometan una calidad igual o mayor.

Todos los materiales serán de la mayor calidad y apropiados para su aplicación. El contratista deberá garantizar materiales de acuerdo con las requerimientos de las condiciones técnicas de suministro. Los materiales serán nuevos y estarán exentos de cualquier defecto de fabricación. No se aceptará ningún material defectuoso.

### **1.2. Materiales.**

El material suministrado para la fabricación de las partes sometidas a presión, deberá cumplir con alguna de las siguientes condiciones técnicas de suministro.

- **Normas Europeas. Materiales europeos normalizados.**

Los materiales para chapas, pletinas, tubos, accesorios, piezas forjadas, piezas fundidas, bridas, cuerpos de válvula y otros accesorios para partes sometidas a presión, estarán conformes con las normas que se relatan a continuación:

- EN 10028-1:2000. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 1: Prescripciones generales.
  
- EN 10028-2:1992. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 2: Aceros aleados y no aleados con propiedades a altas temperaturas.
  
- EN 10028-3:1992. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 3: Aceros soldables de grano fino normalizado.
  
- EN 10028-4:1992. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 4: Aceros aleados de níquel con propiedades específicas a temperaturas bajas.
  
- EN 10028-5:1992. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 5: Aceros soldables de grano fino, laminados termomecánicamente.
  
- EN 10028-6:1992. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 6: Aceros soldables de grano fino, templados y revenidos.
  
- EN 10028-7:1992. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 7: Aceros inoxidables.
  
- EN 10213-1:1995. Condiciones técnicas de suministro para los aceros moldeados para usos a presión. Parte 1: Generalidades.
  
- EN 10213-2:1995. Condiciones técnicas de suministro para los aceros moldeados para usos a presión. Parte 2: Tipos de acero para servicio a temperaturas elevadas.

- EN 10213-3:1995. Condiciones técnicas de suministro para los aceros moldeados para usos a presión. Parte 3: Tipos de aceros para uso a temperaturas bajas.
  
- EN 10213-4:1995. Condiciones técnicas de suministro para los aceros moldeados para usos a presión. Parte 4: Tipos de aceros austenísticos y austenísticos/ferríticos.
  
- EN 102016-1:2002. Tubos de acero sin soldadura para utilización bajo presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero aleados y no aleado con características especificadas a temperatura ambiente
  
- EN 102016-2:2002. Tubos de acero sin soldadura para utilización bajo presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 2: Tubos de acero aleados y no aleado con características especificadas a temperaturas elevadas.
  
- EN 102016-3:2002. Tubos de acero sin soldadura para utilización bajo presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 3: Tubos de acero aleado y no aleado de grano fino.
  
- EN 102016-4:2002. Tubos de acero sin soldadura para utilización bajo presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 4: Tubos de acero aleados y no aleado con características especificadas a temperaturas bajas.
  
- EN 102016-5:2002. Tubos de acero sin soldadura para utilización bajo presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 5: Tubos de acero inoxidable.

- EN 102017-1:2002. Tubos de acero soldado para servicio a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado con características especificadas a temperatura ambiente.
  
- EN 102017-2:2002. Tubos de acero soldado para servicio a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 2: Tubos soldados eléctricamente de acero aleado y no aleado con características especificadas a temperaturas elevadas.
  
- EN 102017-3:2002. Tubos de acero soldado para servicio a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 3: Tubos de acero aleado y no aleado de grano fino
  
- EN 102017-4:2002. Tubos de acero soldado para servicio a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 4: Tubos soldados eléctricamente con características especificadas a temperaturas bajas.
  
- EN 102017-5:2002. Tubos de acero soldado para servicio a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 5: Tubos soldados por arco sumergido de acero aleado y no aleado con características especificadas a temperaturas elevadas
  
- EN 102017-6:2002. Tubos de acero soldado para servicio a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 6: Tubos soldados por arco sumergido de acero aleado y no aleado con características especificadas a temperaturas bajas.
  
- EN 102017-7:2002. Tubos de acero soldado para servicio a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 7: Tubos de acero inoxidable.

- EN 10022-1:1998. Piezas forjadas de acero para aparatos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Requisitos generales para piezas obtenidas por forja libre.
  
- EN 10022-2:1999. Piezas forjadas de acero para aparatos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 2: Aceros ferríticos y martensíticos con características específicas a temperaturas elevadas.
  
- EN 10022-3:1998. Piezas forjadas de acero para aparatos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 3: Aceros al níquel con características especificadas a temperaturas bajas.
  
- EN 10022-4:1998. Piezas forjadas de acero para aparatos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 4: Aceros soldables de grano fino de alto límite elástico.
  
- EN 10022-5:1998. Piezas forjadas de acero para aparatos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 5: Aceros inoxidables martensíticos, austeníticos y austeníticos/ferríticos.
  
- prEN 10253-2:1999 – Accesorios y aleaciones de níquel para elementos de fijación para aplicaciones a temperaturas elevadas y/o bajas.
  
- EN 10272:2000 – Barras de acero inoxidable para aplicaciones a presión.
  
- EN 10273:2000 – Barras de acero soldable laminadas en caliente destinadas a resistir presión con propiedades especificadas a temperaturas elevadas.

- EN 10269:1999 – Aceros y aleaciones de níquel para elementos de fijación para aplicaciones a temperaturas elevadas y/o bajas.

- **Aprobación europea para materiales.**

Un material especificado en una “Aprobación Europea de Materiales” sólo deberá de utilizarse dentro de su intervalo de aplicación.

- **Evaluación Particular del Material.**

Podrá utilizarse materiales distintos de los especificados (materiales europeos normalizados o aprobación europea), siempre que hayan sido aceptados por una “Evaluación particular del material”, de acuerdo con el capítulo 4.

### **1.3. Consumibles de Soldadura.**

Las condiciones técnicas de suministro para consumibles de soldeo utilizados para el soldeo de piezas y conexiones sometidas a presión a partes sometidas a presión deben estar de acuerdo con las disposiciones de la norma:

- EN 10274:2000 – Consumibles para el soldeo. Requisitos de calidad para la fabricación, suministro y distribución de consumibles para el soldeo y técnicas afines.

### **1.4. Documentos de Inspección.**

Todos los materiales utilizados en la fabricación de equipos a presión, deberán de tener un documento de inspección que certifique sus propiedades, de acuerdo con la norma:

- EN 10204:1991 – Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.

## **CAPITULO II.- CARACTERÍSTICAS DEL CONTRATO DEL SUMINISTRO.**

### **2.1. Objetivos del contrato. Condiciones Generales.**

Con este contrato, el cliente confía al contratista el diseño, suministro y construcción del equipo, la prestación de servicios y la supervisión del montaje. El contrato formula el ámbito de los suministros, los servicios, la supervisión del montaje, la puesta en marcha y la realización del proyecto así como, en general, los derechos y deberes de las partes contratantes.

Las partes contratantes acordarán por escrito las modificaciones al contrato de suministro, el ámbito de suministros y servicios así como los cambios en los precios.

- Fuerza mayor.

Se considerarán fuerza mayor todas las circunstancias imprevistas y repentinas que estén fuera del control de las partes a este contrato, como los desastres naturales, el fuego, la guerra y los conflictos industriales, que perturben o impidan de forma indebida el cumplimiento de alguna obligación contractual importante.

En el caso que se produjeran circunstancias de fuerza mayor, los límites de vigencia del contrato se ampliarán por un período que se corresponda con la duración de los imprevistos. Si dicho período de tiempo excediera los seis meses, las partes del contrato llegarán a un acuerdo razonable.

- Idiomas.

El idioma contractual será el español. Todos los servicios se prestarán en español.

- Legislación aplicable.

Este Contrato se regirá por la legislación de España.

- Disputas.

Si se produjeran disputas referentes a la ejecución del Contrato, las partes intentarán alcanzar un acuerdo amistoso.

Si las partes no llegaran a dicho acuerdo en un tiempo razonable, las disputas se solucionarán según las Normas de Conciliación y Arbitraje de la Cámara Internacional de Comercio por uno o más árbitros de acuerdo con dichas normas.

- Vigencia.

El contrato entrará en vigor a la fecha de envío del pedido de intenciones por parte del cliente.

- Copias del Contrato.

El Contrato se redacta en dos copias, una para el Cliente y otra para el Contratista.

## **2.2. Supervisión del montaje y puesta en marcha**

El Contratista garantizará la supervisión del montaje y de la puesta en marcha de su equipo. Con este objetivo el Contratista desplazará por el tiempo necesario que dure el montaje y la puesta en marcha supervisores versados.

### **2.3. Condiciones de pago**

La facturación del precio total, se realizará como sigue:

- El 15 % a la firma del Contrato.
- El 75 % a la entrega de los equipos.
- El 10 % a la aceptación provisional o a más tardar ocho meses después de la entrada en vigor del Contrato si no han ocurrido retrasos producidos por el Contratista, contra el ofrecimiento de una fianza de garantía, por parte del Contratista, por la misma cantidad.

La forma de pago será a 90 días, según normas habituales del Cliente.

### **2.4. Envío de suministro**

#### **2.4.1. Transporte**

Para el envío del equipo, se deberá contemplar el empleo de transporte rodado.

#### **2.4.2. Embalaje**

El embalaje deberá asegurar la protección adecuada del equipo durante su almacenaje previo al envío, y durante el transporte.

# **III.- PRESUPUESTO**

## **PRESUPUESTO: ANÁLISIS DE COSTES**

En la fabricación de los recipientes, se deberán tener en cuenta los costes relativos a la cuantificación del tiempo y recursos dedicados a cada uno de los procesos, desde el pedido del cliente hasta la entrega del producto finalizado.

En cuanto al tiempo, es fundamental el valor de la tarifa de hora-hombre en nuestro proceso, ya que el coste real del tiempo empleado se calcula como el producto del tiempo por la tarifa, calculada como los costes totales de la fábrica entre la capacidad productiva de la misma.

A la hora de elaborar un presupuesto para un proyecto en concreto, se deberán aplicar cada uno de los siguientes análisis:

### **1. COSTES ASOCIADOS AL DISEÑO**

#### **1.1 Costes de análisis del pedido del cliente**

Se trata de una estimación del número de horas a emplear preliminarmente en revisar la documentación aportada por el cliente, analizando sus requerimientos y estudiando la viabilidad de llevar a cabo el proyecto en nuestra fábrica. Hay que tener en cuenta posibles operaciones puntuales que se hayan de realizar en instalaciones externas. Asimismo es preciso determinar el grado de peligrosidad del equipo, ya que de ello depende el coste de las inspecciones derivadas.

### **1.2 Costes de cálculos de diseño**

Es el tiempo a invertir, mediante el software apropiado, en el cálculo estructural y en la determinación de parámetros de diseño adecuados.

### **1.3 Costes de desarrollo de planos y especificaciones técnicas**

Es el número de horas de desarrollo CAD que corresponden a la realización de toda la documentación técnica necesaria: planos, especificaciones, documentación gráfica de taller, etc.

## **2. COSTES ASOCIADOS A LA FABRICACIÓN:**

### **2.1 Costes de componentes**

Son los costes reales a abonar a los proveedores de cada uno de los componentes necesarios para el equipo. Los costes de materiales son considerables, pero no son los que determinan el coste total. Se incluirán en el cuadro de precios nº 1. Se tienen en cuenta:

- Materiales para virola o cuerpo principal del recipiente
- Fondos, bridas, tubos
- Soportes, válvulas, reguladores
- Instrumentos de medida

En este apartado no se debe tener en cuenta todo tipo de consumibles como material de aportación en soldadura, fluxes, etc. que van asociados a las distintas operaciones de soldadura y montaje.

Sí que se debe contemplar en este apartado el coste relativo al almacenaje y preparación de los componentes, así como los derivados del corte previo y biselado de los aceros.

## 2.2 Costes de operaciones

### 2.2.1. Soldadura e Inspección

Los costes de soldadura son fundamentales a la hora de elaborar un presupuesto. Entre los diferentes costes, podemos distinguir los siguientes:

- *Costes de la mano de obra:* estos costes se basan en el tiempo necesario para efectuar todos los pasos requeridos durante la fabricación de un conjunto soldado. Se incluirán de acuerdo al cuadro de precios nº 2.
- *Costes de los consumibles de soldadura:* son los costes de los materiales que se consumen durante el proceso, tales como electrodo, flux, gases de protección, etc. Se incluirán en el cuadro de precios nº 1.
- *Costes de la energía consumida por la soldadura.* Cuadros de precios nº3.
- *Amortización de los equipos o máquinas de soldar.*  
Cuadros de precios nº3.
- *Costes derivados de ensayos e inspecciones:* rechazos, reprocesos de elementos parcialmente defectuosos, etc.

### **2.2.3. Montaje e Inspección Final**

Estimación del tiempo necesario a emplear en el montaje de los elementos que constituyen el equipo, así como el coste derivado de los resultados de la inspección final, previa a la entrega al cliente.

### **2.3 Análisis de costes de operaciones externas**

Evaluación, si procede, del coste externo de operaciones imposibles de realizar en las instalaciones propias.

## **3. COSTES GENERALES.**

En estos costes se incluirán costes de preparación de personal, cualificación de procedimientos y soldadores. Serán incluidos en el cuadro de precios nº 3.

A continuación se muestran cómo se presentarían los cuadros de precios para la elaboración del presupuesto:

**CUADRO DE PRECIOS N° 1 : COMPONENTES**

Denominación	Norma referencia	Euros	Cantidad	Total
Precio de componentes				

**CUADRO DE PRECIOS N°2 : MANO DE OBRA**

Categoría	Tiempo	Euros (*)	Cantidad	Total
Precio de mano de obra				

(\*) El coste es el producto del tiempo y la tarifa

**CUADRO DE PRECIOS N° 3: GASTOS GENERALES**

Denominación	Unidad	Euros	Cantidad	Total
Precio				

## IV.- ANEXOS

## **LISTADO DE ANEXOS:**

Anexo 1: Dimensiones del recipiente.

Anexo 2: Cálculos del espesor de la envolvente.

Anexo 3: Envolventes sometidas a un presión interior.

Anexo 4: Determinación de la tensión máxima admisible.

Anexo 5: Productos planos laminados en caliente para aplicaciones a presión.

Anexo 6: Aceros europeos normalizados.

Anexo 7: Sistema de agrupación de los aceros europeos.

Anexo 8: Límites de composición química.

Anexo 9: Cuadro resumen de los aceros europeos normalizados.

Anexo 10: Tipos de documentos de inspección.

Anexo 11: Aprobación de procedimientos y soldadores (normativa armonizada).

Anexo 12: Ejemplos del registro de la especificación del procedimiento de soldadura (WPQR) y certificado de soldador. Posiciones de soldadura.

Anexo 13: Determinación de la temperatura de precalentamiento (fórmula de *Darden O'Neil*).

Anexo 14: Ensayos de producción. Número y tipo de probetas.

Anexo 15: Tipos y números de aberturas de acceso e inspección.

Anexo 16: Tratamiento térmico postsoldadura.

Anexo 17: Tablas para la evaluación de la conformidad.

Anexo 18: Organismos notificados y entidades independientes reconocidas.

Anexo 19: Requisitos esenciales de seguridad.

---

Anexo 20: Programa de ensayos e inspecciones.

Anexo 21: Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Anexo 22: Real Decreto 769/1999, de 7 de Mayo.

# Anexo 1

## CÁLCULOS DE LAS DIMENSIONES DE LA ENVOLVENTE

Especificado el volumen de fluido a contener y aplicando la condición de superficie mínima de la envolvente (sin fondos), determinaremos las medidas que minimizan la superficie necesaria. El proceso de cálculo se realizará cómo sigue;

A partir de las ecuaciones del volumen y superficie del cilindro:

$$V = \pi R^2 L$$

$$S = 2\pi R L + 2\pi R^2$$

Dónde:

V es el volumen de la envolvente cilíndrica.

R es el radio.

L es la longitud de la envolvente.

Sustituyendo,

$$S = \left(\frac{2V}{R}\right) + 2\pi R^2$$

Derivando y estableciendo la condición de superficie mínima,

$$\frac{DS}{dR} = -\left(\frac{2V}{R^2}\right) + 4\pi R$$

De la ecuación anterior, conocido el volumen determinaremos el radio.

La longitud de la envolvente se calculará a partir de la ecuación del volumen:

$$V = \pi R^2 L \rightarrow L = V / \pi R^2$$

Finalmente deberemos comprobar con la ecuación del volumen,  $V = \pi R^2 L$ , y sustituyendo los valores calculados para el radio, R, y para la longitud de la envolvente, L, si el volumen calculado coincide con el volumen requerido.

## Anexo 2

## CÁLCULOS DEL ESPESOR DE ENVOLVENTES CILÍNDRICAS

Para los cálculos de diseño del recipiente se utilizará el método DBF o método de diseño por fórmulas, descrito en la norma *UNE EN 13445-3*, en los capítulos 7 a 16. Véase el Anexo 3.

Las siguientes ecuaciones se aplicarán siempre que  $e/D_e$  no sea superior a 0,16. Además entenderemos que los equipos no van a ser sometidos a cambios de presión cíclicos, ya que en tal caso se deberían complementarse con un análisis de fatiga.

El espesor mínimo de la envolvente cilíndrica se calculará a partir de una de las dos ecuaciones siguientes:

$$e = \frac{(P \times D_i)}{(2 f_z - P)}$$

$$e = \frac{(P \times D_e)}{(2 f_z + P)}$$

siendo,

- $P$  = Presión de cálculo (MPa o Kg/mm<sup>2</sup>).
- $D_e$  = Diámetro interior de la envolvente, en milímetros.
- $D_i$  = Diámetro exterior de la envolvente, en milímetros.
- $f$  = Tensión nominal de cálculo (MPa o Kg/mm<sup>2</sup>).

- $z$  = Coeficiente de unión (coeficiente de seguridad para tener en cuenta la posible debilitación debida a los cordones de soldadura).

Deberemos establecer los valores anteriores, para sustituir en la fórmula y despejar el espesor requerido,  $e$ .

Una vez determinado comprobaremos que el espesor útil,  $e_a$ , es adecuado. Para ello determinaremos el espesor útil,  $e_a$ , de acuerdo a lo siguiente:

$$e_a = e_{\text{mín}} - c$$

Con el espesor útil y con la temperatura de cálculo sustituiremos en la siguiente fórmula:

$$PS = \frac{(2fze_a)}{D_m}$$

Siendo,

PS, la presión máxima admisible (MPa o Kg/mm<sup>2</sup>).

D<sub>m</sub>, el diámetro medio de la envolvente.

Comprobaremos si la presión obtenida es igual a la presión de cálculo. Seguiremos un proceso iterativo hasta obtener un resultado válido.

A continuación se desarrolla un ejemplo.

➤ Ejemplo de cálculo del espesor de la envolvente cilíndrica:

Definidos los siguientes criterios de diseño:

- Presión interna de diseño,  $P = 1,35 \text{ N/mm}^2$
- Diámetro exterior,  $D_e = 2300 \text{ mm}$
- Sobreepesor de corrosión,  $C = 3,0 \text{ mm}$
- Tensión admisible a la temperatura de diseño,  $f = 120,7 \text{ N/mm}^2$
- Tensión admisible a la temperatura ambiente,  $f_a = 120,7 \text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de unión,  $z = 0,85$
- Valor absoluto de la posible tolerancia negativa al espesor nominal,  $\delta_e = 0$

Sustituyendo en la ecuación:

$$e = \frac{(P \times D_e)}{(2 f z + P)} = \frac{(1.35 * 2300)}{(2 * 120.7 * 0.85) + 1.35}$$

Obtenemos, que el espesor requerido es,

$$e = 15,03 \text{ mm}$$

Determinamos el espesor a adoptar, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$e_n = e + c + e_{ex} + \delta_e$$

$$e_{\text{mín}} = e + c + e_{ex}$$

Supuesto un valor de espesor nominal igual a 20mm y de acuerdo a lo anterior, determinamos el espesor útil:

$$e_a = e_{\text{mín}} - c = 20 - 3 = 17 \text{ mm}$$

El diámetro medio de la envolvente:

$$D_i = D_e - 2*(e) = 2300 - 2*20 = 2260 \text{ mm}$$

$$D_m = (D_i + D_e) / 2 = 2280 \text{ mm}$$

Finalmente sustituimos en la siguiente ecuación:

$$PS = \frac{(2 f z e_a)}{D_m} = 1,529 \text{ N} / \text{mm}^2$$

La presión de diseño no puede ser inferior a la presión máxima admisible, continuamos el cálculo por iteración. Damos el valor  $P = 1,53 \text{ N/mm}^2$ , con el que sí obtendremos un resultado válido.

Así el espesor requerido es de 15,03 mm (18,03 mm con el sobreespesor de corrosión).

El espesor adoptado para la envolvente cilíndrica es de 20 mm.

# Anexo 3

## 7 ENVOLVENTES SOMETIDAS A UNA PRESIÓN INTERIOR

### 7.1 Objeto

Este capítulo especifica los requisitos relativos al diseño de envolventes que presentan una simetría de revolución (cilindros, esferas, partes de esferas, fondos cóncavos, conos e intersecciones de conos y cilindros) sometidas a una presión interior. También se incluyen métodos para el cálculo de conos con ejes desplazados que unen 2 cilindros y tuberías que entran en la parte tórica de fondos cóncavos.

### 7.2 Definiciones específicas

Se aplican las definiciones siguientes como complemento de las contenidas en el capítulo 3.

7.2.1 cilindro: Cilindro recto de sección circular.

7.2.2 fondo torisférico: Fondo cóncavo constituido por un casquete esférico, una parte tórica de unión y una envolvente cilíndrica, teniendo estos tres componentes tangentes comunes en los puntos de unión.

7.2.3 tipo Klöpper: Fondo torisférico para el cual  $R/D_e = 1,0$  y  $r/D_e = 0,1$ .

7.2.4 tipo Kurbbogen: Fondo torisférico para el cual  $R/D_e = 0,8$  y  $r/D_e = 0,154$ .

7.2.5 fondo elíptico: Fondo cóncavo realizado según una forma verdaderamente elíptica.

### 7.3 Símbolos y abreviaturas específicos

Las abreviaturas y los símbolos siguientes se aplican como complemento de los del capítulo 4.

$D_e$  es el diámetro exterior de la envolvente;

$D_i$  es el diámetro interior de la envolvente;

$D_m$  es el diámetro medio de la envolvente;

$r$  es el radio interior de la parte tórica de enlace.

### 7.4 Envolventes cilíndricas y esféricas

7.4.1 Condiciones de aplicación. Los requisitos de los apartados 7.4.2 y 7.4.3 se aplican siempre que  $r/D_e$  no sea superior a 0,16. Los requisitos relativos a las esferas se aplican igualmente para las partes esféricas de envolventes, fondos hemisféricos, zonas centrales de fondos torisféricos y la parte de esfera utilizada para la unión de un cono y un cilindro (parte de unión tal que  $r/D_i = 0,5$ ).

NOTA - El espesor obtenido a partir de este capítulo es un espesor mínimo. Puede ser necesario aumentar el espesor al nivel de las uniones con otros componentes con objeto de constituir un refuerzo al nivel de las costuras o de las aberturas o para soportar cargas distintas de la presión.

7.4.2 Envolventes cilíndricas. El espesor requerido debe calcularse a partir de una de las dos ecuaciones siguientes:

$$e = \frac{P \cdot D_i}{2f \cdot z - P} \tag{7.4-1}$$

$$e = \frac{P \cdot D_e}{2f \cdot z + P} \tag{7.4-2}$$

AENOR UNE EN 13445-3:2002

Para una geometría dada:

$$P_{\max} = \frac{2f \cdot z \cdot e_s}{D_m} \quad (7.4-3)$$

7.4.3 Envolventes esféricas. El espesor requerido debe calcularse a partir de una de las dos ecuaciones siguientes:

$$e = \frac{P \cdot D_i}{4f \cdot z - P} \quad (7.4-4)$$

o

$$e = \frac{P \cdot D_e}{4f \cdot z + P} \quad (7.4-5)$$

Para una geometría dada:

$$P_{\max} = \frac{4f \cdot z \cdot e_s}{D_m} \quad (7.4-6)$$

## 7.5 Fondos cóncavos

7.5.1 Símbolos y abreviaturas específicos. Se aplican las abreviaturas los símbolos siguientes como complemento o modificación de los incluidos en el apartado 7.3.

$D_e$  es el diámetro exterior del borde cilíndrico;

$D_i$  es el diámetro interior del borde cilíndrico;

$e_u$  es el espesor requerido para la parte técnica de unión, para evitar el pandeo plástico;

$e_f$  es el espesor requerido para el fondo, para limitar la tensión de membrana en la parte central;

$e_r$  es el espesor requerido para la parte técnica de unión, para evitar una plastificación asimétrica;

$f_b$  es la tensión de cálculo en la ecuación relativa al pandeo;

$h_i$  es la altura interior del fondo medida a partir de la línea de tangencia;

$K$  es el factor de forma para un fondo elíptico de acuerdo con lo definido en la ecuación (7.5-18);

$N$  es un parámetro definido por la ecuación (7.5-12);

$R$  es el radio interior de la parte esférica central del fondo torisférico;

$X$  es la relación del radio del borde al diámetro interior de la envolvente;

$Y$  es un parámetro definido por la ecuación (7.5-9);

$Z$  es un parámetro definido por la ecuación (7.5-10);

$\beta$  es un coeficiente obtenido a partir de las figuras 7.5-1 y 7.5-2 o a partir del procedimiento indicado en el apartado 7.5.3.5.

7.5.2 Fondos hemisféricos. El espesor requerido para un fondo hemisférico viene dado por las ecuaciones del apartado 7.4.3. El radio medio del fondo debe ser nominalmente igual al radio medio del cilindro al cual está soldado. El espesor del cilindro hasta la línea de tangencia debe ser igual o superior al valor mínimo para el cilindro determinado según el apartado 7.4.2.

7.5.3 Fondos torisféricos

7.5.3.1 Condiciones de aplicación. Los requisitos siguientes sólo se aplican a los fondos para los cuales se respeten todas las condiciones siguientes:

- !  $r \leq 0,2 D_1$
- $r \geq 0,06 D_1$
- $r \geq 2e$
- $e \leq 0,08 D_e$
- $e_s \geq 0,001 D_e$
- $R \leq D_1$

7.5.3.2 Cálculo. El espesor requerido  $e$  debe ser el mayor de los espesores  $e_x$ ,  $e_y$  y  $e_h$ , donde:

$$e_x = \frac{P \cdot R}{2f \cdot z - 0,5P} \tag{7.5-1}$$

$$e_y = \frac{\beta \cdot P (0,75R + 0,2D_1)}{f} \tag{7.5-2}$$

donde  $\beta$  se obtiene a partir de la figura 7.5-1 o según el procedimiento descrito en el apartado 7.5.3.5.

y

$$e_h = (0,75R + 0,2D_1) \left[ \frac{P}{111f_b} \left( \frac{D_1}{r} \right)^{0,825} \right]^{1,5} \tag{7.5-3}$$

donde

$$f_h = \frac{R_p^{0,271}}{1,5} \tag{7.5-4}$$

salvo para los aceros austeníticos sin soldadura, conformados en frío, en cuyo caso:

$$f_b = \frac{1,6 R_p^{0,271}}{1,5} \tag{7.5-5}$$

Para las situaciones de ensayo, el coeficiente 1,5 en las ecuaciones relativas a  $f_b$  debe sustituirse por 1,05.

- NOTA 1 - Para los fondos de aceros inoxidables no conformados en frío,  $f_b$  será inferior a  $f$ .
- NOTA 2 - El coeficiente 1,6 para los fondos conformados en frío tiene en cuenta el bultado en frío.
- NOTA 3 - No es necesario calcular  $e_x$  si  $e_s > 0,085D_1$ .
- NOTA 4 - La altura interior de un fondo torisférico viene dada por

$$h_1 = R - \sqrt{(R - D_1 / 2) \cdot (R + D_1 / 2 - 2r)}$$

AEIN EN 13445-3:2002

7.5.3.3 Presión máxima admisible. Para una geometría dada  $P_{ms}$ , debe ser la más pequeña de las presiones  $P_v$ ,  $P_y$  y  $P_b$ , donde:

$$P_v = \frac{2f \cdot z \cdot e_a}{R + 0,5e_a} \tag{7.5-6}$$

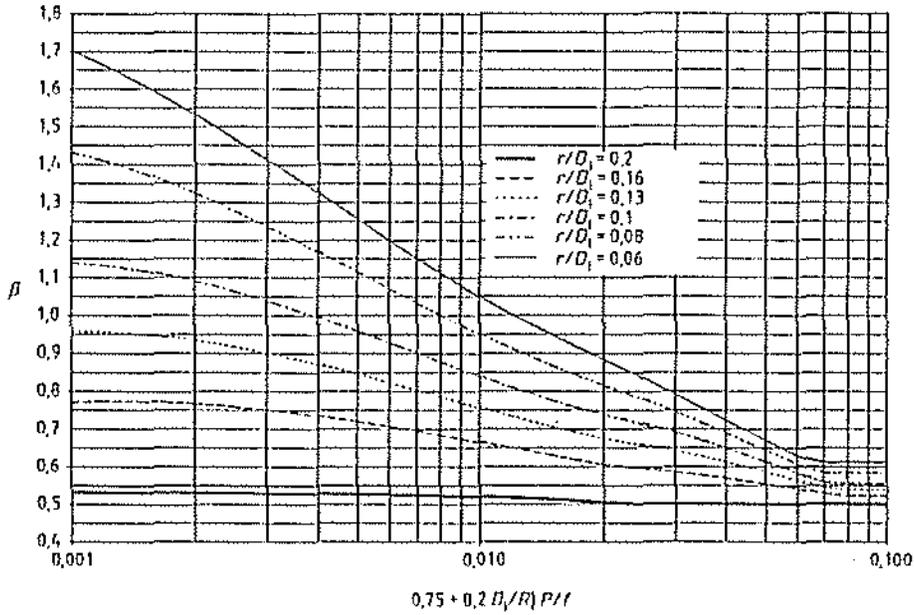


Fig. 7.5-1 – Parámetro  $\beta$  para un fondo torisférico. Cálculo

$$P_y = \frac{f \cdot e_a}{\beta(0,75R + 0,2D_1)} \tag{7.5-7}$$

donde  $\beta$  se obtiene a partir de la Figura 7.5-2 o según el procedimiento descrito en el apartado 7.5.3.5, sustituyendo  $e$  por  $e_a$

$$P_b = 111 f_h \left( \frac{e_a}{0,75R + 0,2D_1} \right)^{1,5} \left( \frac{r}{D_1} \right)^{0,825} \tag{7.5-8}$$

NOTA – No es necesario calcular  $P_b$  si  $e_a > 0,095D_1$ .

7.5.3.4 Excepciones

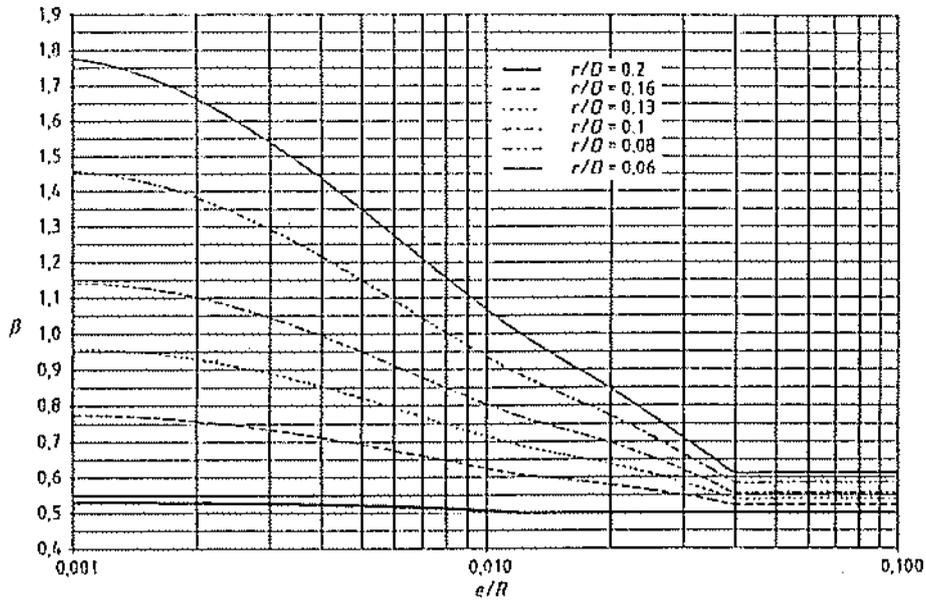


Fig. 7.5-2 – Parámetro  $\beta$  para un fondo torisférico – (en función de  $e/R$ )

Se permite reducir el espesor de la parte esférica del fondo hasta el valor  $e$ , en una zona circular cuyo borde no debe situarse a una distancia inferior a  $\sqrt{R \cdot e}$  de la parte tórica de unión, de acuerdo con lo representado en la figura 7.5-3.

El borde recto cilíndrico debe satisfacer los requisitos del apartado 7.4.2 relativas a un cilindro, salvo si su longitud no es superior a  $0,2 \sqrt{D_1 \cdot e}$ , en cuyo caso su espesor puede ser idéntico al requerido para la parte tórica de enlace.

7.5.3.5 Fórmulas para el cálculo del coeficiente  $\beta$

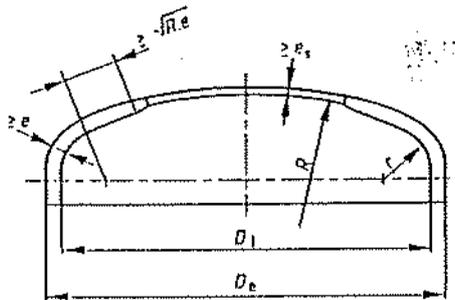


Fig. 7.5-3 – Geometría de un fondo torisférico

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

$$Y = \min. (e/R; 0,04) \quad (7.5-9)$$

$$Z = \log_{10}(1/Y) \quad (7.5-10)$$

$$X = r/D_1 \quad (7.5-11)$$

$$N = 1,006 - \frac{1}{\{6,2 + (90 Y)^4\}} \quad (7.5-12)$$

Para  $X = 0,06$

$$\beta_{0,06} = N \{-0,3635Z^3 + 2,2124Z^2 - 3,2937Z + 1,8873\} \quad (7.5-13)$$

Para  $0,06 < X < 0,1$

$$\beta = 25\{(0,1 - X)\beta_{0,06} + (X - 0,06)\beta_{0,1}\} \quad (7.5-14)$$

Para  $X = 0,1$

$$\beta_{0,1} = N\{-0,1833Z^3 + 1,0383Z^2 - 1,2943Z + 0,837\} \quad (7.5-15)$$

Para  $0,1 < X < 0,2$

$$\beta = 10\{(0,2 - X)\beta_{0,1} + (X - 0,1)\beta_{0,2}\} \quad (7.5-16)$$

Para  $X = 0,2$

$$\beta_{0,2} = \max. \{0,95(0,56 - 1,94Y - 82,5Y^2); 0,5\} \quad (7.5-17)$$

NOTA - Cuando se utilizan en el apartado 7.5.3.2, las ecuaciones anteriores relativas a la determinación de  $\beta$  conducen a un cálculo iterativo. Se recomienda utilizar un procedimiento de cálculo por ordenador.

7.5.4 Fondos elípticos. Estos requisitos sólo se aplican a los fondos para los cuales  $1,7 < K < 2,2$ .

$$K = D_1/(2h_1) \quad (7.5-18)$$

Los fondos elípticos deben diseñarse como fondos torisféricos nominalmente equivalentes con:

$$r = D_1\{(0,5/K) - 0,08\} \quad (7.5-19)$$

y

$$R = D_1(0,44K + 0,02) \quad (7.5-20)$$

## 7.6 Conos y fondos cónicos

7.6.1 Condiciones de aplicación. Los requisitos estipulados en los apartados 7.6.4 a 7.6.8 sólo se refieren a conos rectos de sección circular y a las intersecciones de cono/cilindro cuando el cono y el cilindro tienen el mismo eje de revolución. Los requisitos relativos a los conos con ejes desplazados se dan en el apartado 7.6.9.



7.6.3 Símbolos y abreviaturas específicos. Las abreviaturas y los símbolos siguientes son un complemento de los del apartado 7.3 o los modifican.

- $D_c$  es el diámetro medio del cilindro en el lugar de la unión con el cono;
- $D_e$  es el diámetro exterior del cono;
- $D_i$  es el diámetro interior del cono;
- $D_k$  es un diámetro determinado partir de la ecuación (7.6-8);
- $D_m$  es el diámetro medio del cono;
- $e_{con}$  es el espesor requerido para un cono, de acuerdo con lo determinado en el apartado 7.6.4;
- $e_{cyl}$  es el espesor requerido para un cilindro de acuerdo con lo determinado en el apartado 7.4.2;
- $e_j$  es el espesor requerido o el espesor útil en la unión, en la base grande del cono;
- $e_1$  es el espesor requerido para el cilindro, en la unión;
- $e_{1a}$  es el espesor útil del refuerzo de un cilindro;
- $e_2$  es el espesor requerido para el cono y la parte teórica de enlace en la unión;
- $e_{2a}$  es el espesor útil del refuerzo de un cono;
- $f$  es la tensión nominal de cálculo. Para el cálculo de las intersecciones según los apartados 7.6.6 a 7.6.9 es la menor de las tensiones de las distintas partes de componentes;
- $l_1$  es una longitud medida a lo largo del cilindro;
- $l_2$  es una longitud medida a lo largo del cono, en la base grande o en la base pequeña;
- $\alpha$  es el semángulo en el vértice del cono (grados);
- $\beta$  es un coeficiente definido en el apartado 7.6.6;
- $\beta_{II}$  es un coeficiente definido en el apartado 7.6.8;
- $\gamma$  es un coeficiente definido en el apartado 7.6.7;
- $\rho$  es un coeficiente definido en el apartado 7.6.7;
- $\tau$  es un coeficiente definido en el apartado 7.6.8.

7.6.4 Envolventes cónicas. El espesor requerido en todo punto a lo largo del cono debe calcularse a partir de una de las 2 ecuaciones siguientes:

$$e_{con} = \frac{P \cdot D_i}{2f \cdot z - P} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)} \quad (7.6-2)$$

o

$$e_{con} = \frac{P \cdot D_e}{2f \cdot z + P} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)} \quad (7.6-3)$$

donde  $D_i$  y  $D_e$  corresponden al punto considerado.

Para una geometría dada:

$$r_{m\acute{a}x} = \frac{2f \cdot z \cdot e_{\text{con}} \cdot \cos(\alpha)}{D_m} \tag{7.6-4}$$

donde  $D_m$  corresponde al punto considerado.

En la base grande de un cono unido a un cilindro se permite hacer las sustituciones siguientes:

$$D_1 = D_k \tag{7.6-5}$$

$$D_k = D_c + 2e_2 \cos(\alpha) \tag{7.6-6}$$

$$D_m = (D_1 + D_2)/2 \tag{7.6-7}$$

donde

$$D_k = D_c - e_1 - 2r \{1 - \cos(\alpha)\} - l_2 \sin(\alpha) \tag{7.6-8}$$

NOTA 1 - El espesor obtenido a partir de este párrafo es un espesor mínimo. Puede ser necesario aumentar este espesor al nivel de las uniones con los otros componentes, bien sea para el refuerzo de las costuras o de las aberturas o bien sea para soportar cargas distintas de la presión.

NOTA 2 - Como el espesor calculado según lo anterior es el espesor mínimo admisible considerado a lo largo del cono, se permite construir un cono a partir de chapas de espesores distintos, a condición de que se respeten todos los puntos de espesor mínimo.

7.6.5 Uniones - generalidades. Se aplican los requisitos de los apartados 7.6.6, 7.6.7 y 7.6.8 cuando la distancia de la unión a otra unión cualquiera o discontinuidad mayor, tal como otra unión cono/cilindro o una brida, sea superior a  $2l_1$  a lo largo del cilindro y a  $2l_2$  a lo largo del cono, donde:

$$l_1 = \sqrt{D_c \cdot e_1} \tag{7.6-9}$$

$$l_2 = \frac{\sqrt{D_c \cdot e_2}}{\cos(\alpha)} \tag{7.6-10}$$

7.6.6 Unión de la base grande de un cono y de un cilindro, conexión en ángulo agudo

7.6.6.1 Condiciones de aplicación. Los requisitos de los apartados 7.6.6.2 y 7.6.6.3 se aplican si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a) el cono y el cilindro se unen mediante una soldadura a tope cuyas superficies interiores exteriores se unen progresivamente con el cono y el cilindro contiguos, sin reducción del espesor local y;
- b) la soldadura en la unión se somete a ensayos no destructivos al 100% por radiografía o por ultrasonidos, salvo si el diseño es tal que el espesor al nivel de las soldaduras es superior a  $1,4e_1$ , en cuyo caso deben aplicarse las reglas normales relativas a la categoría de construcción en cuestión.

UNE EN 13445-3:2002

7.6.6.2 Cálculo. El espesor requerido  $e_1$  para el cilindro adyacente a la unión es el mayor de los espesores  $e_{cyl}$  y  $e_1$  donde  $e_1$  se debe determinar según el procedimiento siguiente:

$$\beta = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{D_c}{e_1}} \cdot \frac{\tan(\alpha)}{1 + 1.1 \sqrt{\cos(\alpha)}} - 0,15 \tag{7.6-11}$$

$$e_1 = \frac{P \cdot D_c \cdot \beta}{2f} \tag{7.6-12}$$

El resultado es aceptable si el valor dado por la ecuación (7.6-12) no es inferior al admisible para la ecuación (7.6-11).  $\beta$  podrá obtenerse igualmente a partir del gráfico de la figura 7.6-3.

Este espesor debe mantenerse a lo largo del cilindro en una distancia mínima de  $1,4l_1$  medida a partir de la unión.

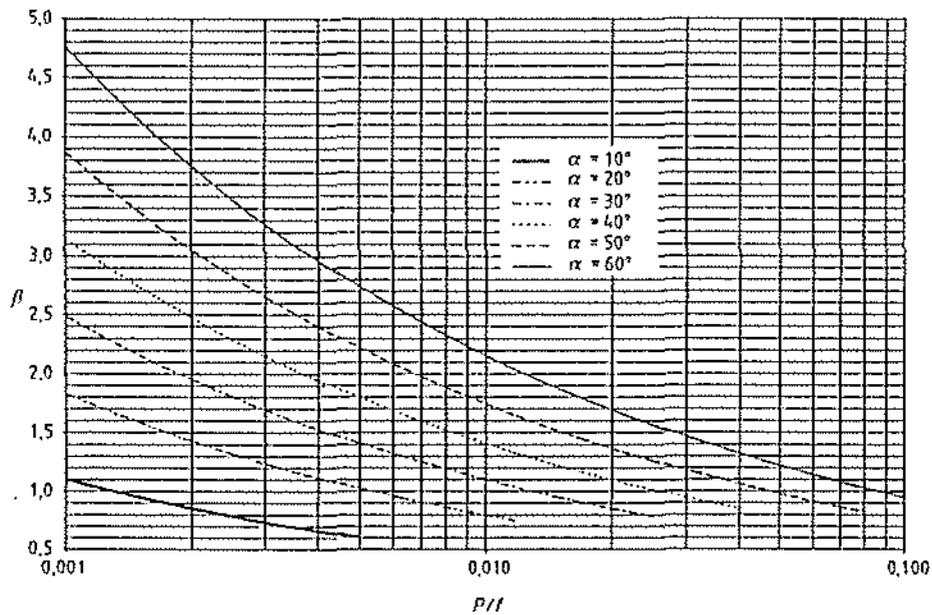


Fig. 7.6-3 – Valores del coeficiente  $\beta$  para las intersecciones cono/cilindro en el caso de empalme en ángulo agudo

El espesor requerido  $e_2$  para el cono adyacente a la unión es el mayor de los espesores  $e_{con}$  y  $e_2$ . Este espesor debe mantenerse a lo largo del cono en una distancia mínima de  $1,4l_2$  medida a partir de la unión, véase la figura 7.6-1.

Se permite proceder a la modificación del refuerzo de la manera siguiente, a condición de que se respeten los espesores mínimos dados en los apartados 7.4.2 y 7.6.4.



### 7.6.7 Unión de la base grande de un cono y de un cilindro en el caso de un enlace por una parte tórica

#### 7.6.7.1 Condiciones de aplicación. Se aplica este párrafo si se satisfacen todas las condiciones siguientes:

- la parte de enlace es de forma tórica y se une progresivamente con el cono y el cilindro contiguos y;
- el radio interior de la parte de enlace,  $r < 0,3 D_c$ .

NOTA - Este capítulo no especifica límite inferior para el radio de la parte tórica.

#### 7.6.7.2 Cálculo. El valor de $e_j$ debe determinarse según el procedimiento siguiente:

Se estima  $e_j$  y se calcula:

$$\beta = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{D_c}{e_j}} \frac{\tan(\alpha)}{1 + 1/\sqrt{\cos(\alpha)}} - 0,15 \quad (7.6-17)$$

$$\rho = \frac{0,028r}{\sqrt{D_c \cdot e_j}} \times \frac{\alpha}{1 + 1/\sqrt{\cos(\alpha)}} \quad (7.6-18)$$

$$Y = 1 + \frac{\rho}{1,2 \left( 1 + \frac{0,2}{\rho} \right)} \quad (7.6-19)$$

$$e_j = \frac{r \cdot D_c \cdot \beta}{2fY} \quad (7.6-20)$$

La respuesta es aceptable si el valor dado por la ecuación (7.6-20) no es inferior al valor estimado.

El espesor requerido  $e_1$  para el cilindro adyacente a la unión es el mayor de los espesores  $e_{c1}$  y  $e_j$ .

Este espesor debe mantenerse a lo largo del cilindro, en una distancia mínima de  $1,4t_1$  medida a partir de la unión y de  $0,5t_1$  medida a partir de la línea de tangencia de la parte tórica/cilindro.

El espesor requerido  $e_2$  para la parte tórica y el cono adyacente a la unión es el mayor de los espesores  $e_{cm}$  y  $e_1$ . Este espesor debe mantenerse a lo largo del cono en una distancia mínima de  $1,4t_2$  medida a partir de la unión y de  $0,7t_2$  medida a partir de la línea de tangencia cono/parte tórica.

**7.6.7.3 Presión máxima admisible.** La presión máxima admisible para una geometría dada debe determinarse de la manera siguiente.

- a) Se determina  $e_{1c}$ , el espesor útil del cilindro en la proximidad de la parte tórica del enlace y  $e_{2c}$ , espesor útil de la parte tórica de enlace y de la parte contigua del cono.
- b) Se verifica que se respetan las limitaciones del apartado 7.6.7.1.
- c) Se aplica la ecuación (7.4-3) al cilindro con  $e_s = e_{1c}$ .
- d) Se aplica la ecuación (7.6-4) al cono con  $e_{cm} = e_{2c}$ .
- e) Se toma para  $e_1$ , el menor de los 2 valores  $e_{1c}$  y  $e_{2c}$ .



$$\beta_H = 0,4 \sqrt{\frac{D_c}{e_1} \cdot \frac{\tan(\alpha)}{\tau} + 0,5} \quad (7.6-25)$$

Si

$$P \leq \frac{2f \cdot z \cdot e_1}{D_c \cdot \beta_H} \quad (7.6-26)$$

entonces  $e_1$  y  $e_2$  son aceptables. En caso contrario, se repite la operación con valores de  $e_1$  y/o  $e_2$  mayores.

NOTA – El procedimiento anterior no permite encontrar los valores de  $e_1$  y  $e_2$  independientemente. Es posible elegir valores cualquiera que sean convenientes para las necesidades del diseño, por ejemplo, para obtener un valor favorable para  $l_1$  o  $l_2$ .

A condición de que sigan satisfaciéndose los requisitos de los apartados 7.4.2 y 7.6.4, se permite modificar un diseño de acuerdo con la regla anterior, de una de las maneras siguientes:

- Cuando  $e_1 = e_2$ , se puede incluir una parte tórica del enlace del mismo espesor.  $l_1$  y  $l_2$  se miden siempre a partir de la unión (es decir, a partir del punto de intersección de las fibras medias del cono y del cilindro).
- El espesor del cilindro puede aumentarse en la proximidad de la unión y reducirse más lejos a condición de que la sección constituida por el metal del cilindro a lo largo de una distancia  $l_1$  a partir de la unión no sea inferior a  $l_1 \cdot e_1$ . Además, el espesor del cono puede aumentarse en la proximidad de la unión y reducirse más lejos, a condición de que la sección constituida por el metal del cono a lo largo de una distancia  $l_2$  a partir de la unión no sea inferior a  $l_2 \cdot e_2$ .

7.6.8.3 Presión máxima admisible. La presión máxima admisible para una geometría dada debe ser igual a:

$$P_{\text{máx.}} = \frac{2f \cdot z \cdot e_1}{D_c \cdot \beta_H} \quad (7.6-27)$$

$\beta_H$  se determina a partir de las ecuaciones (7.6-22) a (7.6-25) tomando  $e_{1a}$  y  $e_{2a}$  en lugar de  $e_1$  y  $e_2$ .

NOTA 1 – El método para determinar  $e_{1a}$  y  $e_{2a}$  es el descrito en la nota del apartado 7.6.6.3.

NOTA 2 – Los espesores útiles pueden ser superiores al espesor requerido sin que esto conduzca a un aumento de  $l_1$  o  $l_2$ .

7.6.9 Conos con ejes desplazados. Este requisito se aplica a los conos con ejes desplazados entre dos cilindros (véase la figura 7.6-5). Los ejes de los cilindros deben ser paralelos y el desplazamiento entre estos ejes no debe ser superior a la diferencia entre los radios. El espesor requerido para la unión a la base grande debe calcularse de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.6.6. El espesor requerido para la unión a la base pequeña debe calcularse de acuerdo con el apartado 7.6.8. El mayor de estos valores debe aplicarse a todo el cono. El ángulo ( $\alpha$ ) debe tomarse igual al ángulo más grande entre el cono y el cilindro.

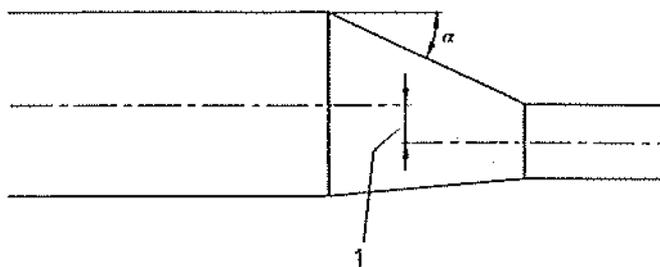


Fig. 7.6-5 – Cono con ejes desplazados

7.7 Tuberías que entran en la zona de enlace

7.7.1 Símbolos y abreviaturas específicos. Las abreviaturas y símbolos siguientes se aplican complementariamente a los del apartado 7.5.1:

- A es un parámetro definido por la ecuación (7.7-4) o (7.7-8);
- A<sub>1</sub> es un parámetro definido por la ecuación (7.7-12) o (7.7-16);
- B es un parámetro definido por la ecuación (7.7-5) o (7.7-9);
- B<sub>1</sub> es un parámetro definido por la ecuación (7.7-13) o (7.7-17);
- β<sub>K</sub> es el coeficiente de debilitamiento debido a la presencia de la tubería, determinado a partir de la fórmula (7.7-10);
- d<sub>i</sub> es el diámetro interior de la tubería;
- X es un parámetro definido por la ecuación (7.7-11) o (7.7-15);
- V es un parámetro definido por la ecuación (7.7-3) o (7.7-7).

7.7.2 Condiciones de aplicación. En este párrafo se incluyen los requisitos relativos a la compensación por aumento del espesor de la pared de un fondo cóncavo cuando las tuberías no están situadas enteramente en la zona central del fondo, tal como se define en el apartado 9.7.2.4 y, por consiguiente, no están cubiertas por el capítulo 9.

La aplicación de estos requisitos se limita a los fondos de los tipos Kloemper y Korbogen tales que:

$$d/D_c \leq 0,6 \tag{7.7-1}$$

y

$$\frac{d_i}{\sqrt{e \cdot D_c}} \leq 6,7 \tag{7.7-2}$$

El eje de la tubería debe estar situado en el mismo plano que el eje del recipiente. El eje de la tubería debe estar situado entre la normal a la pared del fondo y la paralela al eje del recipiente. La posición de la tubería debe ser tal que no corte la línea de tangencia entre la parte tórica y el cilindro. Las tuberías paralelas al eje del recipiente cuya pared exterior este alineada con la pared exterior del recipiente se consideran incluidas en estos requisitos.

AENOR JUN 2002

Los requisitos del apartado 7.7 pueden aplicarse igualmente a fondos elípticos con un factor de forma  $K \leq 2$ . El espesor de un fondo elíptico de este tipo con una tubería entrando en la zona de enlace debe ser el mismo que para un fondo del tipo Korbogen del mismo diámetro.

El aumento de espesor requerido por este capítulo se aplica a toda la zona de enlace. No se permiten compensaciones por adición de soldadura. Puede reducirse el espesor de la parte central a condición de que satisfaga los requisitos del apartado 7.5.3.4 y de que el refuerzo debido a la presencia de las tuberías en la parte central satisfaga los requisitos del capítulo 9.

Cuando la distancia entre el borde la tubería en la unión con la zona de enlace y la línea de tangencia entre la zona de enlace y el cilindro sea inferior a  $2,5\sqrt{e \times R}$  (medida a lo largo de la superficie) la validez del método es dudosa. A menos que el diseño esté apoyado por un análisis particular o una vasta experiencia, la presión de diseño debe multiplicarse por 2 en tales casos o en el caso de una geometría dada, la presión admisible debe dividirse por 2.

7.7.3 Cálculo. Para un fondo del tipo Kloemper:

$$V = \log_{10} \left( 1000 \frac{P}{f} \right) \quad (7.7-3)$$

$$A = \text{máx.} (0,5; 0,264 + 0,938V - 0,592V^2 + 0,14V^3) \quad (7.7-4)$$

$$B = \text{mín.} (4,2; 4,9 - 2,165V + 0,151V^2) \quad (7.7-5)$$

$$\beta_k = \text{máx.} \left( A + B \frac{d_i}{D_e}; 1 + 0,3B \frac{d_i}{D_e} \right) \quad (7.7-6)$$

Para un fondo del tipo Korbogen:

$$V = \log_{10} \left( 1000 \frac{P}{f} \right) \quad (7.7-7)$$

$$A = 0,54 + 0,41V - 0,044V^2 \quad (7.7-8)$$

$$B = 7,77 - 4,53V + 0,744V^2 \quad (7.7-9)$$

$$\beta_k = \text{máx.} \left( A + B \frac{d_i}{D_e}; 1 + 0,5B \frac{d_i}{D_e} \right) \quad (7.7-10)$$

Sustituir  $P$  por  $P\beta_k$  en la ecuación (7.5-2) y en la figura 7.5-1 para obtener el espesor requerido. Esta sustitución debe hacerse antes de calcular  $\beta$  en 7.5.3.5. Las ecuaciones (7.5-1) y (7.5-3) se aplican sin ninguna modificación.

NOTA - Los gráficos de las figuras 7.7-1 y 7.7-2 se basan en el procedimiento anterior y dan  $\frac{ef}{PR}$  en función de  $l/Pf$  y de  $d/D_e$ .



7.7.4 Presión máxima admisible. Para determinar la presión máxima admisible correspondiente a una geometría dada, se puede adoptar un procedimiento basándose en ensayos sucesivos. El método siguiente constituye una alternativa, que permite obtener una aproximación, siempre conservadora de  $\beta_k$ .

Para un fondo del tipo Kloepper:

$$X = \log 10 \left( 1000 \frac{c_a}{D_e} \right) \quad (7.7-11)$$

$$A_1 = 1,07 \max. (0,71 - X; 0,19X + 0,45) \quad (7.7-12)$$

$$B_1 = 1,02 \left\{ \min. \left( (3 + 5X); \frac{1}{0,241 + 0,116(X - 0,26)^2} \right) \right\} \quad (7.7-13)$$

$$\beta_k = \max. \left( A_1 + B_1 \frac{d_1}{D_e}; 1 + 0,3B_1 \frac{d_1}{D_e} \right) \quad (7.7-14)$$

Para un fondo del tipo Korbbogen:

$$X = \log 10 \left( 1000 \frac{c_a}{D_e} \right) \quad (7.7-15)$$

$$A_1 = \frac{1}{1,136 + 0,0053 \left( \frac{D_e}{d_1} \right)^{0,8}} \quad (7.7-16)$$

$$B_1 = (8,87 - 4,35X + 0,19X^2) \quad (7.7-17)$$

$$\beta_k = \max. \left\{ \left( 1 + 0,1 \frac{d_1}{D_e} \right) \left( A_1 + B_1 \frac{d_1}{D_e} \right); \left( 1 + 1,1 \frac{d_1}{D_e} \right) \left( 1 + 0,5B_1 \frac{d_1}{D_e} \right) \right\} \quad (7.7-18)$$

Sustituir  $\beta$  por  $\beta \cdot \beta_k$  en la ecuación (7.5-7). Las ecuaciones (7.5-6) y (7.5-8) se aplican sin ninguna modificación.

7.7.5 Tuberías múltiples entrando en la zona técnica de enlace. Los requisitos del capítulo 9 relativas a tuberías múltiples se aplican igualmente a las tuberías calculadas según los presentes requisitos si el ligamento entre 2 tuberías vecinas está totalmente situado en la parte central definida en el apartado 9.7.4. Si el segmento que une 2 tuberías vecinas no está totalmente situado en la parte central, el ligamento no debe ser inferior a la mitad de la suma de los diámetros interiores de las tuberías.





# Anexo 4

- a) grupo de ensayo 3 ó 4 para un funcionamiento no cíclico o, además, grupos de ensayo 1 ó 2 para aplicaciones criogénicas;
- b) cordones de soldadura circulares que unen un fondo a una envolvente; todos los cordones de soldadura circulares para las aplicaciones criogénicas;
- c) materiales 1.1, 1.2 u 8.1;
- d) espesor del material no superior 8 mm; 12 mm para las aplicaciones criogénicas;
- e) diámetro no superior a 1 600 mm; para los diámetros superiores a 1 600 mm es necesaria un ensayo de modo operativo de soldadura a escala natural. El diámetro de la probeta no debe ser inferior al diámetro nominal y tampoco debe ser superior a 2 veces el diámetro nominal. El ensayo debe realizarse, levantándose acta de la misma de acuerdo con la Norma EN 288-8:1995. Para las aplicaciones criogénicas, no existe limitación para el diámetro;
- f) temperatura de cálculo
  - $-10\text{ °C} \leq t \leq 120\text{ °C}$  para los materiales 1.1 y 1.2;
  - $-196\text{ °C} \leq t \leq 120\text{ °C}$  para los materiales 8.1;
  - $-40\text{ °C} \leq t \leq 120\text{ °C}$  para los materiales 1.1 y 1.2, para las aplicaciones criogénicas;
- g) condiciones no corrosivas;
- h) tolerancias de fabricación de la Norma EN 13445-4:2002.

**5.7.4.2 Montajes sobre bandas de soldadura permanentes.** Se deben permitir los montajes con bandas de soldadura permanentes si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a) grupos de ensayo 3 ó 4 para un funcionamiento no cíclico o, además, grupos 1 ó 2 para las aplicaciones criogénicas;
- b) cordones de soldadura circulares que unan un fondo a una envolvente; todos los cordones de soldadura circulares para las aplicaciones criogénicas;
- c) materiales 1.1, 1.2 u 8.1;
- d) espesor del material no superior a 8 mm; 30 mm para las aplicaciones criogénicas;
- e) diámetro no superior a 1 600 mm; en caso contrario es necesaria un ensayo de modo operativo de soldadura a escala natural para diámetros superiores a 1 600 mm. El diámetro de la probeta no debe ser inferior al diámetro nominal ni superior a 2 veces el diámetro nominal. El ensayo debe realizarse, levantándose acta de la misma de acuerdo con la Norma EN 288-8:1995. Para las aplicaciones criogénicas, no existe limitación para el diámetro.
- f) temperatura de cálculo
  - $-10\text{ °C} \leq t \leq 120\text{ °C}$  para los materiales 1.1 y 1.2;
  - $-196\text{ °C} \leq t \leq 120\text{ °C}$  para los materiales 8.1;
  - $-40\text{ °C} \leq t \leq 120\text{ °C}$  para los materiales 1.1 y 1.2, para las aplicaciones criogénicas.
- g) condiciones no corrosivas;
- h) tolerancias de fabricación según la Norma EN 13445-4:2002 para los espesores no superiores a 8 mm; la mitad de estas tolerancias para los espesores superiores a 8 mm en las aplicaciones criogénicas.

### 5.7.4.3 Montajes con recubrimiento

**5.7.4.3.1 Caso general.** Los montajes con recubrimiento con cordones de soldadura triangulares no deben utilizarse a menos que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a) grupo de ensayo 4;
- b) montajes circulares que unan un fondo con una envolvente;
- c) espesor del material no superior a 8 mm;
- d) diámetro máximo de 1 600 mm;
- e) materiales 1.1;
- f) temperatura de cálculo  
$$- 10\text{ °C} \leq t \leq 120\text{ °C}$$
- g) condiciones no corrosivas;
- h) salvo para los casos C 32, C 33 y C 35 de la tabla A-2, deben soldarse los 2 lados de la unión con recubrimiento (véanse las figuras C 31 y C 34);
- i) tolerancias de fabricación según la Norma EN 13445-4:2002.

**5.7.4.3.2 Conexión de fuelles.** Los casos B 2, B 3 y B 5 de la tabla A-9 no deben utilizarse salvo en condiciones en las que no exista corrosión.

## 6 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE LA TENSIÓN NOMINAL DE CÁLCULO PARA PARTES SOMETIDAS A PRESIÓN

### 6.1 Generalidades

**6.1.1** Este capítulo especifica los valores máximos admisibles de la tensión nominal de cálculo de partes sometidas a presión distintas de tornillos y las propiedades físicas de los aceros.

NOTA – Las tensiones nominales de cálculo para los materiales de tornillería se dan en los capítulos 11 y 12.

**6.1.2** Para un componente particular de un recipiente, es decir para un material particular y un espesor particular, hay valores distintos para la tensión nominal de cálculo para las situaciones normales de servicio, las situaciones de ensayo y las situaciones excepcionales.

Para las situaciones excepcionales, puede utilizarse una tensión nominal de cálculo más elevado (véase el apartado 6.1.3). El fabricante debe especificar en las instrucciones de uso una inspección del recipiente antes de volver a ponerlo en servicio cuando se haya producido una situación excepcional semejante.

Durante la evaluación de situaciones excepcionales o situaciones de ensayo, no es necesario tener en cuenta las deformaciones progresivas de los requisitos relativas a la fatiga.

**6.1.3** Los valores máximos de la tensión nominal de cálculo para las situaciones normales de servicio y las situaciones de ensayo deben determinarse a partir de las características de los materiales tales como las definidas en el apartado 6.1.5 y de los coeficientes de seguridad dados en los apartados 6.2 a 6.5. Las fórmulas para la determinación de los valores máximos de las tensiones nominales de cálculo se dan en la tabla 6-1.

Para los recipientes del grupo de ensayo 4, el valor máximo de la tensión nominal de cálculo para situaciones normales de servicio debe multiplicarse por 0,9.

El coeficiente de seguridad nominal para las situaciones excepcionales no debe ser inferior al utilizado para las situaciones de ensayo.

**6.1.4** Consideraciones particulares pueden exigir valores de tensión nominal de cálculo menores, por ejemplo el riesgo de fisuración debido a la corrosión bajo tensión, las condiciones particulares de peligro, etc.

**6.1.5** Los valores a utilizar para la resistencia a la tracción y el límite elástico deben ser los relativos a los materiales en el estado final de fabricación y deben estar de acuerdo con los valores mínimos especificados en la documentación técnica establecida según el capítulo 5 de la Norma EN 13445-5:2002.

NOTA – Estos valores se alcanzan generalmente cuando los procedimientos de tratamiento térmico cumplen con la Norma EN 13445-4:2002.

Los valores mínimos, especificados para el estado de suministro, pueden utilizarse para todas las necesidades de cálculo, salvo si es conocido de que el tratamiento térmico conduce a valores más bajos, en cuyo caso deben utilizarse estos valores más bajos. Si el metal depositado da valores de resistencia inferiores después de la fabricación, deben utilizarse estos valores.

**6.1.6** Para la determinación de la resistencia a la tracción y del límite elástico por encima de 20 °C, debe utilizarse el procedimiento mencionado en la Norma EN 13445-2:2002, apartado 4.2.

**6.1.7** Para la definición del alargamiento después de la rotura véase la Norma EN 13445-2:2002, capítulo 4.

**6.2 Aceros (excepto fundición), distintos de los austeníticos cubiertos por los apartados 6.3 y 6.4, con un alargamiento mínimo después de la rotura, tal como viene definido en la especificación técnica pertinente relativa al material, inferior al 30%**

**6.2.1 Situaciones normales de servicio.** La tensión nominal de cálculo para las situaciones normales de servicio,  $f$ , no debe superar  $f_d$ , el más pequeño de los dos valores siguientes:

- valor mínimo del límite elástico o del límite convencional de elasticidad al 0,2% a la temperatura de cálculo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 1,5; y;
- el valor mínimo de la resistencia a la tracción a 20 °C, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 2,4.

**6.2.2 Situaciones de ensayo.** La tensión nominal de cálculo para situaciones de ensayo  $f$  no debe ser superior a  $f_{test}$ , el valor mínimo del límite elástico o del límite convencional de elasticidad al 0,2% a la temperatura de ensayo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 1,05.

**6.3 Aceros austeníticos (excepto fundición), con un alargamiento mínimo después de la rotura, de acuerdo con lo definido en la especificación técnica pertinente relativa al material, superior al 30% y hasta el 35%**

**6.3.1 Situaciones normales de servicio.** La tensión nominal de cálculo para situaciones normales de servicio  $f$  no debe ser superior a  $f_d$ , el valor mínimo del límite convencional de elasticidad al 1% a la temperatura de cálculo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 1,5.

**6.3.2 Situaciones de ensayo.** La tensión nominal de cálculo para las situaciones de ensayo  $f$  no debe ser superior a  $f_{test}$ . El valor mínimo de límite convencional de elasticidad al 1% a la temperatura de ensayo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 1,05.

**6.4 Aceros austeníticos (excepto fundiciones), con un alargamiento mínimo después de la rotura, de acuerdo con lo definido en la especificación técnica pertinente relativa al material, superior al 35%**

**6.4.1 Situaciones normales de servicio.** La tensión nominal de cálculo para las situaciones normales de servicio  $f$  no debe ser superior a  $f_d$ , el mayor de los 2 valores siguientes:

- a) el valor determinado a partir del apartado 6.3.1; o
- b) si el valor de  $R_{m/t}$  está disponible, el más pequeño de los 2 valores siguientes:
  - el valor mínimo de la resistencia a la tracción a la temperatura de cálculo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 3,0; y
  - el valor mínimo del límite convencional de elasticidad al 1% a la temperatura de cálculo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 1,2.

**6.4.2 Situaciones de ensayo.** La tensión nominal de cálculo para las situaciones de ensayo  $f$  no debe ser superior a  $f_{test}$ , el mayor de los 2 valores siguientes:

- a) el valor determinado a partir del apartado 6.3.2; y
- b) el valor mínimo de la resistencia a la tracción a la temperatura de ensayo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 2.

**6.5 Aceros fundidos**

**6.5.1 Situaciones normales de servicio.** La tensión nominal de cálculo para las situaciones normales de servicio  $f$  no debe ser superior a  $f_d$ , el menor de los 2 valores siguientes:

- el valor mínimo del límite elástico o del límite convencional de elasticidad al 0,2% a la temperatura de cálculo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 1,9;
- el valor mínimo de la resistencia a la tracción a 20 °C, de acuerdo con lo definido en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 3,0.

**6.5.2 Situaciones de ensayo.** La tensión nominal de cálculo para las situaciones de ensayo  $f$  no debe ser superior a  $f_{test}$ , el valor mínimo del límite elástico o del límite convencional de elasticidad al 0,2% a la temperatura de ensayo, de acuerdo con lo indicado en la especificación técnica relativa al material, dividido por el coeficiente de seguridad 1,33.

NOTA – Las propiedades físicas de los aceros se dan en el anexo O.

**Tabla 6-1**  
**Los valores máximos admisibles de las tensiones nominales de cálculo para partes sometidas a presión distintas a presión distintas de los tornillos**

	Situaciones normales de servicio <sup>a b</sup>	Situaciones de ensayo y situaciones excepcionales <sup>b)</sup>
Aceros distintos de los aceros austeníticos, según el apartado 6.2 $A < 30\%$ <sup>c</sup>	$f_d = \min. \left( \frac{R_{p0,2/t}}{1,5}, \frac{R_{m/20}}{2,4} \right)$	$f_{\text{test}} = \left( \frac{R_{p0,2/t_{\text{test}}}}{1,05} \right)$
Aceros austeníticos según el apartado 6.3 $30\% < A \leq 35\%$ <sup>c</sup>	$f_d = \left( \frac{R_{p1,0/t}}{1,5} \right)$	$f_{\text{test}} = \left( \frac{R_{p1,0/t_{\text{test}}}}{1,05} \right)$
Aceros austeníticos según el apartado 6.4 $A > 35\%$ <sup>c</sup>	$f_d = \max. \left[ \left( \frac{R_{p1,0/t}}{1,5} \right); \min. \left( \frac{R_{p1,0/t}}{1,2}, \frac{R_{m/t}}{3} \right) \right]$	$f_{\text{test}} = \max. \left( \frac{R_{p1,0/t_{\text{test}}}}{1,05}; \frac{R_{m/t_{\text{test}}}}{2} \right)$
Aceros fundidos	$f_d = \min. \left( \frac{R_{p0,2/t}}{1,9}; \frac{R_{m/20}}{3} \right)$	$f_{\text{test}} = \min. \left( \frac{R_{p0,2/t_{\text{test}}}}{1,33} \right)$

<sup>a</sup> La categoría de ensayo 4, la tensión nominal de cálculo debe multiplicarse por 0,9.

<sup>b</sup> Puede utilizarse el límite superior de fluencia  $R_{eH}$  en lugar de  $R_{p0,2}$  si este último valor no está disponible en la norma de materiales.

<sup>c</sup> Para las definiciones del alargamiento después de la rotura véase el capítulo 4 de la Norma EN 13445-2:2002.

# Anexo 5

**PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN CALIENTE PARA APLICACIONES A PRESIÓN.**

1. Productos planos de aceros para recipientes a presión. UNE-EN 10028-1: 2000.
2. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Aceros no aleados y aleados con propiedades a alta temperaturas. UNE-EN 100028-2:1992.
3. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Aceros soldables de grano fino en estado normalizado. UNE-EN 10028-3:1992.
4. Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Aceros de grano fino laminados termomecánicamente.
5. Aceros para aparatos a presión simples. Chapas , bandas y barras.

## **1. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO PARA APLICACIONES A PRESIÓN. UNE-EN 10028-1: 2000.**

### **□ Medidas y tolerancias**

Las dimensiones nominales y las tolerancias dimensionales admisibles de los productos deben ser objeto de acuerdo en el momento de hacer la consulta y el pedido, sobre la base de las normas dimensionales siguientes:

- Para las chapas de acero laminadas en caliente, en no-continuo, se debe aplicar la Norma Europea EN 10029.

Salvo acuerdo en contrario, en el momento de hacer la oferta y el pedido, la tolerancia en espesor de las chapas corresponde a la clase B de la Norma Europea EN 10029.

- Para bobinas laminadas en continuo y las chapas cortadas a partir de bobinas (ancho de laminación <sup>3</sup> 600mm), y los flejes cortados de bobinas laminadas en caliente para anchuras inferiores a 600mm, se debe aplicar la Norma Europea EN 10051.
- Para los flejes laminados en caliente (anchuras de laminación inferiores a 600mm), se debe aplicar la Norma Europea EN 10048.
- Para las chapas y las bandas laminadas en frío, las bobinas y las bobinas cortadas a partir de bobinas (anchura igual o superior a 600mm) de aceros inoxidables, se debe aplicar la Norma Europea EN 10259, y para las bobinas y para los flejes cortados a partir de bobinas, laminadas en frío, de anchura inferior a 600mm, de aceros inoxidables, se debe aplicar la Norma Europea EN 10258.

Las Normas Europeas EN 10258 y EN 10259 contienen las opciones que ofrecen las posibilidades dimensionales de mayor anchura.

□ **Composición química**

Análisis de colada: El análisis de colada realizado por el fabricante de acero se debe aplicar y satisfacer los requisitos de las partes específicas de la Norma EN 10028.

Análisis de producto: Las desviaciones admisibles del análisis de producto, respecto de los valores límite indicados para el análisis de colada, se especifican en las partes correspondientes de la Norma Europea EN 10028.

□ **Características mecánicas**

Los valores dados en las partes específicas de la Norma Europea EN 10028 se refieren al espesor nominal (espesores del pedido) de los productos y al estado de suministro habitual. Cuando sea apropiado, se pueden establecer acuerdos, en el momento de hacer la oferta y el pedido, sobre los valores de las características mecánicas que han de obtenerse después de un tratamiento térmico adicional. Para los productos (excepto los de acero inoxidable) de espesor igual o superior a 15mm, se puede acordar, en el momento de hacer la oferta y el pedido, la aplicación de los requisitos especificados en la Norma Europea EN 10164 para las clases de calidad Z15, Z25 ó Z35, caracterizados por una estricción mínima en el sentido del espesor.

**2. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO PARA APLICACIONES A PRESIÓN. ACEROS NO ALEADOS Y ALEADOS CON PROPIEDADES A ALTAS TEMPERATURAS. UNE-EN 10028-2: 1992.**

• **Medidas y tolerancias**

Véase la Norma EN 10028-1.

• **Composición química**

Tabla 1 Productos planos de acero para aplicaciones a presión con propiedades a altas temperaturas- Composición química (análisis de colada)

Designación			C	Si máx	Mn	P máx	S máx	Al <sub>ges</sub>	Cr	Cu <sup>3)</sup> máx	Mo	Nb máx	Ni máx	Ti máx	V máx	Cr+ Cu+ Mo+ Ni max
Simbólica	Numér.															
P235GH	1.0345	UQ	máx 0.16	0.35	0.40-1.20	0.030	0.025	mín 0.020	máx0.30	0.30	máx0.08	0.010	0.30	0.03	0.02	0.7
P235GH	1.0425	UQ	máx 0.20	0.40	0.50-1.40	0.030	0.025	mín 0.020	máx0.30	0.30	máx0.08	0.010	0.30	0.03	0.02	0.7
P235GH	1.0481	UQ	0.08- 0.20	0.40	0.90-1.50	0.030	0.025	mín 0.020	máx0.30	0.30	máx0.08	0.010	0.30	0.03	0.02	0.7
P235GH	1.0473	UQ	0.10- 0.22	0.60	1.00-1.70	0.030	0.025	mín 0.020	máx0.30	0.30	máx0.08	0.010	0.30	0.03	0.02	0.7
16Mo3	1.5415	LE	0.12- 0.20	0.35	0.40-0.90	0.030	0.025	4)	máx0.30	0.30	0.25- 0.35	----		----	----	----
13CrMo4- 5	1.7335	LE	0.08- 0.18	0.35	0.40-1.00	0.030	0.025	4)	0.70- 1.15 <sup>5)</sup>	0.30	0.40- 0.60	----	----	----	----	----
10CrMo9- 10	1.7380	LE	0.08 <sup>6)</sup> - 0.14 <sup>7)</sup>	0.50	0.40-0.80	0.030	0.025	4)	2.00- 2.50	0.30	0.90- 1.10	----	----	----	----	----
11CrMo9- 10	1.7383	LE	0.08 <sup>6)</sup> - 0.15	0.50	0.40-0.80	0.030	0.025	4)	2.00- 2.50	0.30	0.90- 1.10	----	----	----	----	----

1. Q = acero de calidad no aleado; LE = acero aleado especial.

2. Los elementos que no figuran en esta tabla no se adicionarán al acero salvo acuerdo previo, excepto que sean necesarios para acabar de colar. Se tomarán las medidas precisas para prevenir la incorporación, a partir de las materias primas utilizadas en la

fabricación (chatarras), de todos los elementos susceptibles de afectar a las características mecánicas y al rendimiento del proceso y en las aplicaciones del acero.

3. Al hacer el pedido se puede acordar un menor contenido en Cu y un valor máximo de Sn, por ejemplo por razones de conformabilidad.
4. El contenido de aluminio debe ser determinado en la colada y se incluirá en el certificado.
5. En el caso de exigencias especiales relativas a la presión de hidrógeno, se puede acordar al hacer el pedido, un contenido mínimo de Cr del 0.80%.
6. Para productos de espesor menor de 10mm, se puede acordar al hacer el pedido, un contenido mínimo de C del 0.06%.
7. Para productos de espesor mayor de de 150mm, se puede acordar al hacer el pedido, un contenido máximo de C del 0.17%.

**Tabla 2 Productos planos de acero para aplicaciones a presión con propiedades a altas temperaturas - Desviaciones admisibles para la composición química en el análisis sobre producto respecto a los valores del análisis de colada**

<b>Elemento</b>	<b>Valores del análisis de colada según la tabla de composición química % en masa</b>	<b>Desviación admisible<sup>1)</sup> en el análisis sobre producto respecto a los valores del análisis de colada como figuran en la tabla de composición química % en masa</b>
C	≤ 0.22	± 0.02
Si	≤ 0.35	+ 0.05
	> 0.35 a ≤ 0.60	+ 0.06
Mn	≤ 1.00	± 0.05
	> 1.00 a ≤ 1.70	± 0.10
P	≤ 0.030	+ 0.005
S	≤ 0.025	+ 0.005
Al	≥ 0.020	- 0.005
Cr	≤ 1.00	± 0.05
	> 1.00 a ≤ 2.50	± 0.10
Mo	≤ 0.35	± 0.03
	> 0.35 a ≤ 1.10	± 0.04
Cu	≤ 0.30	+ 0.05
Nb	≤ 0.010	+ 0.005
Ni	≤ 0.30	+ 0.05
Ti	≤ 0.03	+ 0.01
V	≤ 0.02	+ 0.01
<p>1) En el caso que se efectúen varios análisis sobre producto en una misma colada y se encuentren para un mismo elemento, contenidos situados fuera de los límites de composición admisibles, sólo se permitirán desviaciones bien por encima del límite superior, bien por debajo del límite inferior, pero no ambas desviaciones a la vez.</p>		

Para los tipos de acero P235GH, P265GH, P295GH y P355GH se puede acordar en el pedido un valor máximo para el carbono equivalente.

**Características mecánicas**

**Tabla 3 Productos planos de acero para aplicaciones a presión con propiedades a altas temperaturas - Propiedades mecánicas (aplicables a muestra transversales)**

Tipos de acero Designación		Condiciones normales de suministro <sup>1)</sup>	Espesor del producto mm		Límite elástico <sup>2)</sup>  R <sub>eH</sub> N/mm <sup>2</sup> mín.	Carga de rotura R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento después de fractura L <sub>0</sub> = 5.65√ S <sub>0</sub> A % mín.	Energía en el ensayo de flexión por choque KV (probeta con entalle en V)	
Simbólica	Numérica		mm por encima	hasta				T <sup>a</sup> del ensayo	Valor medio de las tres probetas mín.
P235GH	1.0345	N		16	235	360 a 480	25 <sup>4)</sup>	0	27
			16	40	225				
			40	60	215				
			60	100	200	350 a 480	24		
			100	150	185	3)	3)		
	150			3)		3)			
P235GH	1.0425	N		16	265	410 a 530	23 <sup>5)</sup>	0	27
			16	40	255				
			40	60	245				
			60	100	215	400 a 530	22		
			100	150	200	3)	3)		
	150			3)		3)			
P235GH	1.0481	N		16	295	460 a 580	22	0	27
			16	40	290				
			40	60	285				
			60	100	260	440 a 570	21		
			100	150	235				

			150		3)	3)	3)		3)				
P235GH	1.0473	N		16	355	510 a 650	21	0	27				
			16	40	345								
			40	60	335								
			60	100	315	490 a 630	20						
			100	150	295	480 a 630							
			150		3)	3)							
16Mo3	1.5415	N <sup>6)</sup>		16	275	440 a 590	24	+ 20	31 <sup>7)</sup>				
			16	40	270								
			40	60	260								
			60	100	240	430 a 580	22						
			100	150	220	420 a 570							
			150		3)	3)							
13CrMo4-5	1.7335	N + T		16	300	450 a 600	20	+ 20	31 <sup>8)</sup>				
			16	60	295								
		N + T o QA o QL	60	100	275	440 a 590	19			+ 20	27 <sup>7)</sup>		
			100	150	255	430 a 580							
		QL			3)	3)	3)					+ 20	3)
			150										
10CrMo9-10	1.7380	N + T		16	310	480 a 630	18	+ 20	31				
			16	40	300								
			40	60	290								
		N + T o QA o QL	60	100	270	470 a 620	17			+ 20	27		
			100	150	250	460 a 610							
		QL			3)	3)	3)					+ 20	3)
150													
11CrMo9-10	1.7383	N + T o QA o QL		60	310	520 a 670	18	+ 20	31 <sup>8)</sup>				
			60	100									
		QL	60	100		17	+ 20			27 <sup>7)</sup>			

1. N = estado normalizado; QA = templado al aire; QL = templado en líquido; T = revenido.

2. Hasta que se consiga una armonización sobre el criterio de límite elástico, la determinación de  $R_{p0.2}$  puede reemplazar al  $R_{eH}$ . En este caso, los valores

a aplicar serán  $10\text{N/mm}^2$  por debajo del valor mínimo.

3. Por acuerdo.
4. Si para productos de espesor comprendido entre 2mm y 3mm, el alargamiento después d la fractura ha sido determinado en probetas del ensayo de tracción con una longitud  $L_0 = 80\text{mm}$  y un ancho de 20mm, se aplicará un valor mínimo de 19% para los productos de espesor entre 2mm y 2.5mm y de 20% para los productos de espesor entre 2.5 y 3mm.
5. Si para productos de espesor comprendido entre 2mm y 3mm, el alargamiento después d la fractura ha sido determinado en probetas del ensayo de tracción con una longitud  $L_0 = 80\text{mm}$  y un ancho de 20mm, se aplicará un valor mínimo de 17% para los productos de espesor entre 2mm y 2.5mm y de 18% para los productos de espesor entre 2.5 y 3mm.
6. Este acero también se puede suministrar con la condición N + T, según la conveniencia del fabricante.
7. Si se ha acordado un ensayo a  $0^\circ\text{C}$ , el valor mínimo a aplicar será de 24J.
8. Si se ha acordado un ensayo a  $0^\circ\text{C}$ , el valor mínimo a aplicar será de 27J.

**Tabla-4 Productos planos de acero para aplicaciones a presión con propiedades a altas temperaturas - Límite elástico convencional al 0.2% en N/mm<sup>2</sup> a temperatura elevada <sup>1)</sup>**

Tipos de acero Designación		Espesor del producto mm		Límite elástico convencional de R <sub>p0.2</sub> <sup>t</sup> al 0.2% mín. en N/mm <sup>2</sup> a la temperatura °C de:									
Simbólica	Númérica	mm por encima	hasta	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
P235GH	1.0345		60	206	190	180	170	150	130	1120	110	----	----
		60	100	191	175	165	160	140	125	115	105	----	----
		100	150	176	160	155	150	130	115	110	100	----	----
P265GH	1.0425		60	234	215	205	195	175	155	140	130	----	----
		60	100	207	195	185	175	160	145	135	125	----	----
		100	150	192	180	175	165	155	135	130	120	----	----
P295GH	1.0481		60	272	250	235	225	205	185	170	155	----	----
		60	100	249	230	220	210	195	180	165	145	----	----
		100	150	226	210	200	195	185	170	155	135	----	----
P355GH	1.0473		60	318	290	270	255	235	215	200	180	----	----
		60	100	298	270	255	240	220	200	190	165	----	----
		100	150	278	250	240	230	210	195	175	155	----	----
16Mo3	1.5415		60	----	----	----	215	200	170	160	150	145	140
		60	100	----	----	----	200	185	165	155	145	140	135
		100	150	----	----	----	190	175	155	145	140	135	130
13CrMo4-5	1.7335		60	----	----	----	230	220	205	190	180	170	165
		60	100	----	----	----	220	210	195	185	175	165	160
		100	150	----	----	----	210	200	185	175	170	160	155
10CrMo9-10	1.7380		60	----	----	----	245	230	220	210	200	190	180
		60	100	----	----	----	225	220	210	195	185	175	165
		100	150	----	----	----	215	205	195	185	175	165	155
11CrMo9-10	1.7383		100	----	----	----	----	255	235	225	215	205	195

1) Los valores del límite elástico convencional al 0.2% que figuran en esta tabla no se han calculado por los métodos recogidos en la Norma ISO 2605-1.

En el siguiente anexo se incluyen, para información de los utilizadores, valores de referencia de la resistencia a fluencia a temperaturas elevadas. Los valores indicados en la siguiente tabla tienen carácter informativo. Sin embargo, son obligatorios en los cálculos si son mencionados en la reglamentación. Las indicaciones relativas a los valores de alargamiento al 1% o de resistencia a la fluencia hasta las temperaturas indicadas en la tabla no significan que los aceros puedan mantenerse en servicio a dichas temperaturas. El criterio rige la sollicitación total en servicio y, en general, las condiciones de oxidación.

**Tabla 5 Productos planos de acero para aplicaciones a presión con propiedades a altas temperaturas - Datos provisionales de referencia de los valores de resistencia a la fluencia a temperatura elevada <sup>1)</sup>**

Tipo de acero Designación		Temperatura	Carga unitaria que da un alargamiento de fluencia del 1% después de <sup>2)</sup>		Resistencia a la fluencia a temperatura elevada después de <sup>3)</sup>		
			10000h N/mm <sup>2</sup>	100000h N/mm <sup>2</sup>	10000h N/mm <sup>2</sup>	100000h N/mm <sup>2</sup>	200000h N/mm <sup>2</sup>
Simbólica	Numérica						
P235GH	1.0345	380	164	118	229	165	145
P265GH	1.0425	390	150	106	211	148	129
		400	136	95	191	132	115
		410	124	84	174	118	101
		420	113	73	158	103	89
		430	101	65	142	91	78
		440	91	57	127	79	67
		450	80	49	113	69	57
		460	72	42	100	59	48
		470	62	35	86	50	40
		480	53	30	75	42	33

1. Los valores que figuran en esta tabla son valores medios de una gama de dispersión obtenida hasta ahora y que deben comprobarse periódicamente con resultados de nuevos ensayos y, si procede, corregirse. Según los documentos actualmente disponible sobre ensayos de fluencia a temperatura elevada, se puede suponer que para las temperaturas y los tipos de acero considerados, el límite inferior de dispersión se sitúa en un 20% por debajo de los valores medios indicados.
2. Carga unitaria, tensión que produce un alargamiento de 1% después de 10000h ó de 100000h.
3. Carga unitaria que produce la rotura al cabo de 10000, 100000 ó 200000h.

**Tabla 6. Productos planos de acero para aplicaciones a presión con propiedades a altas temperaturas - Datos provisionales de referencia de los valores de resistencia a la fluencia a temperatura elevada <sup>1)</sup>**

Tipo de acero Designación		Temperatura	Carga unitaria que da un alargamiento de fluencia del 1% después de <sup>2)</sup>		Resistencia a la fluencia a temperatura elevada después de <sup>3)</sup>		
Simbólica	Númerica		10000h N/mm <sup>2</sup>	100000h N/mm <sup>2</sup>	10000h N/mm <sup>2</sup>	100000h N/mm <sup>2</sup>	200000h N/mm <sup>2</sup>
P295GH P355GH	1.0481 1.0473	380	195	153	291	227	206
		390	182	137	266	203	181
		400	167	118	243	179	157
		410	150	105	221	157	135
		420	135	92	200	136	115
		430	120	80	180	117	97
		440	107	69	161	100	82
		450	93	59	143	85	70
		460	83	51	126	73	60
		470	71	44	110	63	52
		480	63	38	96	55	4
		490	55	33	84	47	37
		500	49	29	74	41	30
16Mo3	1.5415	450	216	167	298	239	217
		460	199	146	273	208	188
		470	182	126	247	178	159
		480	166	107	222	148	130
		490	149	89	196	123	105
		500	132	73	171	101	84
		510	115	59	147	81	69
		520	99	46	125	66	55
13CrMo4-5	1.7335	450	245	191	370	285	260
		460	228	172	348	251	226
		470	210	152	328	220	195
		480	193	133	304	190	167
		490	173	116	273	163	139
		500	157	98	239	137	115
		510	139	83	209	116	96
		520	122	70	179	94	76
		530	106	57	154	78	62
		540	90	46	129	61	50
		550	76	36	109	49	39
10Cr-Mo9-10	1.7380	450	240	166	306	221	201
		460	219	155	286	205	186
		470	200	145	264	188	169
		480	180	130	241	170	152
		490	163	116	219	152	136

		500	147	103	196	135	120
		510	132	90	176	118	105
		520	119	78	156	103	91
		530	107	68	138	90	79
		540	94	58	122	78	68
		550	83	49	108	68	58
		560	73	41	96	58	50
		570	65	35	85	51	43
		580	57	30	75	44	37
		590	50	26	68	38	32
		600	44	22	61	34	28
11CrMo9-10	1.7383	450				221	
		460				205	
		470				188	
		480				170	
		490				152	
		500				135	
		510				118	
		520				103	
<p>1. Los valores que figuran en esta tabla son valores medios de una gama de dispersión obtenida hasta ahora y que deben comprobarse periódicamente con resultados de nuevos ensayos y, si procede, corregirse. Según los documentos actualmente disponible sobre ensayos de fluencia a temperatura elevada, se puede suponer que para las temperaturas y los tipos de acero considerados, el límite inferior de dispersión se sitúa en un 20% por debajo de los valores medios indicados.</p> <p>2. Carga unitaria, tensión que produce un alargamiento de 1% después de 10000H ó de 100000h.</p> <p>3. Carga unitaria que produce la rotura al cabo de 10000, 100000 ó 200000h.</p>							

### **3. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO PARA APLICACIONES A PRESIÓN. ACEROS SOLDABLES DE GRANO FINO EN ESTADO NORMALIZADO. UNE-EN 10028-3: 1992.**

Se especifican las características de los productos planos de acero de grano fino para el soldeo y que se utilizarán para aplicaciones a presión. Se entiende por "aceros de grano fino" los que tienen un tamaño de grano ferrítico igual a 6 o más fino, determinado mediante ensayos definidos en la Euronorma 103. También son aplicables las características de la Norma EN 10028-1.

#### **Medidas y tolerancias**

Véase la Norma EN 10028-1.

### Composición química

**Tabla 7 Aceros soldables de grano fino en estado normalizado para aplicaciones a presión - Composición química (análisis de colada)**

Tipo de acero		Clase <sup>1)</sup>	% por masa <sup>2)</sup>														
Designación			C	Si máx	Mn	P máx	S máx	Al mín.	Cr máx.	Cu <sup>3)</sup> máx	Mo máx.	N máx.	Nb máx	Ni máx	Ti máx	V máx	Nb+ Ti+ V max
Simból.	Numér.																
P275N	1.0486	UQ	0.18	0.40	0.50 a 1.40	0.030	0.025	0.020 <sub>2)</sub>	0.30 <sub>3)</sub>	0.30 <sub>3)</sub>	0.08 <sub>3)</sub>	0.020	0.05	0.50	0.03	0.05	0.05
P275NH	1.0487	UQ															
P275NL1	1.0488	UQ	0.16		0.50 a 1.50	0.030	0.020										
P275NL2	1.1104	UE															
P355N	1.0562	UQ	0.20	0.50	0.90 a 1.70	0.030	0.025	0.020 <sub>2)</sub>	0.30 <sub>3)</sub>	0.3 <sub>3)</sub>	0.08 <sub>3)</sub>	0.020	0.05	0.50	0.03	0.10	0.12
P355NH	1.0565	UQ															
P355NL1	1.0566	UQ	0.18			0.030	0.020										
P355NL2	1.1106	UE															
P460N	1.8905	LE	0.20	0.60	1.00 a 1.70	0.030	0.025	0.020 <sub>2)</sub>	0.30	0.70 <sub>4)</sub>	0.10	0.025	0.05	0.50	0.03	0.20	0.22
P460NH	1.8935	LE															
P460NL1	1.8915	LE															
P460NL2	1.8918	LE															

1. UQ = acero no aleado de calidad; UE = acero especial no aleado; LE = acero especial aleado.  
2. Si el nitrógeno es adicionalmente fijado por niobio, titanio o vanadio, no se aplicará el contenido mínimo de aluminio en la especificación.  
3. La suma de los porcentajes en masa de cromo, cobre y molibdeno no deberá ser superior al 0.45%.  
4. Si el porcentaje en masa de cobre es superior al 0.30%, el porcentaje en masa del níquel será al menos la mitad del porcentaje en masa del cobre.

**Tabla 8 Aceros soldables de grano fino en estado normalizado para aplicaciones a presión - Desviaciones admisibles para la composición química en el análisis sobre producto respecto a los valores del análisis de colada**

<b>Elemento</b>	<b>Valores del análisis de colada según la tabla de composición química % en masa</b>	<b>Desviación admisible<sup>1)</sup> en el análisis sobre producto respecto a los valores del análisis de colada como figuran en la tabla de composición química % en masa</b>
C	$\leq 0.20$	+ 0.02
Si	$\leq 0.60$	+ 0.05
Mn	$\leq 0.170$	+ 0.10
		- 0.05
P	$\leq 0.030$	+ 0.005
S	$\leq 0.015$	+ 0.003
	$> 0.015$ a $\leq 0.025$	- 0.005
Al	$\geq 0.002$	+ 0.005
Cr	$\leq 0.30$	+ 0.05
Cu	$\leq 0.30$	+ 0.05
	$> 0.30 \leq 0.70$	+ 0.07
Mo	$\leq 0.10$	+ 0.03
N	$\leq 0.025$	+ 0.002
Nb	$\leq 0.05$	+ 0.01
Ni	$\leq 0.80$	+ 0.05
Ti	$\leq 0.03$	+ 0.01
V	$\leq 0.20$	+ 0.02

1) En el caso que se efectúen varios análisis sobre producto en una misma colada y se encuentren para un mismo elemento, contenidos situados fuera de los límites de composición admisibles, sólo se permitirán desviaciones bien por encima del límite superior, bien por debajo del límite inferior, pero no ambas desviaciones simultáneamente.

**Tabla 9 Aceros soldables de grano fino en estado normalizado para aplicaciones a presión - Valor máximo de carbono equivalente (si se acuerda al hacer el pedido)**

Tipo de acero		Máximo carbono equivalente para espesor nominal en mm		
		≤ 63	> 63 a ≤ 100	> 100 a ≤ 150
Designación		≤ 63	> 63 a ≤ 100	> 100 a ≤ 150
Simbólica	Numérica			
P275N	1.0486	0.40	0.40	0.42
P275NH	1.0487			
P275NL1	1.0488			
P275NL2	1.1104			
P355N	1.0562	0.43	0.45	0.45
P355NH	1.0565			
P355NL1	1.0566			
P355NL2	1.1106			
P460N	1.8905	----	----	----
P460NH	1.8935			
P460NL1	1.8915			
P460NL2	1.8918			
1. Carbono equivalente: $CEV = C + (Mn/6) + ((Cr+Mo+V)/5) + ((Ni+Cu)/15)$ . 2. Si se acuerda al hacer el pedido, se aplicará el siguiente requisito en vez del carbono equivalente: $V+Nb+Ti \leq 0.22\%$ ; $Mo+Cr \leq 0.30\%$ .				

- **Características mecánicas**

Se aplicarán los valores indicados en las tres tablas siguientes. Hay que señalar que los valores para el carbono equivalente están relacionados con las características mecánicas especificadas para cada estado de suministro.

**Tabla 10 Aceros soldables de grano fino en estado normalizado para aplicaciones a presión - Características mecánicas en el ensayo de tracción a temperatura ambiente**

Tipo de acero		Estado normal de suministro	Límite elástico $R_{eH}$ <sup>1)</sup> mínimo, en N/mm <sup>2</sup> para un espesor del producto en mm						Resistencia a la tracción $R_m$ en N/mm <sup>2</sup> para un espesor de producto en mm				Alargamiento A mínimo después de rotura, en % ( $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$ ) para producto de espesor en mm			
			≤ 16	>16 ≤ 35	>35 ≤ 50	>50 ≤ 70	>70 ≤ 100	>100 ≤ 150	>150	≤ 70	>70 ≤ 100	>100 ≤ 150	>150	≤ 70	>70 ≤ 150	>150
Designación																
Simbó.	Numér.															
P275N	1.0486	Normalizado	275	275	265	255	235	225	2)	390-510	370-490	350-470	2)	24	23	2)
P275NH	1.0487															
P275NL1	1.0488															
P275NL2	1.1104															
P355N	1.0562	Normalizado	355	355	345	325	315	295	2)	490-630	470-610	450-590	2)	22	21	2)
P355NH	1.0565															
P355NL1	1.0566															
P355NL2	1.1106															
P460N	1.8905	Normalizado	460	450	440	420	400	380	2)	570-720 <sup>4)</sup>	540-710	520-690	2)	17	16	2)
P460NH	1.8935															
P460NL1	1.8915															
P460NL2	1.8918															

1. Hasta que se consiga una armonización sobre el criterio del límite elástico, la determinación del  $R_{p0.2}$  puede reemplazar al  $R_{eH}$ . En este caso, el  $R_{p0.2}$  será 10N/mm<sup>2</sup> inferior al  $R_{eH}$  para valores menores de 355N/mm<sup>2</sup> y 15N/mm<sup>2</sup> para valores de  $R_{eH}$  mayores de 355N/mm<sup>2</sup>.

2. Por acuerdo.

3. Para espesores ≤ 16mm, se admite un valor máximo de 730N/mm<sup>2</sup>.

Para los aceros de la serie tenaz a bajas temperaturas y de la serie de tenacidad especial, se puede convenir al hacer el pedido que se cumplan los valores mínimos del límite convencional al 0.2% recogidos en la siguiente tabla para la serie resistente a la fluencia a altas temperaturas.

**Tabla 11 Aceros soldables de grano fino en estado normalizado para aplicaciones a presión - Valores mínimos de la energía absorbida en el ensayo de flexión por choque KV (aplicable a probetas con entalla en V)**

Tipo de acero	Estado de suministro	Espesor del producto	Valor mínimo de la energía de rotura en J determinado sobre probeta longitudinal   transversal a la temperatura de ensayo en °C									
			-50	-40	-20	0	+20	-50	-40	-20	0	+20
P....N P....NH	Normalizado	5 a 150 <sup>1)</sup>	----	----	40	47	55	----	----	20	27	31
P....NL1			27	34	47	55	63	16	20	27	34	40
P....NL2			30	40	65	90	100	27	30	40	60	70
1) Para espesores de productos hasta 10mm.												

**Tabla 12 Aceros soldables de grano fino en estado normalizado para aplicaciones a presión - Límite elástico convencional al 0.2% temperatura elevada <sup>1)</sup>**

Tipos de acero Designación		Espesor del producto mm	Límite elástico convencional de $R_{p0.2}^t$ al 0.2% mín. en $N/mm^2$ a la temperatura $^{\circ}C$ de:							
Simbólica	Numérica		50	100	150	200	250	300	350	400
P275NH	1.0487	$\leq 35$	264	245	226	196	177	147	127	108
		$> 35 \text{ a } \leq 70$	247	235	216					
		$> 7 \text{ a } \leq$	229	216	196	176	157	127	108	88
		$> 100 \text{ a } \leq 150$	214	196	176	157	137	108	88	69
P355NH	1.0565	$\leq 35$	336	304	284	245	226	216	196	167
		$> 35 \text{ a } \leq 70$	313	294	275					
		$> 7 \text{ a } \leq$	300	275	255	235	216	196	177	147
		$> 100 \text{ a } \leq 150$	280	255	235	216	196	177	157	127
P460NH	1.8935	$\leq 35$	----	402	373	333	314	294	265	235
		$> 35 \text{ a } \leq 70$	----	392	363					
		$> 7 \text{ a } \leq$	----	373	343	324	294	275	245	216
		$> 100 \text{ a } \leq 150$	----	353	324	304	275	255	226	196

1) Los valores del límite elástico convencional al 0.2% que figuran en esta tabla no se han calculado por los métodos recogidos en la Norma ISO 2605-1.

#### **4. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO PARA APLICACIONES A PRESIÓN. ACEROS SOLDABLES DE GRANO FINO, LAMINADOS TERMOMECANICAMENTE. UNE-EN 10028-5: 1992.**

Se especifican las características de los productos planos para recipientes a presión fabricados con los aceros laminados termomecánicamente. Estos aceros no son aptos para conformado en caliente. Por el momento no hay datos que permitan normalizar las características de estos aceros a temperaturas elevadas. Si se pretende utilizarlos a estas temperaturas, las condiciones correspondientes deben ser objeto de acuerdo específico entre las partes.

- **Medidas y tolerancias**

Véase la Norma EN 10028-1.

- **Composición química**

**Tabla 13 Aceros soldables de grano fino, laminados termomecánicamente para aplicaciones a presión- Composición química (análisis de colada)**

Tipo de acero																	
Designación		C máx.	Si máx	Mn máx.	P máx	S máx	Al <sub>tot</sub> <sup>2)</sup> mín.	Mo <sup>4)</sup> máx.	N máx.	Nb <sup>5)</sup> máx	Ni máx	Ti <sup>5)</sup> máx	V <sup>5)</sup> máx	Otros			
Simbólica	Numérica																
P355M	1.8821	0.14	0.50	1.60	0.025	0.020	0.020 <sup>3)</sup>	0.20	0.015	0.05	0.50	0.05	0.10	4)			
P355ML1	1.8832				0.020	0.015											
P355ML2	1.8833				0.020	0.015											
P420M	1.8824	0.16	0.50	1.70	0.025	0.020			0.020						0.05	0.05	0.10
P420ML1	1.8835				0.020	0.015											
P420ML2	1.8828				0.020	0.015											
P460M	1.8826	0.16	0.60	1.70	0.025	0.020			0.020						0.05	0.05	0.10
P460ML1	1.8837				0.020	0.015											
P460ML2	1.8831				0.020	0.015											

1. Los elementos que no figuran en esta tabla no se adicionarán al acero salvo acuerdo previo, excepto que sean necesarios para acabar de colar. Se tomarán las medidas precisas para prevenir la incorporación, a partir de las materias primas utilizadas en la fabricación (chatarras), de todos los elementos susceptibles de afectar a las características mecánicas y al rendimiento del proceso y en las aplicaciones del acero.
2. Se debe determinar el contenido de Al en la colada e indicarlo en el certificado de ensayo.
3. El valor mínimo para el Al<sub>tot</sub> no se aplican si están presentes contenidos adecuados de otros elementos fijadores de nitrógeno.
4.  $(Cr+Cu+Mo) \leq 0.60\%$ .
5. El total de V+Nb+Ti no debe exceder del 0.15%.

**Tabla 14 Aceros soldables de grano fino, laminados termomecánicamente para aplicaciones a presión - Desviaciones admisibles para la composición química en el análisis sobre producto respecto a los valores del análisis de colada**

Elemento	Valores especificados para el análisis de colada según la tabla de composición química % en masa	Desviación admisible en el análisis sobre producto respecto a los valores del análisis de colada como figuran en la tabla de composición química % en masa
C	≤ 0.16	+ 0.02
Si	≤ 0.60	+ 0.06
Mn	≤ 1.70	+ 0.10
P	≤ 0.025	+0.005
S	≤ 0.015	+ 0.003
	≤ 0.020	+ 0.005
Al	≥ 0.020	- 0.005
N	≤ 0.020	+ 0.002
Mo	≤ 0.20	+ 0.03
Nb	≤ 0.05	+ 0.01
Ni	≤ 0.50	+ 0.05
Ti	≤ 0.05	+ 0.01
V	≤ 0.10	+ 0.01
Cr+Cu+Mo	≤ 0.60	+ 0.10
V+Nb+Ti	≤ 0.15	+ 0.03

**Tabla 15 Aceros soldables de grano fino, laminados termomecánicamente para aplicaciones a presión - Valor máximo de carbono equivalente en el análisis de colada**

Tipo y grado de acero	Carbono equivalente CEV <sup>1)</sup> %máx. Para espesores de producto especificado, en mm		
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63
	P355M / ML1 / ML2	0.39	0.39
P420M / ML1 / ML2	0.43	0.45	0.46
P460M / ML1 / ML2	0.45	0.46	0.47

1. Carbono equivalente:  $CEV = C + (Mn/6) + ((Cr+Mo+V)/5) + ((Ni+Cu)/15)$ .

- Características mecánicas

**Tabla 16 Aceros soldables de grano fino, laminados termomecánicamente para aplicaciones a presión - Características mecánicas a temperatura ambiente**

Tipo de acero		Límite elástico $R_{eH}^{1)}$ mínimo, en $N/mm^2$ para un espesor del producto especificado en mm			Resistencia a la tracción $R_m$ $N/mm^2$	Alargamiento de rotura ( $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$ ) A % mín.
		Designación	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$		
Simbó.	Numér.	N/mm <sup>2</sup> mín.				
P355M	1.8821	355			450 a 610	22
P355ML1	1.8832					
P355NL2	1.8833					
P420M	1.8824	420	400	390	500 a 660	19
P420ML1	1.8835					
P420ML2	1.8828					
P460M	1.8826	460	440	430	530 a 720	17
P460ML1	1.8837					
P460ML2	1.8831					

1) Debe determinar el límite elástico superior ( $R_{eH}$ ), o si este no es pronunciado, el límite al 0.2% de profundidad ( $R_{p0.2}$ )

**Tabla 17 Aceros soldables de grano fino, laminados termomecánicamente para aplicaciones a presión - Energía de rotura absorbida en flexión por choque (válida para probetas transversales con entalla en V)**

Tipo de acero de las series siguientes	Valor mínimo de la energía de rotura en J a una temperatura de ensayo en °C de				
	- 50	- 40	- 20	0	+ 20
P...M			27	40	60
P...ML1		27	40	60	
P...ML2	27	40	60	80	

**5. ACEROS PARA APARATOS A PRESIÓN SIMPLES. CHAPAS, BANDAS Y BARRAS. UNE 36-029; 1992. EN 10207.**

Productos planos y barras de acero que deben satisfacer las especificaciones de las partes a presión en los recipientes a presión simples definidos en la Directiva 87/404 de la CEE.

- **Medidas y tolerancias**

Las medidas nominales y las tolerancias admisibles de los productos deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido, tomando como base las siguientes Normas dimensionales:

- Para productos planos laminados en caliente de espesor igual o superior a 3mm, se aplicarán las tolerancias en espesor de clase B definidas en la Norma Europea EN 10029.
- Para:
  - las bandas (en bobinas), laminadas en continuo, de anchura de laminación igual o superior a 600mm;
  - los flejes laminados en caliente, obtenidos por corte longitudinal a anchuras inferiores a 600mm de bandas más anchas;
  - las bandas suministradas en forma de "chapas cortadas", laminadas en caliente y de espesor inferior a 3mm, se aplicará la Norma EN 10051.
- Para flejes laminados en caliente, (anchura de laminación inferior a 600mm, se aplicará la EN 10048)

- **Composición química**

La composición química, establecida por un análisis de colada, estará conforme con lo especificado en la siguiente tabla:

**Tabla 18 Aceros para aparatos a presión simples, chapas, bandas y barras -  
Composición química (análisis de colada) y clasificación de los aceros**

Designación del acero		Clasificación <sup>1)</sup>	% C máx.	% Si máx.	% Mn	% P máx.	% S máx.	% Al <sub>total</sub> mín. <sup>2)</sup>
Simbólica	Numérica							
P235S	1.0112	UQ	0.16	0.35	0.40 a 1.20	0.035	0.030	0.020
P265S	1.0130	UQ	0.20	0.40	0.50 a 1.50	0.035	0.030	0.020
P275SL	1.1100	US	0.16	0.40	0.50 a 1.50	0.035	0.025	0.020

1. UQ = acero no aleado de calidad; US = acero no aleado especial.  
2. Si se añaden otros elementos fijadores de nitrógeno, no se aplica el mínimo de aluminio total. Los contenidos en estos elementos deben figurar en el documento de inspección.

**Tabla 19 Aceros para aparatos a presión simples chapas, bandas y barras -  
Desviaciones admisibles de los resultados del análisis sobre producto  
respecto a los valores límite inferiores o superiores especificados en la tabla  
de composición química para el análisis de colada**

Elemento	Valor límite especificado en la tabla de composición química para el análisis de colada % en masa	Desviación admisible <sup>1)</sup> para el análisis sobre producto respecto al valor límite para el análisis de colada especificado en la tabla de composición química % en masa
C	≤ 0.20	+ 0.02
Si	≤ 0.40	+ 0.05
Mn	≤ 1.00	± 0.05
	1.00 a ≤ 1.50	± 0.10
P	≤ 0.035	+ 0.005
S	≤ 0.030	+ 0.005
Al	≤ 0.020	- 0.005

1) Si para una misma colada, se realizan varios análisis sobre producto y si, para un mismo elemento, se obtienen valores fuera del intervalo admitido para la composición química definida para el análisis de colada, estas desviaciones sólo pueden autorizarse por encima del máximo o por debajo del mínimo, pero en ningún caso en ambos sentidos a la vez para una misma colada.

**Tabla 20 Aceros para aparatos a presión simples chapas, bandas y barras - Características mecánicas**

Designación del acero/		R <sub>e</sub> mín. <sup>1)</sup> para un espesor nominal, en mm de			R <sub>m</sub> <sup>1)</sup> N/mm <sup>2</sup>	KV <sub>long</sub> <sup>1)</sup>		A <sub>long</sub> , mín. <sup>1) 2)</sup>			
								L <sub>0</sub> = 80mm		L <sub>0</sub> = 5.65 √ S <sub>0</sub>	
Simból.	Numér.	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 60	a °C	mín. J	Para un espesor nominal en mm de				
		N/mm <sup>2</sup>					> 2 ≤ 2.5	> 2.5 < 3	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 60	%
P235S	1.0112	235	225	215	360 a 480	- 20	28	20	21	26	25
P265S	1.0130	265	255	245	410 a 530	- 20	28	17	18	22	22
P275SL	1.1100	275	265	255	390 a 510	- 50	28	19	20	24	24

1. R<sub>e</sub> = Límite elástico; R<sub>m</sub> = resistencia a la tracción; A<sub>long</sub> mín. = Alargamiento de rotura (valores mínimos) para probetas de tracción longitudinales; L<sub>0</sub> = Longitud inicial entre puntos; S<sub>0</sub> = área de la sección inicial de la parte calibrada; KV<sub>long</sub> = energía mínima de rotura de flexión por choque obtenida con una probeta Charpy en V longitudinal.

2. Si para productos planos cuya anchura de laminación sea igual o superior a 600mm, se ensayan probetas transversales, los valores mínimos de alargamiento de rotura son dos unidades inferiores a los valores especificados en la tabla de probetas longitudinales.

**Tabla 21 Aceros para aparatos a presión simples chapas, bandas y barras - Límite elástico convencional al 0.2% a alta temperatura**

Designación del acero		Espesor del producto en mm	Límite elástico convencional al 0.2% a:				
			100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
Simbólica	Número		N/mm <sup>2</sup> mín.				
P235S	1.0112	≤ 60	171	162	153	135	117
P265S	1.0130	≤ 60	194	185	176	158	140
P275SL	1.1100	≤ 40	221	203	176	159	132
		> 40 ≤ 60	212	194	176	159	132

## Anexo 6

### A.2 Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

Los productos de acero de acuerdo con la tabla A.2-1 deberán cumplir los requisitos para piezas a presión de recipientes a presión cubiertas por esta norma europea. Estas referencias en esta tabla no incluyen la fecha de la norma, pero son referencias con fecha según lo indicado en el capítulo 2.

Tabla A.2-1  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1 No	2 Forma del producto	3 Norma europea	4 Descripción del material	5 Grado	6 Número del material	7 Tratamiento térmico <sup>a</sup>	8 Espesor en mm		9 Grupo de materiales según CR ISO 15608	10 Notas:
							mín.	máx.		
1	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	P235GH	1.0345	N	0	150	1.1	a
2	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	P265GH	1.0425	N	0	150	1.1	a
3	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	P295GH	1.0481	N	0	150	1.2	a
4	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	P355GH	1.0473	N	0	150	1.2	a
5	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	16Mo3	1.5415	N	0	150	1.1	a, f
6	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	60	5.1	a
7	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT	60	100	5.1	a
8	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	13CrMo4-5	1.7335	QT	100	150	5.1	a
9	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	10CrMo9-10	1.7380	NT	0	60	5.2	a
10	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	10CrMo9-10	1.7380	NT, QT	60	100	5.2	a
11	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	10CrMo9-10	1.7380	QT	100	150	5.2	a
12	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	10CrMo9-10	1.7383	NT, QT	0	60	5.2	a
13	chapa y fleje	EN 10028-2	propiedades a temperaturas elevadas	10CrMo9-10	1.7383	QT	60	100	5.2	a
14	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P275N	1.0486	N	0	150	1.1	a
15	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P275NH	1.0487	N	0	150	1.1	a
16	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P275NL1	1.0488	N	0	150	1.1	a
17	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P275NL2	1.1104	N	0	150	1.1	a
18	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P355N	1.0562	N	0	150	1.2	a
19	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P355NH	1.0563	N	0	150	1.2	a
20	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P355NL1	1.0566	N	0	150	1.2	a

(Continúa)

Tabla A.2-1  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
							Espesor en mm			
No	Forma del producto	Norma europea	Descripción del material	Grado	Número del material	Tratamiento térmico <sup>a</sup>	mín.	máx.	Grupo de materiales según CR ISO 15608	Notas:
21	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P355NL2	1.1106	N	0	150	1.2	a
22	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P460N	1.8905	N	0	150	1.3	a
23	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P460NH	1.8935	N	0	150	1.3	a
24	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P460NL1	1.8915	N	0	150	1.3	a
25	chapa y fleje	EN 10028-3	acero de grano fino normalizado	P460NL2	1.8918	N	0	150	1.3	a
26	chapa y fleje	EN 10028-4	propiedades a temperaturas bajas	11MnNi5-3	1.6212	N, NT	0	50	9.1	a
27	chapa y fleje	EN 10028-4	propiedades a temperaturas bajas	13MnNi6-3	1.6217	N, NT	0	50	9.1	a
28	chapa y fleje	EN 10028-4	propiedades a temperaturas bajas	15NiMn6	1.6228	N, NT, QT	0	50	9.1	a
29	chapa y fleje	EN 10028-4	propiedades a temperaturas bajas	12Ni14	1.5637	N, NT, QT	0	50	9.2	a
30	chapa y fleje	EN 10028-4	propiedades a temperaturas bajas	12Ni19	1.5680	N, NT, QT	0	50	9.2	a
31	chapa y fleje	EN 10028-4	propiedades a temperaturas bajas	X8Ni9	1.5662	N, NT, QT	0	50	9.3	a
32	chapa y fleje	EN 10028-4	propiedades a temperaturas bajas	X7Ni9	1.5663	QT	0	50	9.3	a
33	chapa y fleje	EN 10028-5	acero de grano fino, laminado termomecánicamente	P355M	1.8821	M	0	30	1.2	a, g
34	chapa y fleje	EN 10028-5	acero de grano fino, laminado termomecánicamente	P355ML1	1.8832	M	0	30	1.2	a, g
35	chapa y fleje	EN 10028-5	acero de grano fino templado	P355ML2	1.8833	M	0	30	1.2	a, g
36	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino, laminado termomecánicamente	P355Q	1.8866	QT	0	150	1.2	a
37	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P355QH	1.8867	QT	0	150	1.2	a
38	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P355QL1	1.8868	QT	0	150	1.2	a
39	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P355QL2	1.8869	QT	0	150	1.2	a
40	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P460Q	1.8870	QT	0	150	3.1	a
41	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P460QH	1.8871	QT	0	150	3.1	a

(Continúa)

Tabla A.2-1  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
							Espesor en mm			
No	Forma del producto	Norma europea	Descripción del material	Grado	Número del material	Tratamiento térmico <sup>a</sup>	mín.	máx.	Grupo de materiales según CR ISO 15608	Notas:
42	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P460QL1	1.8672	QT	0	150	3.1	a
43	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P460QL2	1.8864	QT	0	150	3.1	a
44	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P500Q	1.8573	QT	0	150	3.1	a
45	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P500QH	1.8874	QT	0	150	3.1	a
46	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P500QL1	1.8875	QT	0	150	3.1	a
47	chapa y fleje	EN 10028-6	acero de grano fino templado	P500QL2	1.8865	QT	0	150	3.1	a
48	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiN18-7	1.4318	AT	0	75	8.1	a
49	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	75	8.1	a
50	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	75	8.1	a
51	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	75	8.1	a
52	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	75	8.1	a
53	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X5CrNiN19-9	1.4315	AT	0	75	8.1	a
54	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	75	8.1	a
55	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X6CrNi23-13	1.4950	AT	0	75	8.2	a
56	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X6CrNi25-20	1.4951	AT	0	75	8.2	a
57	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	75	8.1	a
58	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	75	8.1	a
59	<del>chapa y fleje</del>	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	<del>X2CrNiMo17-12-2</del>	<del>1.4404</del>	<del>AT</del>	0	75	8.1	a
60	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0	75	8.1	a
61	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	75	8.1	a
62	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	75	8.1	a
63	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	75	8.1	a
64	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	75	8.1	a

(Continúa)



Tabla A.2-1  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1 No	2 Forma del producto	3 Norma europea	4 Descripción del material	5 Grado	6 Número del material	7 Tratamiento térmico <sup>a</sup>	8 Espesor en mm		9 Grupo de materiales según CR ISO 15608	10 Notas:
							mín.	máx.		
87	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico-ferroso, especial	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	75	10.2	a, d
88	chapa y fleje	EN 10028-7	acero inoxidable, austenítico-ferroso, especial	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	75	10.2	a, d
89	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	250	8.1	a
90	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	250	8.1	a
91	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNi18-10	1.4311	AT	0	250	8.1	a
92	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	250	8.1	a
93	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	250	8.1	a
94	barra X	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	250	8.1	a
95	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0	250	8.1	a
96	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	250	8.1	a
97	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	250	8.1	a
98	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	250	8.1	a
99	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	250	8.1	a
100	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo17-13-5	1.4439	AT	0	250	8.1	a
101	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	250	8.2	a
102	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	250	8.1	a
103	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	250	8.1	a
104	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	250	8.1	a
105	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	250	8.1	a
106	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	250	8.2	a
107	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	250	8.2	a
108	barra	EN 10272	acero inoxidable, austenítico	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4520	AT	0	250	8.2	a

(Continúa)



Tabla A.2-1  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1 No	2 Forma del producto	3 Norma europea	4 Descripción del material	5 Grado	6 Número del material	7 Tratamiento térmico <sup>b</sup>	8 Espesor en mm		9 Grupo de materiales según CR ISO 15608	10 Notas:
							min.	máx.		
132	barra	EN 10269	elementos de fijación	C35E	1.1181	QT	0	150	-	a, e
133	barra	EN 10269	elementos de fijación	C45E	1.1191	N	0	60	-	a, e
134	barra	EN 10269	elementos de fijación	C45E	1.1191	QT	0	150	-	a, e
135	barra	EN 10269	elementos de fijación	35B2	1.5511	QT	0	150	-	a, e
136	barra	EN 10269	elementos de fijación	20Mn5	1.1133	N	0	150	-	a, e
137	barra	EN 10269	elementos de fijación	25CrMo4	1.7218	QT	0	150	-	a, e
138	barra	EN 10269	elementos de fijación	42CrMo4	1.7226	QT	0	60	-	a, e
139	barra	EN 10269	elementos de fijación	42CrMo5-6	1.7235	QT	0	150	-	a, e
140	barra	EN 10269	elementos de fijación	40CrMoV4-6	1.7711	QT	0	100	-	a, e
141	barra	EN 10269	elementos de fijación	21CrMoV5-7	1.7709	QT	0	160	-	a, e
142	barra	EN 10269	elementos de fijación	20CrMoVTiB-10	1.7729	QT	0	160	-	a, e
143	barra	EN 10269	elementos de fijación	X15CrMo5-1	1.7390	NT, QT	0	160	-	a, e
144	barra	EN 10269	elementos de fijación	X22CrMoV12-1	1.4923	QT1	0	160	-	a, e
145	barra	EN 10269	elementos de fijación	X12CrNiMoV12-3	1.4938	QT	0	160	-	a, e
146	barra	EN 10269	elementos de fijación	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	160	-	a, e
147	barra	EN 10269	elementos de fijación	X2CrNi18-9	1.4307	C700	0	35	-	a, e
148	barra	EN 10269	elementos de fijación	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	160	-	a, e
149	barra	EN 10269	elementos de fijación	X5CrNi18-10	1.4301	C700	0	35	-	a, e
150	barra	EN 10269	elementos de fijación	X4CrNi18-12	1.4303	AT	0	160	-	a, e
151	barra	EN 10269	elementos de fijación	X4CrNi18-12	1.4303	C700	0	35	-	a, e
152	barra	EN 10269	elementos de fijación	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	160	-	a, e
153	barra	EN 10269	elementos de fijación	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C700	0	35	-	a, e
154	barra	EN 10269	elementos de fijación	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	160	-	a, e

(Continúa)



Tabla A.2-1  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1 No	2 Forma del producto	3 Norma europea	4 Descripción del material	5 Grado	6 Número del material	7 Tratamiento térmico <sup>b</sup>	8 Espesor en mm		9 Grupo de materiales según CR ISO 15608	10 Notas:
							mín.	máx.		
178	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	20MnNb6	1.0471	N	0	60	1.2	a
179	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	16Mo3	1.5415	N	0	60	1.2	a, c
180	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	8MoB5-4	1.5450	N	0	16	1.3	a
181	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	14MoV6-3	1.7715	NT, QT <sup>e</sup>	0	60	6.1	a
182	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	10CrMo5-5	1.7338	NT, QT <sup>e</sup>	0	60	5.1	a
183	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	13CrMo4-5	-	NT, QT <sup>e</sup>	0	60	5.1	a
184	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	10CrMo9-10	-	NT, QT <sup>e</sup>	0	60	5.2	a
185	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	11CrMo9-10	-	QT	0	60	5.2	a
186	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	25CrMo4	-	QT	0	60	5.1	a, b
187	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	20CrMoV13-5-5	1.7779	QT	0	60	6.3	a
188	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT, QT <sup>e</sup>	0	80	4.2	a
189	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	X11CrMo5 + 1 <sup>b</sup>	-	1	0	100	5.3	a
190	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	X11CrMo5 + NT1 <sup>b</sup>	-	NT	0	100	5.3	a
191	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	X11CrMo5 + NT2 <sup>b</sup>	-	NT, QT <sup>e</sup>	0	100	5.3	a
192	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	X11CrMo9-1 + 1 <sup>b</sup>	-	1	0	60	5.4	a
193	tubo sin soldadura	EN 10216-3	propiedades a temperaturas elevadas	X11CrMo9-1 + NT <sup>b</sup>	-	NT, QT <sup>e</sup>	0	60	5.4	a
194	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	X10CrMoVNb9-1	-	NT, QT <sup>e</sup>	0	100	6.4	a
195	tubo sin soldadura	EN 10216-2	propiedades a temperaturas elevadas	X20CrMoV11-1	-	NT, QT <sup>e</sup>	0	100	6.4	a
196	tubo sin soldadura	EN 10216-3	acero de grano fino	P275NL1	-	N	0	100	1.1	a
197	tubo sin soldadura	EN 10216-3	acero de grano fino	P275NL2	-	N	0	100	1.1	a
198	tubo sin soldadura	EN 10216-3	acero de grano fino	P355N	-	N	0	100	1.2	a
199	tubo sin soldadura	EN 10216-3	acero de grano fino	P355NH	-	N	0	100	1.2	a
200	tubo sin soldadura	EN 10216-3	acero de grano fino	P355NL1	-	N	0	100	1.2	a

(Continúa)



Tabla A.2-1  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1 No	2 Forma del producto	3 Norma europea	4 Descripción del material	5 Grado	6 Número del material	7 Tratamiento térmico <sup>a</sup>	8 Espesor en mm		9 Grupo de materiales según CR ISO 15608	10 Notas:
							min.	máx.		
224	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	60	S.1	a
225	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	60	S.1	a
226	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	60	S.1	a
227	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	AT	0	60	S.2	a
228	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiMoTi17-12-3	1.4571	AT	0	60	S.1	a
229	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	60	S.1	a
230	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	60	S.1	a
231	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	60	S.1	a
232	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X1CrNi25-21	1.4335	AT	0	60	S.2	a
233	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0	60	S.1	a
234	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	60	S.2	a
235	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	60	S.2	a
236	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	60	S.2	a
237	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	60	S.2	a
238	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X2NiCrAlTi32-20	1.4555	AT	0	60	S.2	a
239	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	60	S.1	a
240	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X7CrNiTi18-10	-	AT	0	60	S.1	a
241	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X7CrNiNb18-10	-	AT	0	60	S.1	a
242	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X7CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	60	S.1	a
243	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X6CrNiMo17-13-3	-	AT	0	60	S.1	a
244	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X5NiCrAlTi31-20	1.4955	AT	0	60	S.2	a
245	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X8NiCrAlTi32-21	1.4959	AT	0	60	S.2	a
246	tubo sin soldadura	EN 10216-5	acero inoxidable, austenítico	X3CrNiMoNb17-13-3	1.4910	AT	0	60	S.1	a

(Continúa)













Tabla A.2-1 (Fin)  
Aceros europeos normalizados agrupados de acuerdo con las formas de los productos

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
							Espesor en mm			
No	Forma del producto	Norma europea	Descripción del material	Grado	Número del material	Tratamiento térmico <sup>a</sup>	min.	máx.	Grupo de materiales según CR ISO 15608	Notas:
377	pieza fundida	EN 10213-3	propiedades a temperaturas bajas	G17NiCrMo13-6	1.6751	QT	0	200	9.2	a
378	pieza fundida	EN 10213-3	propiedades a temperaturas bajas	G9Ni14	1.5638	QT	0	35	9.2	a
379	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico	GX2CrNi19-11	1.4309	AT	0	150	8.1	a
380	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico	GX5CrNi19-10	1.4305	AT	0	150	8.1	a
381	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico	GX5CrNiNb19-11	1.4552	AT	0	150	8.1	a
382	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico	GX2CrNiMo19-11-2	1.4409	AT	0	150	8.1	a
383	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico	GX5CrNiMo19-11-2	1.4408	AT	0	150	8.1	a
384	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico	GX5CrNiMoNb19-11-2	1.4551	AT	0	150	8.1	a
385	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico	GX2NiCrMo28-20-2	1.4458	AT	0	150	8.2	a
386	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico-ferroso	GX2CrNiMoN25-5-3	1.4470	AT	0	150	10.1	a, d
387	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico-ferroso	GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	1.4517	AT	0	150	10.2	a, d
388	pieza fundida	EN 10213-4	acero inoxidable, austenítico-ferroso	GX2CrNiMoN26-7-4	1.4469	AT	0	150	10.2	a, d

<sup>a</sup> Se considera que los materiales cumplen los requisitos esenciales de seguridad pertinentes de la Directiva 97/23/EC.  
<sup>b</sup> Debido al contenido de carbono, es necesario adoptar precauciones especiales para soldar el material.  
<sup>c</sup> Véase la serie de Normas EN 10216 para obtener datos del tratamiento térmico.  
<sup>d</sup> Véase la tabla B.1-1.  
<sup>e</sup> No se permite soldar los elementos de fijación.  
<sup>f</sup> Los requisitos adicionales para conformación y soldadura se deben considerar caso por caso.  
<sup>g</sup> No se permiten temperaturas por encima de la temperatura ambiente.  
<sup>h</sup> Condiciones del tratamiento térmico:  
A recocido  
AT recocido en solución  
C trabajado en frío  
I recocido isotérmicamente  
M laminado termomecánicamente  
N normalizado  
NT normalizado y templado  
P endurecido por precipitación  
QT templado  
RA recocido y recristalizado  
WW trabajado en caliente

# Anexo 7

## ANEXO A (Normativo)

MATERIALES METÁLICOS PARA EQUIPOS A PRESIÓN. SISTEMA DE AGRUPACIÓN  
Y ACEROS EUROPEOS NORMALIZADOS

## A.1 Sistema de agrupación para materiales metálicos para equipos de presión

Los aceros se deben agrupar según se indica en la tabla A.1-1. Las cifras dadas en los grupos 1 y 11 se refieren al análisis de la colada de los materiales. Las cifras dadas en los grupos 4 a 10 se basan en el contenido del elemento utilizado para la designación de las aleaciones.

Tabla A.1-1  
Sistema de agrupación para materiales metálicos para equipos  
a presión según el Informe Técnico CR ISO 15608:2000

Grupo	Subgrupo	Tipo de acero
1		Aceros con un límite elástico mínimo especificado $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ y con un análisis en %: C $\leq 0,25$ Si $\leq 0,60$ Mn $\leq 1,70$ Mo $\leq 0,70^h$ S $\leq 0,045$ Cu $\leq 0,40^b$ Ni $\leq 0,5^h$ Cr $\leq 0,3$ (0,4 para piezas fundidas) <sup>b</sup> Nb $\leq 0,05$ V $\leq 0,12^b$ Ti $\leq 0,05$
	1.1	Aceros con un límite elástico mínimo especificado $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$ <sup>c</sup>
	1.2	Aceros con un límite elástico mínimo especificado $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ <sup>d</sup>
	1.3	Aceros de grano fino normalizados con un límite elástico mínimo especificado $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	1.4	Aceros con una resistencia a la corrosión atmosférica mejorada cuyos análisis pueden superar los requisitos para los elementos individuales según lo indicado en el punto 1
2		Aceros de grano fino tratados termomecánicamente y aceros fundidos con un límite elástico mínimo especificado $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	2.1	Aceros de grano fino tratados termomecánicamente y aceros fundidos con un límite elástico mínimo especificado $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$
	2.2	Aceros de grano fino tratados termomecánicamente y aceros fundidos con un límite elástico mínimo especificado $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$
3		Aceros templados y aceros endurecidos por precipitación, excepto aceros inoxidable, con un límite elástico mínimo especificado $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	3.1	Aceros templados con un límite elástico mínimo especificado $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$
	3.2	Aceros templados con un límite elástico mínimo especificado $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$
	3.3	Aceros endurecidos por precipitación, excepto aceros inoxidable

(Continúa)



# Anexo 8

## LÍMITES DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS

Contenido máximo de carbono, fósforo y azufre para aceros destinados a soldadura o conformación.

Grupo de Aceros	Contenido máximo del Análisis de la colada		
	% C	% P	% S
Aceros 1 a 6 y 9 (según informe técnico CR 15608, ver el Anexo 7)	0.23	0.035	0.025
Aceros inoxidable ferríticos	0.08	0.040	0.015
Aceros inoxidable martensíticos	0.06	0.040	0.015
Aceros inoxidable austeníticos	0.08	0.045	0.015
Aceros inoxidable austeníticos	0.10	0.035	0.015
Aceros inoxidable austeníticos /ferríticos	0.030	0.035	0.015

# Anexo 9



# Anexo 10

## **PRODUCTOS METÁLICOS. TIPOS DE DOCUMENTOS DE INSPECCIÓN. EN 10204; 1991.**

Se definen los diferentes tipos de documentos de inspección que, teniendo en cuenta las especificaciones del pedido, deben facilitarse al comprador al hacerle entrega de los productos metálicos cualquiera que sea su procedimiento de fabricación. No obstante, por acuerdo en el pedido, puede aplicarse también a otros productos no metálicos.

- **Definiciones:**
- Inspección no específica: Inspección realizada por el fabricante, de acuerdo con sus propios criterios, para comprobar si los productos resultantes de un mismo proceso de producción responden correctamente a las especificaciones del pedido. La inspección no tiene que realizarse necesariamente sobre los productos suministrados.
- Inspección específica: Inspección realizada antes de la entrega, sobre los productos que van a suministrar o sobre unidades de inspección dispuestas para su entrega con el fin de comprobar que los productos responden a las especificaciones del pedido.

- **Documentos basados en la inspección y en los ensayos realizados por personal autorizado por el fabricante, que puede estar implicado en los procesos de fabricación.**
  
- **Testificación de conformidad con el pedido "2.1":** Documento por el cual el fabricante testifica que los productos suministrados están conformes con las especificaciones del pedido, sin mencionar los resultados de los ensayos. La testificación de conformidad con el pedido "2.1" es un documento establecido sobre la base de los resultados de una inspección no específica.
  
- **Testificación de inspección "2.2":** Documento por el cual el fabricante testifica que los productos suministrados están conformes con las especificaciones del pedido y facilita los resultados de los ensayos realizados sobre la base de una inspección no específica.
  
- **Testificación de inspección "2.3":** Documento por el cual el fabricante testifica que los productos suministrados están conformes con las especificaciones del pedido y facilita los resultados de los ensayos realizados sobre la base de una inspección específica.

La testificación de inspección específica "2.3" sólo se utiliza en el caso de que el fabricante no disponga de un servicio de inspección cualificado, jerárquicamente independiente de los servicios de producción.

Si el fabricante dispone de un servicio de inspección autorizado, jerárquicamente independiente de los servicios de producción, deberá suministrar un certificado "3.1.B" en lugar del documento "2.3".

- **Documentos basados en la inspección y en los ensayos realizados o supervisados por personal autorizado, jerárquicamente independiente del proceso de fabricación para inspecciones específicas.**
  
- **Certificado de inspección:** Documento basado en la inspección y en los ensayos realizados de acuerdo con las especificaciones técnicas del pedido o en las de los reglamentos o reglas técnicas que sean aplicables. Los ensayos deben realizarse sobre productos suministrados o sobre productos de una unidad de inspección de la cual formen parte los productos suministrados. La unidad de inspección debe estar definida en la norma del producto, en los reglamentos oficiales, en las reglas técnicas aplicables o en el pedido.  
Según los casos se distinguen:
  - **Certificado de inspección "3.1.A":** Documento que emite y valida un inspector designado por los reglamentos oficiales, y que se ajusta a éstos y a las reglas técnicas correspondientes.
  - **Certificado de inspección "3.1.B":** Documento que emite un departamento de la fábrica, independiente de proceso de fabricación y validado por un representante autorizado del personal independiente de los servicios de producción.
  - **Certificado de inspección "3.1.C":** Documento emitido y validado por un representante autorizado del comprador según las especificaciones del pedido.
  
- **Acta de inspección**  
Cuando por acuerdo particular, el certificado de inspección está firmado conjuntamente por el representante autorizado del fabricante y pro el representante autorizado del comprador, dicho certificado recibe el nombre de "acta de inspección 3.2".

- **Documentos que debe facilitar un transformador o un intermediario**

Cuando un transformador o un intermediario suministra un producto, deberá facilitar al comprador, sin ninguna modificación, la documentación del fabricante, tal como se describe en los apartados anteriores. Esta documentación debe acompañarse de una identificación adecuada de los productos, con el fin de asegurar la trazabilidad entre el producto y la documentación. Si el transformador o el intermediario ha modificado el estado o las dimensiones, cualquiera que sea la forma en que lo haya hecho, deberá facilitar un documento suplementario de conformidad para las nuevas condiciones particulares. Esto también es aplicable para cualquier exigencia particular que figure en el pedido y que no esté definida en la documentación.

- **Validación de los documentos**

Los documentos de inspección deberán estar firmados o sellados de forma adecuada por la persona o personas responsables de la validación de los mismos. No obstante, si los certificados se elaboran por un sistema de tratamiento de textos, se puede reemplazar la firma por la indicación del nombre y la función del responsable de la validación del documento.

**CUADRO RESUMEN DE LOS DOCUMENTOS DE INSPECCIÓN**

Designación convencional normalizada	Documento	Tipo de inspección	Contenido del documento	Condiciones de suministro	Documento validado por
2.1	Testificación de conformidad con el pedido	No específica	No se recogen los resultados de los ensayos	De acuerdo con las especificaciones del pedido y, si procede, con los reglamentos oficiales y con las reglas técnicas que sean aplicables	El fabricante
2.2	Testificación de inspección	No específica	Se incluyen los resultados de ensayos realizados sobre la base de una inspección no específica		
2.3	Testificación de inspección específica	Específica	Se incluyen los resultados de los ensayos realizados sobre la base de una inspección específica		
3.1.A	Certificado de inspección 3.1.A		De acuerdo con los reglamentos oficiales o con las reglas técnicas aplicables	El inspector designado por los reglamentos oficiales	

Designación convencional normalizada	Documento	Tipo de inspección	Contenido del documento	Condiciones de suministro	Documento validado por
<b>3.1.B</b>	Certificado de inspección 3.1.B	Específica	Se incluyen los resultados de los ensayos realizados sobre la base de una inspección específica	De acuerdo con las especificaciones del pedido y, si procede, con los reglamentos oficiales y con las reglas técnicas aplicables	El representante autorizado del fabricante jerárquicamente independiente de los servicios de producción
<b>3.1.C</b>	Certificado de inspección 3.1.C			De acuerdo con las especificaciones del pedido	El representante autorizado del comprador
<b>3.2</b>	Acta de inspección 3.2			De acuerdo con las especificaciones del pedido	El representante autorizado del fabricante, jerárquicamente independiente de los servicios de producción y por un representante autorizado del comprador

# Anexo 11

# **European Welding Standards**

*John Dyson*

*15<sup>th</sup> March 2004*

[www.gowelding.com](http://www.gowelding.com)

# European Standards

## Harmonised Standards

Not all EN Standards are Harmonised, only those that are considered to satisfy relevant ESRs in product directives. Harmonised standards contain an appendix Z, which defines which directives and ESRs the standard meets. For example:- EN ISO 15614 will be harmonised, but other routes for weld procedure approval may not be, such as EN ISO 15610, EN ISO 15611, EN ISO 15612 etc.

## ISO Standards

There is a Gentleman's agreement that attempts to make all EN standards into ISO standards and vice versa, but this does not work for all standards.

# **Application Standards**

***EN 13445 : Pressure Vessels ( BS 5500)***

***EN 12952 : Water Tube Boilers ( BS 1113)***

***EN 12953 : Shell Boilers ( BS 2790)***

***EN 13480 : Piping ( BS 806, Not BS 2640, BS 2971)***

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## Summary of EN ISO Specifications

Details of the standards dealing with specification and approval of welding procedures

Process	Arc Welding	Gas Welding	Electron Beam Welding	Laser Beam Welding	Resistance Welding	Stud Welding	Friction Welding
General rules	EN ISO 15607						
Guidelines for a grouping system	CR ISO/TR 15608				Not applied	CR ISO/TR 15608	
WPS	EN ISO 15609-1	EN ISO 15609-2	EN ISO 15609-3	EN ISO 15609-4	EN ISO 15609-5	EN ISO 14555	EN ISO 15620
Approved consumables	EN ISO 15610			Not applied			
Previous welding experience	EN ISO 15611					EN ISO 15611 EN ISO 14555	EN ISO 15611 EN ISO 15620
Standard procedure	EN ISO 15612				Not applied		
Pre-production test	EN ISO 15613					EN ISO 15613 EN ISO 14555	EN ISO 15613 EN ISO 15620
Welding procedure test	<u>EN ISO 15614</u> Part 1: Steel/Nickel Part 2: Aluminium Part 3: Cast iron Part 4: Finishing welding of aluminium castings Part 5: Titanium/zirconium Part 6: Copper Part 7: Surfacing Part 8: Tube to tube sheet Part 9: Wet hyperbaric Part 10: Dry hyperbaric	<u>EN ISO 15614</u> Part 1: Steel/nickel Part 3: Cast iron Part 6: Copper Part 7: Surfacing	<u>EN ISO 15614</u> Part 7: Surfacing Part 11: Electron beam/laser beam	<u>EN ISO 15614</u> Part 12: Spot, seam and projection Part 13: Flash and butt		EN ISO 14555	EN ISO 15620

# **Specifications & Approval of Welding Procedures**

## **Introduction to The Specification & Approval of Welding Procedures**

**EN 288 Part 1 Will Become EN ISO 15607**

## **Material Grouping for both Procedures and Welder Approval**

**CR ISO 15608 this standard has no current EN equivalent**

## **Contents of a WPS**

**EN 288 Part 2 Will Become EN ISO 15609 (Part 1 Arc, Part 2 for Gas welding)**

## **Welding Procedure Test**

**EN 288 Part 3 will become EN ISO 15614 Part 1 (Steel and Nickel Alloys)**

**EN 288 Part 4 will become EN ISO 15614 Part 2 (aluminium and its alloys)**

**Other routes for procedure approval, such as previous experience, approved consumables etc. Are unlikely to become harmonised for use with the PED**

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## *Mechanical Testing*

EN ISO 15614-1 adopts the same mechanical test as EN288-3, except that the bend test minimum former angle has been increased from 120° to 180° and fillet welds require a minimum of 4 macros. When impact testing is required the minimum thickness has been reduced from 12mm to 6mm.

### HARDNESS TESTING

EN ISO 15614-1 Makes no distinction between multi-pass and single pass welds. The maximum values for material in group 1 and 2, is the same as that stated in EN288-3 for single run welds ( non-heat treated 380Hv<sub>10</sub> max, heat treated 320Hv<sub>10</sub>max)

All groups now have maximum hardness specified, except :-

- Group 6, Cr-Mo-V steels, non- heat –treated condition

Hardness Survey is not required for :-

Steels in Sub-group 1.1 (yield strength of 275N/mm<sup>2</sup> or less)

Stainless Steels in Group 8

Nickel Alloys in Groups 41 to 48

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## MATERIAL GROUPING CR ISO 15608

Material Group	EN ISO 15614-1	EN288-3
1	$Re \leq 460\text{N/mm}^2$	$Re \leq 360\text{N/mm}^2$
2	TMCP $>360\text{N/mm}^2$	TMCP $>360\text{N/mm}^2$
3	Q+T and PHd steels	Q+T and PHd steels
4	1.5Ni,0.7Cr,0.7Mo,0.1V max	0.75Cr,0.6Mo,0.3V max
5	0.35C,10Cr,1.2Mo max	10Cr, 1.2Mo max
6	12.5Cr,1.2Mo,0.35V max	12.2Cr, 1.2Mo, 0.5V max
7	0.35C,30Cr	10 Ni max
8	Austenitic	$10.5 \leq Cr \leq 30$
9	Ni $\leq 10$ (Cryogenic Steels)	Austenitic
10	Duplex	Duplex
11	$0.25 < C \leq 0.5$	$0.25 < C \leq 0.5$
41 to 48	Ni based alloys (Identical To ASME )	

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## ***MATERIAL GROUPING*** ***CR ISO 15608***

Main Groups are sub-divided into sub groups

- Based on yield strength for carbon steel in groups 1, 2 and 3. However these sub groups are not considered for material grouping in EN ISO 15614-1, the grouping is based on same specified yield strength or less in the main group (the same as EN288-3).
- Based on Alloy content for materials in all the other groups. EN ISO 15614-1, may approve the steels in the same sub-group or all the lower sub groups in the main group, depending on the suffix in EN ISO 15614-1 table 3:- (b) or (c)
- For example :- Group 8:-
  - sub-group 8.1 Chrome  $\leq 19\%$
  - sub-group 8.2 Chrome  $> 19\%$
  - sub-group 8.3 Austenitic with  $4 < Mn \leq 12$

A test in one sub group within group 8, approve all other steels in the same sub group ONLY ( therefore a test in 304 approves 316, 347 and 321, but not 309 or 310)

Note :- Impact requirements do not affect the sub grouping approval range as they do in the ASME code.

# Specifications & Approval of Welding Procedures

Table 3 — Range of qualification for steel groups and sub-groups

Material group(s) of test joint	Range of qualification	and	Additional range of qualification
1 welded to 1	1 <sup>a</sup>	and also	
2 welded to 2	2 <sup>a</sup> or 1	and also	2 <sup>a</sup> welded to 1
3 welded to 3	3 <sup>a</sup> or 2 or 1	and also	3 <sup>a</sup> welded to 2 or 1
4 welded to 4	4 <sup>b</sup>	and also	4 <sup>b</sup> welded to 2 or 1
5 welded to 5	5 <sup>b</sup>	and also	5 <sup>b</sup> welded to 2 or 1
6 welded to 6	6 <sup>b</sup>	and also	6 <sup>b</sup> welded to 2 or 1
7 welded to 7	7 <sup>c</sup>	and also	
7 welded to 3	7 <sup>c</sup> welded to 3 <sup>a</sup>	and also	7 <sup>c</sup> welded to 2 or 1
7 welded to 2	7 <sup>c</sup> welded to 2 <sup>a</sup>	and also	7 <sup>c</sup> welded to- 1
8 welded to 8	8 <sup>c</sup>	and also	
8 welded to 6	8 <sup>c</sup> welded to 6 <sup>b</sup>	and also	8 <sup>c</sup> welded to 4 or 2 or 1
8 welded to 5	8 <sup>c</sup> welded to 5 <sup>b</sup>	and also	8 <sup>c</sup> welded to 6.2 or 6.1 or 4 or 2 or 1
8 welded to 3	8 <sup>c</sup> welded to 3 <sup>a</sup>	and also	8 <sup>c</sup> welded to 2 or 1
8 welded to 2	8 <sup>c</sup> welded to 2 <sup>a</sup>	and also	8 <sup>c</sup> welded to 1

a) Covers the equal or lower specified yield strength steels of the same group

b) Covers steels in the same sub-group and any lower sub-group within the same group

c) Covers steels in the same sub-group.

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## *Governing Thickness For Approval Range*

The controlling thickness that determines the approval range in EN288-3 is dependant on the joint type; for example:- the controlling thickness is that of the thicker part, for a branch weld it's the thickness containing the joint preparation. However in EN ISO 15614 both thicknesses in the joint are given independent approval ranges if they differ.

The thickness range also applies to the deposit thickness of multiple process welds. It is reasonable to consider a single run deposit in a multiple process weld to be a multiple run weld in determining its individual approval range.

Note the different plate thickness approval range for fillet welds.

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## *Range of Approval*

### *Butt and branch weld thickness and weld deposit*

Test Piece Thickness (t) and also Deposit Thickness for multiple process welds	EN ISO15614-1		EN 288-3	
	Single run	Multiple run	Single run	Multiple run
≤ 3mm	0.7t- 1.3t	0.7t - 2t	0.8t - 1.1t	t - 2t
<3 ≤ 12mm	0.5t (3min) -1.3t	3mm - 2t	0.8t - 1.1t	3mm - 2t
>12 ≤ 100mm	0.5t-1.1t	0.5t - 2t	0.8t - 1.1t	0.5t - 2t
>100mm	Not Applicable	50mm - 2t	0.8t - 1.1t	0.5t - 1.5t
Note:- The upper range of approval is 12mm if there is an impact requirement and impact testing has not been carried out				

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## *Range of Approval*

### *Fillet weld thickness and Throat Thickness EN ISO15614-1*

Test Piece Thickness (t)	Plate Thickness	Throat Thickness	
	Single and Multiple Run	Single run	Multiple run
$t \leq 3\text{mm}$	$0.7t - 2t$	0.75 a - 1.5 a	No Restriction
$3 < t < 30\text{mm}$	$0.5t (3\text{min}) - 1.2t$	0.75 a - 1.5 a	No Restriction
$t \geq 30\text{mm}$	$\geq 5\text{mm}$	Throat thickness welded, No approval range	No Restriction

Fillet welds Qualified by butt welds:- The throat thickness approval range is based on the deposit thickness and the plate thickness range will have to be modified to that stated above.

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## *Range of Approval On Diameter*

EN ISO 15614-1		EN 288-3	
Test Piece	Approval	Test Piece	Approval
< 25mm OD	0.5D-2D	Pipe/tube <168.3mm OD	0.5-2D
>25mm OD	≥0.5D	Pipe/tube ≥ 168.3mm OD	≥0.5D and plates
Plate	Pipe >150mm in PA or PC Pipe > 500mm All Positions	Plate	Pipe >500mm

# **Specifications & Approval of Welding Procedures**

## ***Range of Approval***

### ***Welding Position***

**The range of approval in EN ISO 15614-1 is exactly the same as EN 288-3.**

**If there is No impact or hardness survey requirement, one position covers all positions.**

**If Impact tests are required, the weld procedure approves other positions requiring the same or less heat input**

**If a Hardness survey is required, the weld procedure approves other positions requiring the same or higher heat input.**

**If a test includes both a high and low heat input position, then all intermediate heat input positions are approved, refer to EN ISO 15614-1 figure 6**

**Note:- EN ISO 15614-1 requires heat input to be measured.**

- **When impacts are required the heat input is limited to + 25% of test value**
- **When Hardness is required the heat input is limited to - 25% of test value**

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## *Range of Approval Joint Type*

The approval range for joint type in EN ISO 15614-1 and EN 288-3 are essentially the same

### For Example:-

Butt welds approve fillet welds

Single sided welds approve backed, double sided and back gouged welds

Butt welds approve T-butt welds

Butt welds in pipe approve branch connections With angles between 60° - 90°

Backed welds approve double sided welds

**N.B.** a fillet weld approves a fillet weld only BUT if mechanical properties are important supplement with a butt weld

### Shielding and backing gasses

Range of approval restricted to the EN439 gas symbol Or Restricted to Nominal composition Used in test if no EN439 code exists. A weld made without a backing gas also approves welding with a backing gas.

# Specifications & Approval of Welding Procedures

## *Range of Approval*

### *Filler Metal EN ISO 15614-1*

**Filler Materials Cover Other materials subject to :-**

- **Equivalent mechanical properties**
- **Same type of covering, core or flux**
- **Same nominal composition**
- **Same or lower hydrogen content**

**If impact there is an impact requirement then the filler metal can not be changed from the brand used in the procedure test. This does not apply to solid wires of the same designation and nominal composition.**

**The size of the filler metal can be changed providing the heat input requirements, if required, are met.**

**Weld with a filler metal does not approve welds made without filler, or vice versa**

# **EN ISO 15614 Part 8 Tube to tube-plate joints**

# **EN ISO 15614 Part 8 Tube to tube-plate joints**

***Requirements similar to BS4870 Part 3***

***Welder Approvals to : EN ISO 9606 Part 1- 5 / EN1418 (Mechanised)***

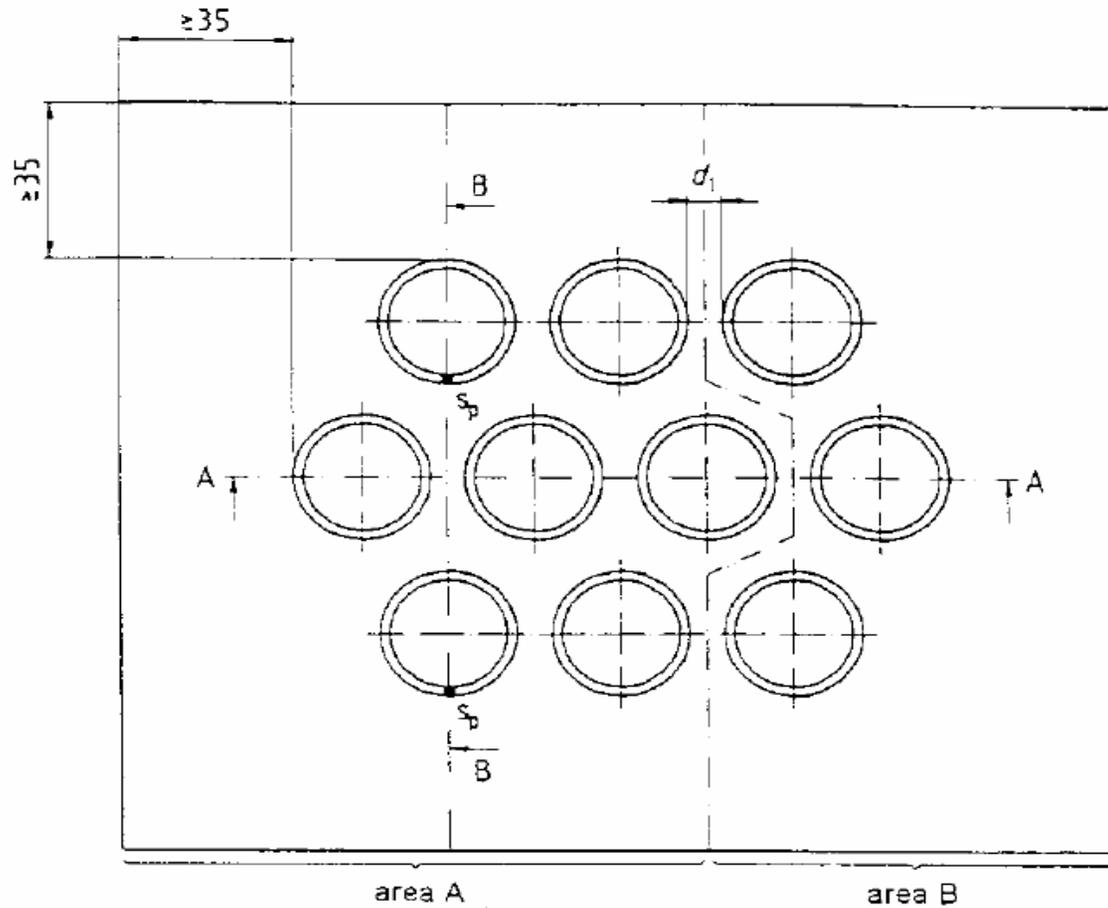
***Size Of Test piece :-***

***Tube D < 40mm 10 tubes for Triangular Pitch, 12 for square***

***Tube D >= 40mm 7 tubes for Triangular Pitch, 9 for square***

***One pitch type approves all pitch types with the same or greater ligament dimension (d1)***

# EN ISO 15614 Part 8 Tube to tube-plate joints



# **EN ISO 15614 Part 8 Tube to tube-plate joints**

## ***Testing Requirements***

### ***Visual***

- ***Penetrant***
- ***Radiography to EN1435***
- ***Macro 2 off full width and length of test piece (Along A and B)***
- ***Hardness survey for materials in group 2,3,4,5,6,7***
- ***Push Out Test Optional***

***The standard has its own acceptance criterion similar to EN ISO 5817***

# EN ISO 15614 Part 8 Tube to tube-plate joints

Table 4 — Range of qualification for geometrical details

Designation	Test piece in mm	Range of approval in mm
Cladding thickness	$t_1 < 3$ $t_1 \geq 3$	$\geq t_1$ $\geq 3$
Tube-plate thickness	$t_2 < 35$ $t_2 \geq 35$	$\geq t_2$ $\geq 35$
Tube-wall thickness - manual welding	$t$	0,5 $t$ to 2 $t$
Tube-wall thickness – mechanized or automatic welding	$t$	$t \pm 0,2 t$
Tube-outside diameter	$d_a$	$\geq d_a$

## **EN ISO 9606    Welder Approval Testing**

Note, the proposed revision to ISO 9606 Part 1 has not been agreed.  
Therefore EN287 Part 1 will continue, and all references in this document  
to ISO9606 Part 1 should read the latest version of EN287 Part 1

This does not affect the other parts of ISO 9606

## **EN ISO 9606 Welder Approval Testing**

**Note:- this standard should not be confused with ISO 9606 which currently exists, only the EN version is harmonised.**

- **EN 287 Part 1 : 2004 {was to have be replaced by EN ISO 9606 Part 1 but agreement could not be reached} : Published**  
**Fusion Welding Of Steel Materials**
- **EN ISO 9606 Part 2 {Replaces EN287 Part 2} : Not Published**  
**Fusion Welding Of Aluminium and its Alloys**
- **EN ISO 9606 Part 3 :1999 {No EN Equivalent} : Published**  
**Fusion Welding Of Copper and Copper Alloys**
- **EN ISO 9606 Part 4 :1999 {No EN Equivalent} : Published**  
**Fusion Welding Of Nickel and Nickel Alloys**
- **EN ISO 9606 Part 5 :2000 {No EN Equivalent} : Published**  
**Fusion Welding Titanium and Titanium Alloys, Zirconium and zirconium alloys**

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

**Test pieces for butt, fillet, pipe, fillet to pipe are identical to old EN 287-1**

**Each process in a multi process weld can be used separately with the range of thickness dictated by the deposit thickness attributed to that process,  $t = s$ .**

## **Range of Approval for Butt Welds**

**Same as the old version of EN 287-1**

## **Range of Approval For Fillet Welds**

**Plate thickness,  $t < 3\text{mm}$ , Approves a range =  $t$  to  $3\text{mm}$**

**Plate thickness,  $t \geq 3\text{mm}$ , Approves all thicknesses from  $3\text{mm}$**

**single layer fillet weld approves single layer only**

**multi layer fillet weld approves single and multi layer**

## **Branch Welds**

**Qualified by pipe butt welds for branch angles  $\geq 60^\circ$**

- **Set on:- Branch diameter and branch thickness considered in approval**
- **Set in :- Main pipe thickness and branch diameter considered in approval**

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## **Diameters**

**The approval range for pipe diameters according to EN ISO 9606-1 :-**

**Pipe Diameter < 25mm    D to 2 D**

**Pipe Diameter > 25mm    0.5D (25mm Min) and above + Plates**

**Note:-**

**The testing of small bore pipes require a minimum circumference of 150mm, or additional test pieces must be welded to a maximum of 3.**

## EN 287-1:2004 Welder Approval Testing:- Material Groups

EN 287-1:2004 (Note:- Check flux type approval range table 3)			Old EN 287-1
Group	Approval Range	Grade	
1.1, 1.2, 1.4	1.1, 1.2, 1.4	C steel $\leq 460$ Re	WO1
2 + 1.3	1, 2, 3, 9.1, 11	TMCP steel $> 360$ Re	WO3
3	1, 2, 3, 9.1, 11	Q+T, PH steels $> 360$ Re	
4	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	Low V CrMo steels	WO2
5	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	C $\leq 0.35$ CrMo, noV steel	
6	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	High V CrMo(Ni) steel	
7	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	10.5 $\leq$ Cr $\leq 30$ steel	WO4
8	8, 9.2, 9.3, 10	Austenitic steel	W11
9.1	1, 2, 3, 9.1, 11	Ni steels $< 3\%$ max	
9.2, 9.3	9.2, 9.3, 1.1, 1.2, 1.4	Ni steels 10% max	
10	8, 9.2, 9.3, 10	Duplex stainless steel	W11
11	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 11	C steels $0.25 < C \leq 0.5$	

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## ***Range of Approval for Electrode Coating***

The approval range for EN 287-1:2004, is similar to the old EN287-1

For a single sided root run with no backing, no change of flux type is permitted. The following approval range is permitted for the fill and capping runs:-

- Basic approves basic (B), rutile (R), acid (A) and combinations
- Cellulosic (C) approves cellulosic only
- Rutile approves R, RR, RA, RB, RC

EN 287-1:2004 also differentiates between solid and cored wires

A Solid wire approves metal cored and vice versa, but not Flux cored wires.

Basic FCAW approves all FCAW wires

Rutile approves rutile and basic wires only

**General:-** The filler material must be compatible with the parent material used for the test weld

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## ***Range of Approval on Position***

**EN 287-1: 2004 Has a similar positional approval range to the old EN287-1**

**Generally more difficult position approves for easier positions**

**e.g. fixed inclined pipe approves all except V-down (PG)  
Overhead (PE) approves all except V-down (PG)**

**JL045 Approves all positions except HL045 and PF**

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## ***Validity Of Approval***

**The prolongation rules are the same for both EN 287-1:2004 and EN 287-1:1992**

### **EN 287-1:2004**

**Valid for 2years, providing that the welders supervisor can confirm that at every six month period the welder has been working within his range of qualification.**

**Prolonged for periods of 2 years by examining body , on the basis of satisfactory evidence from volumetric testing on at least two items of production work or test welds, produced in the previous six month period. They must be traceable to the welder, satisfy the acceptance requirements of ENISO 5817 and reproduce the original test conditions. The evidence of these tests must be retained for 2 years.**

# **EN ISO 9606 Welder Approval Testing**

## **EN ISO 9606-3:1999 Copper and Copper Alloys**

- W 31: Pure copper**
- W 32: Copper-zinc alloys**
- W 33: Copper-tin alloys**
- W 34: Copper-nickel alloys**
- W 35: Copper-aluminium alloys**
- W 36: Copper-nickel-zinc alloys**

**Thickness range is 0.5t to 1.5t for all thicknesses**

**Acceptance is EN 30042 all level B except for the defects permitted by EN287-1 as level C.**

# **EN ISO 9606 Welder Approval Testing**

## **EN ISO 9606 - 4: 1999 Nickel and Nickel Alloys**

**W 41: Pure nickel**

**W 42: Nickel-copper alloys**

**W 43: Nickel-chromium alloys**

**W 44: Nickel-molybdenum alloys**

**W 45: Nickel-iron-chromium alloys**

**W 46: Nickel-chromium-cobalt alloys**

**W 47: Nickel-iron-chromium-copper**

Note:- The alloy content for W41 to W47 is based on CR12187 which has now been superseded by CR15608. This reduces the qualifying Nickel content for group 44 from a minimum of 45% to 30%

**A test in W41 approves W41 to W47 not vice versa**

**A test in any group W42 to W47 approves all of the groups**

**A test in any group W41 to W47 approves 8 {Austenitic Stainless Steel}**

**EN287-1**

**Acceptance is the same as EN 287-1:2004 *EN ISO 5817***

***Thickness and diameter approval ranges are basically the same as***

***EN287-1:2004***

# **EN 1418** Approval of welding operators

[www.gowelding.com](http://www.gowelding.com)

# EN 1418 Approval of welding operators :- Fusion and Resistance Welding

## Definitions

- Mechanised welding :- Adjustment during welding possible
- Automatic Welding :- Adjustment during welding not required

## Welding Operators/ Resistance weld setters

- Set up equipment and/or adjust it during welding: Testing Required
- Operators that can't adjust the equipment. i.e. Button pushers, don't need testing

# **EN 1418 Approval of welding operators :- Fusion and Resistance Welding**

## **APPROVALS**

**4.21 Adopt EN288 Part 3 or 4 for testing, but approval range for thickness and diameter based on capacity of equipment used. A WPS must be followed.**

**4.22 Pre Production test to EN 288 Part 8 or equivalent. Must follow a WPS and approval range same as 4.21**

**4.23 Production sampling, Set up equipment and sample test production welds. Test method subject to agreement between contracting parties.**

**4.24 Function Test, On the job Job Knowledge test:-**

- **Knowledge of welding**
- **Parameters V welding results**
- **Setting up equipment to WPS**
- **Test equipment to WPS**
- **Knowledge of malfunctions (SAFED knowledge test in preparation)**

## **EN 729 Quality requirements for fusion welding**

***This standard can be used either as part of an ISO 9000 Quality system, or to define quality requirements where a formal quality system is not required.***

***Despite the versatility of this standard it has so far failed to generate any serious interest within the European fabrication industry.***

# **EN 729**

***EN 729 defines management quality requirements for fusion welding.  
This incorporates The following parts:***

***EN 729: Quality Requirements for Welding***

***EN 729 Part 1: Guide to selection and use***

***EN 729 Part 2: Comprehensive Quality Requirements***

***EN 729 Part 3: Standard Quality Requirements***

***EN 729 Part 4: Elementary Quality Requirements***

***PDCR 13576: Implementation of EN 729***

***Parts 2 and 3 of these documents also make reference to EN 719 -  
Welding Co-ordination, Tasks and Responsibilities.***

## **EN729**

***Welding exerts a profound influence on the cost of fabrication and quality of the product. It is important, therefore, to ensure that welding is carried out in the most effective way and that appropriate control is exercised over all aspects of the operation.***

***Within the EN 29000 series of standards for quality systems, welding is to be treated as a 'Special Process' since welds cannot be fully verified by subsequent inspection and testing of the product to ensure that the required quality standards have been met.***

***Quality cannot be inspected into a product, it has to be built into it. Even the most extensive and sophisticated non-destructive testing does not improve the quality of welds.***

***Supervision needs to be implemented to ensure that the specified quality will be achieved. Responsibilities defined in EN 719.***

# EN 729 Sample Of Requirements

REQUIREMENT	COMPREHENSIVE Part 2	STANDARD Part 3	ELEMENTARY Part 4
Contract Review	Full Documented Review	Less Extensive Review	Establish that capability and information is available
Design Review	Design for Welding to be confirmed	Design for Welding to be confirmed	As above
Sub-contractor	Treat like a main fabricator		Must comply to standard
Welders/ Operators	Approved to (EN 287)		
Welding Co-ordination	European Welding Engineer, or persons with appropriate knowledge	European Welding Engineer, or persons with appropriate knowledge	Not demanded but personal responsibility of manufacturer
Inspection Personnel	Sufficient and competent personnel to be available		Sufficient and competent access for external inspectors, as needed

# EN 729 Sample Of Requirements Continued

REQUIREMENT	COMPREHENSIVE	STANDARD	ELEMENTARY
Weld Procedure Approval	To EN 288 Part 2 - Approved as application standard or contract demands		No demands
Work Instructions	Welding Specification or dedicated Instructions to be available (WPS)		No demands
Documentation	Necessary	Not specified	No demands
Batch testing of consumables	Only if specified in contract	Not specified	No demands
Storage and treatment of welding consumables	As per supplier recommended as minimum		No demands
Storage of raw materials	Protection required from influence by the environment		No demands
Post Weld Heat Treatment	Specification and complete record	Confirmation to specification necessary	No demands
Inspection before - during - after welding	As required for specified operations		Responsibilities as specified in contract
Non-conformances	Procedures must be available		

# **EN287 Part 1 : 2004**

Note, the proposed revision to ISO 9606 Part 1 has not been agreed.  
Therefore EN287 Part 1 will continue. This does not affect the other parts  
of ISO 9606

***John Dyson***

***15<sup>th</sup> March 2004***

[www.gowelding.com](http://www.gowelding.com)

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

**Test pieces for butt, fillet, pipe, fillet to pipe are identical to old EN 287-1**

**Each process in a multi process weld can be used separately with the range of thickness dictated by the deposit thickness attributed to that process,  $t = s$ .**

## **Range of Approval for Butt Welds**

**Same as the old version of EN 287-1**

## **Range of Approval For Fillet Welds**

**Plate thickness,  $t < 3\text{mm}$ , Approves a range =  $t$  to  $3\text{mm}$**

**Plate thickness,  $t \geq 3\text{mm}$ , Approves all thicknesses from  $3\text{mm}$**

**single layer fillet weld approves single layer only**

**multi layer fillet weld approves single and multi layer**

## **Branch Welds**

**Qualified by pipe butt welds for branch angles  $\geq 60^\circ$**

- **Set on:- Branch diameter and branch thickness considered in approval**
- **Set in :- Main pipe thickness and branch diameter considered in approval**

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## **Diameters**

**The approval range for pipe diameters according to EN ISO 9606-1 :-**

**Pipe Diameter < 25mm    D to 2 D**

**Pipe Diameter > 25mm    0.5D (25mm Min) and above + Plates**

**Note:-**

**The testing of small bore pipes require a minimum circumference of 150mm, or additional test pieces must be welded to a maximum of 3.**

## EN 287-1:2004 Welder Approval Testing:- Material Groups

EN 287-1:2004 (Note:- Check flux type approval range table 3)			Old EN 287-1
Group	Approval Range	Grade	
1.1, 1.2, 1.4	1.1, 1.2, 1.4	C steel $\leq 460$ Re	WO1
2 + 1.3	1, 2, 3, 9.1, 11	TMCP steel $> 360$ Re	WO3
3	1, 2, 3, 9.1, 11	Q+T, PH steels $> 360$ Re	
4	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	Low V CrMo steels	WO2
5	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	C $\leq 0.35$ CrMo, noV steel	
6	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	High V CrMo(Ni) steel	
7	1, 2, 3, 9.1, 4, 5, 6, 7, 11	10.5 $\leq$ Cr $\leq 30$ steel	WO4
8	8, 9.2, 9.3, 10	Austenitic steel	W11
9.1	1, 2, 3, 9.1, 11	Ni steels $< 3\%$ max	
9.2, 9.3	9.2, 9.3, 1.1, 1.2, 1.4	Ni steels 10% max	
10	8, 9.2, 9.3, 10	Duplex stainless steel	W11
11	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 11	C steels $0.25 < C \leq 0.5$	

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## ***Range of Approval for Electrode Coating***

The approval range for EN 287-1:2004, is similar to the old EN287-1

For a single sided root run with no backing, no change of flux type is permitted. The following approval range is permitted for the fill and capping runs:-

- **Basic approves basic (B), rutile (R), acid (A) and combinations**
- **Cellulosic (C) approves cellulosic only**
- **Rutile approves R, RR, RA, RB, RC**

**EN 287-1:2004 also differentiates between solid and cored wires**

**A Solid wire approves metal cored and vice versa, but not Flux cored wires.**

**Basic FCAW approves all FCAW wires**

**Rutile approves rutile and basic wires only**

**General:- The filler material must be compatible with the parent material used for the test weld**

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## ***Range of Approval on Position***

**EN 287-1: 2004 Has a similar positional approval range to the old EN287-1**

**Generally more difficult position approves for easier positions**

**e.g. fixed inclined pipe approves all except V-down (PG)  
Overhead (PE) approves all except V-down (PG)**

**JL045 Approves all positions except HL045 and PF**

# **EN 287-1:2004 Welder Approval Testing**

## ***Validity Of Approval***

**The prolongation rules are the same for both EN 287-1:2004 and EN 287-1:1992**

### **EN 287-1:2004**

**Valid for 2years, providing that the welders supervisor can confirm that at every six month period the welder has been working within his range of qualification.**

**Prolonged for periods of 2 years by examining body , on the basis of satisfactory evidence from volumetric testing on at least two items of production work or test welds, produced in the previous six month period. They must be traceable to the welder, satisfy the acceptance requirements of ENISO 5817 and reproduce the original test conditions. The evidence of these tests must be retained for 2 years.**

# **EN ISO 9606 Welder Approval Testing**

## **EN ISO 9606 - 4: 1999 Nickel and Nickel Alloys**

**W 41: Pure nickel**  
**W 42: Nickel-copper alloys**  
**W 43: Nickel-chromium alloys**  
**W 44: Nickel-molybdenum alloys**  
**W 45: Nickel-iron-chromium alloys**  
**W 46: Nickel-chromium-cobalt alloys**  
**W 47: Nickel-iron-chromium-copper**

Note:- The alloy content for W41 to W47 is based on CR12187 which has now been superseded by CR15608. This reduces the qualifying Nickel content for group 44 from a minimum of 45% to 30%

**A test in W41 approves W41 to W47 not vice versa**  
**A test in any group W42 to W47 approves all of the groups**  
**A test in any group W41 to W47 approves 8 {Austenitic Stainless Steel}**  
**EN287-1**

**Acceptance is the same as EN 287-1:2004 *EN ISO 5817***

***Thickness and diameter approval ranges are basically the same as EN287-1:2004***

# Anexo 12

## WELDING APPROVAL TEST CERTIFICATE

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39

DESIGNATION      EN287-1, 141[111], T, BW, W01, wm[B], t4.55, D33, PA, ss, nb

Page

Manufacturer's Welding Procedure      Inspecting Authority

Reference Number:    XYZ 124      Reference No.      ~~XXXXXXXXXX~~

Welders Name:      John Dyson

Identification:      W55

Method of      Welders Ident      Photograph

identification:           (if required)

Date and Place of      N/A

Birth:          

Employer:      A.Fabricator

Code/Testing Standard      BSEN 287 Part 1

Job Knowledge      NOT TESTED

	Weld test details	Range of Approval
Welding Process	TIG [141] Root   MMA [111] Fill	TIG [141] Root   MMA [111] Fill
Plate or Pipe	Pipe	Pipe Or Plate
Joint Type	Butt Weld Single Sided	All Butt And Fillet Welds
Parent metal group	W01 (Carbon Steel)	W01 Only
Filler metal type/designation	BS2901-1 :A15   BS639 :E5143 B	From Group W01   From G
Gas/Flux	Argon   Basic Coating	Similar Gas   AR,R,R
Auxiliaries	None	N/A
Material Thickness (mm)	4.55 mm	3mm To 9.1mm
Pipe outside diameter (mm)	33 mm	25mm To 66mm
Welding positions	PA (Flat Position)	PA,PB
Gouging/Backing	None	Backing, Gouging or None

Additional information on attached sheet/or welding procedure specification No.      None

Type of test	Performed and	
	acceptable	Not required
Visual	Yes	-
Radiography	Yes	-
Magnetic particle/penetrant	Yes	-
Macro	Yes	-
Fracture	-	Yes
Bend	Yes	-
Additional tests	See WPAR	

Name and Signature      A. Surveyor      A. Sur

Inspection Authority (CBC Member Organization)      ~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

Date of issue:      03/02/97

Location:      Workshop

Validity of approval until      14/11/98 (then Forging By Insp)

PROLONGATION FOR APPROVAL (Every Six Month BY EMPLOYER/SUPERVISOR)

PROLONGATION FOR APPROVAL BY INSPECTING AUTHORITY

Date	Signature	Position or Title

Date	Signature	Pt

## WELDING PROCEDURE APPROVAL TEST CERTIFICATE

Page

3 Manufacturer's Welding Procedure  
 4 Reference Number: XYZ 124 Inspecting Authority Reference No. ~~XXXXXXXXXX~~

5 Manufacturer: A.Fabricator  
 6 Address: Deansgate  
 Manchester  
 M60 9AP

7 Code/Testing Standard: BSEN 288 Pt. 3  
 8 Date of Welding: 14/11/96

## 9 RANGE OF APPROVAL

10 Welding Process: TIG [141] Root Run | MMA [111] Fill & Cap  
 11 Joint Type: Butt Weld Single Sided (See Line 21 For Approval Range)  
 12 Parent Metal Group: 1 With a Yield Stress  $\leq 241 \text{ N/mm}^2$   
 13 Parent Metal Thickness (mm) 4.55mm, ( 3mm To 9.1mm Multi-Run Weld)  
 14 Pipe Outside Diameter (mm) 33mm, ( 16.5mm TO 66mm And Plates)  
 15 Filler Metal Type/Designation: BS2901 Part 1 : A15 | BS639 : E5143 B [120.2.6]E  
 16 Gas/Flux: Argon(99% Pure) | Basic Coating  
 17 Type of Welding Current: DC- Electrode | AC  
 18 Welding Positions: No Restriction on Welding Position  
 19 Preheat: Workshop Ambient Temperature Minimum  
 20 Post Weld Heat Treatment: Not Carried Out  
 21 OTHER INFORMATION Joint Type Approval Range Continued From Line 11

All Butt T Butt & Fillet Weld Configurations (Note Branch Connections Not Listed in Table 7 Approval Range)

Fillet Weld Throat Thickness Approval Range = 3.41mm To 6.82mm

22 Certified that test welds were prepared, welded and tested satisfactorily in accordance with the requirements of the code/standard indicated above.

23 Location Workshop Date of Issue 03/02/97 Name and Signature A.Surveyor  
 24 Inspecting Authority A  
 25 (CEOC Member Organisation)

## DETAILS OF WELD TEST

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

Page

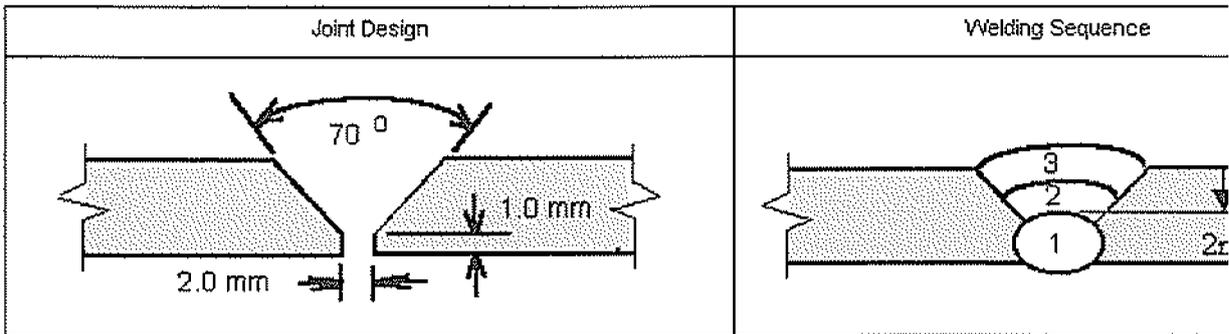
Manufacturer's Welding Procedure  
Reference Number: **XYZ 124**  
Manufacturer: **A.Fabricator**

Inspecting Authority  
Reference No. **XXXXXXXXXXXX**  
Date Of Welding: **14/11/96**  
Location: **Workshop**  
Method Of Preparation and Cleaning: **Mac**

Welders Name: **John Dyson**  
Welding Process: **TIG [141] And MMA [111]**  
Joint Type: **Butt Weld Single Sided**

Parent Metal Specification: **API 5L Grade**  
Parent Metal Thickness (mm): **4.55 mm**  
Pipe Outside Diameter (mm): **33 mm**  
Test Piece/Welding Position: **Flat**

**WELD PREPARATION DETAILS (Sketch)**



**WELDING DETAILS**

Run	Process	Size Of Filler Metal	Current A	Voltage V	Type Current Polarity	Wire Feed/ Travel Speed	He
1	TIG	2.4mm	112	-	DC-	N/A	]
2	MMA	3.25mm	160	-	AC	N/A	]
3	MMA	3.25mm	160	-	AC	N/A	]

Filler Metal: **Carbon Manganese Steel**  
Type, Designation Trade Name: **See Other Information Opposite.**  
Any Special Baking or Drying: **See Other Information**  
Gas Flux: **Argon(99% Pure)**  
Gas Flow Rate - Shield: **12 - 18 LPM**  
                                  - Backing: **N/A**  
Tungsten Electrode Type/ Size: **2.4mm Dia, 2% Thoriated**  
Details of Back Gouging/Backing: **None**  
Preheat Temperature: **Workshop Ambient Temperature**  
Interpass temperature: **Not Recorded**

**TIG [141]**  
**Murex Saffire**  
**BS2901 Part 1 : A15**

**MMA [111]**  
**ESAB Unitrode OK 48.00**  
**BS639 : E5143 B [120.2.6]H**

**POST WELD HEAT TREATMENT**

Time, temperature, method: **Not Carried Out**  
Heating and Cooling Rates

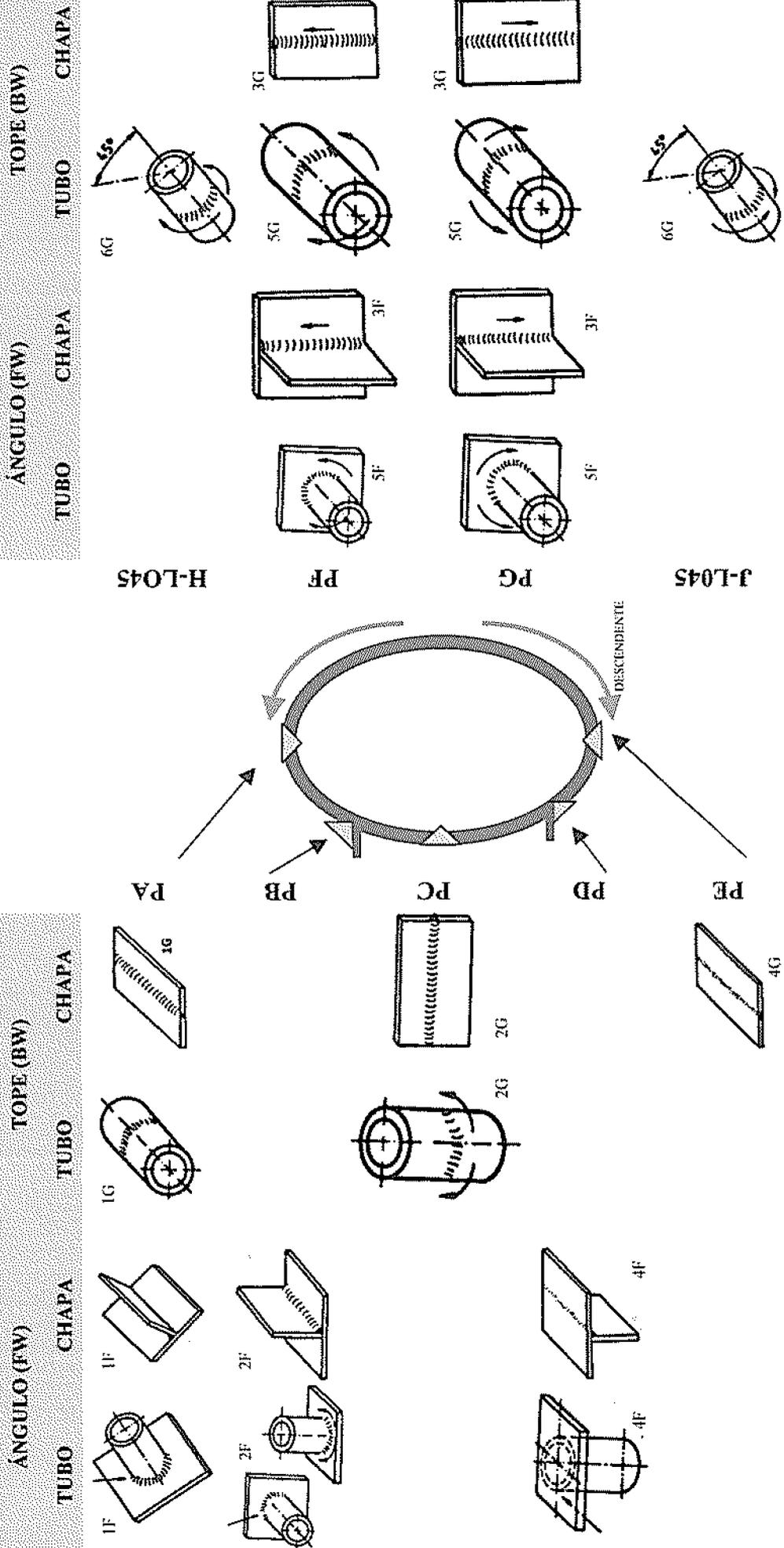
**Dried for at least 1 hour at 150°C and held in a heated quiver prior to welding**

The above test piece was welded in the presence of: **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

Name and Signature **A. Surveyor**  
**A. Surveyor**



# POSICIONES DE SOLDADURA



# Anexo 13

## EQUIVALENTE EN CARBONO Y TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO

### Fórmula de Darden y O'Neil:

Equivalente químico en carbono: Cq

$$Cq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + V)}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13}$$

Debe tenerse en cuenta, además, el equivalente en carbono en función del espesor del material:

$$Ce = 0,005 * \text{Espesor (mm)} * Cq$$

Con lo que el carbono equivalente total es:

$$Ct = Cq + Ce$$

### Temperatura de precalentamiento: Tp

Aproximadamente:

Si $Ct < 0,45$ :	No es necesario precalentamiento
Si $0,45 < Ct < 0,6$ :	$Tp = 1000-2000 \text{ }^\circ\text{C}$
Si $Ct > 0,6$ :	$Tp = 200-370 \text{ }^\circ\text{C}$

O bien:

$$Tp(^{\circ}C) = 350 * \sqrt{(Ct - 0,25)}$$

# Anexo 14

Tabla 8.3-1  
Ensayo de chapas de ensayos de producción

Grupo de materiales	Espesor de las chapas de ensayos $e^a$ mm	Probetas <sup>b, c, d</sup>
1.1	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 Ma
	$12 < e \leq 35$	3 IW, 1 Ma
1.2	$35 < e$	3 IW, 1 TT, 1 LT, 1 Ma
1.3	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, HT
	$12 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 LT, 1 Ma, HT
3.1	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, HT
	$12 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 LT, 1 Ma, HT
4	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, HT
	$12 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 LT, 1 Ma, HT
5	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, HT
	$12 < e \leq 30$	3 IW, 3 IH (> 3% Cr), 1 TT, 1 LT, 1 Ma, HT
	$30 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 LT, 1 Ma, HT
6	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, HT
	$12 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 LT, 1 Ma, HT
7.1	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, HT
	$12 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 Ma, HT
8.1	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma
	$12 < e$	3 IW, 1 TT, 1 Ma
8.2	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Mi
	$12 < e$	3 IW, 1 TT, 1 Mi
9	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, HT
	$12 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 LT, 1 Ma, HT
10	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Mi, HT
	$12 < e$	3 IW, 3 IH, 1 TT, 1 LT, 1 Mi, HT

<sup>a</sup> Espesor más delgado de la chapa.

<sup>b</sup> Si los requisitos del ensayo están de acuerdo con la Norma EN 13445-2:2002, se aplica el anexo B:

- para una temperatura del ensayo de choque  $t_c = -30^\circ\text{C}$ , son necesarios los ensayos de choque IW e IH para  $e > 12$  mm;
- para una temperatura del ensayo de choque  $t_c = -30^\circ\text{C}$ , son necesarios los ensayos de choque IW e HT para  $e > 6$  mm.

<sup>c</sup> Para LT, véase el apartado 8.4.3 para las limitaciones de espesor.

<sup>d</sup> Los símbolos para la tabla 8.3-1 se dan en la tabla 8.3-2.

Tabla 8.3-2  
Probetas

Designación	Abreviatura
Ensayo de doblado de la cara según la Norma EN 910:1996	FB
Ensayo de doblado de la raíz según la Norma EN 910:1996	RB
Ensayo de resistencia a la tracción transversal según la Norma EN 895:1995	TT
Ensayo de resistencia a la tracción longitudinal según la Norma EN 876:1995	LT
Ensayo de choque, depósito de soldadura según la Norma EN 875:1995	IW
Ensayo de choque, ZAT según la Norma EN 875:1995	II
Análisis macrográfico según la Norma EN 1321:1996	Ma
Análisis micrográfico según la Norma EN 1321:1996	Mi
Ensayo de dureza según la Norma EN 1043:1995-1	HT

#### 8.4 Realización de ensayos y criterios de aceptación

8.4.1 Generalidades. Las probetas individuales se deben preparar y ensayar y deben cumplir los criterios de aceptación definidos.

8.4.2 Ensayo de resistencia a la tracción transversal. Los ensayos y los criterios de aceptación deben estar de acuerdo con la Norma EN 288-3:1992.

NOTA - Deberían hacerse consideraciones especiales cuando las propiedades mecánicas de la soldadura estén por debajo de las de los materiales base por diseño, por ejemplo aceros al 9% de níquel soldados con un metal de aportación austenítico.

8.4.3 Ensayo de resistencia a la tracción de las soldaduras longitudinales. Para chapas de ensayo en uniones a tope de espesor igual o superior a 20 mm, se debe realizar un ensayo de resistencia a la tracción de la soldadura longitudinal que tenga un diámetro mínimo igual o superior a 6 mm de acuerdo con la Norma EN 876:1995 y  $R_{eH}$ ,  $R_{m}$  y  $A_5$  deben cumplir los requisitos especificados del material base u otros valores pertinentes tenidos en cuenta específicamente en el diseño (por ejemplo, metal de aportación austenítico en acero al 9% de níquel). Cuando la temperatura de diseño sea superior a 300 °C, el ensayo se debe realizar a la temperatura de diseño.

NOTA - Deberían hacerse consideraciones especiales cuando las propiedades mecánicas de la soldadura estén por debajo de las de los materiales base por diseño, por ejemplo aceros al 9% de níquel soldados con un metal de aportación austenítico.

8.4.4 Ensayo de choque. El ensayo y los criterios de aceptación deben estar de acuerdo con la Norma EN 288-3:1992; además, si procede, se deben aplicar los requisitos del ensayo de choque de acuerdo con la Norma EN 13445-2:2002, anexo B.

8.4.5 Ensayo de doblado. Los ensayos y los criterios de aceptación deben estar de acuerdo con la Norma EN 288-3:1992.

8.4.6 Análisis macrográfico. Los ensayos y los criterios de aceptación deben estar de acuerdo con la Norma EN 288-3:1992.

El análisis macrográfico debe mostrar una buena acumulación de cordones y una buena penetración.

#### 8.4.7 Análisis micrográfico

- requisitos para las soldaduras, grupo de materiales 8.2: el análisis micrográfico debe mostrar una microestructura adecuada.

# Anexo 15

Tabla C.3-1  
Tipos y número mínimo de aberturas de acceso e inspección en recipientes no esféricos

Diámetro interior $D_i$ mm	Longitud de la sección cilíndrica, $L$ mm	Número mínimo y tipo de aberturas
$D_i \leq 300$	$L \leq 1\ 000$	1 mirilla pequeña en cada extremo
	$L > 1\ 000$	1 mirilla pequeña en cada extremo. La distancia entre los ejes de las mirillas y cualquier parte de costura a examinar no excede 500 mm. En caso contrario, se debe preparar una mirilla grande <sup>2</sup>
$300 < D_i \leq 450$	$L \leq 1\ 500$	2 mirillas grandes, una cerca de cada extremo o un agujero de mano <sup>1</sup> en el tercio central de la sección cilíndrica
	$L > 1\ 500$	1 agujero de mano cerca de cada extremo de la sección cilíndrica <sup>2</sup> o en los extremos. La distancia entre los ejes de los agujeros de mano y cualquier parte de costura a examinar no excede los 750 mm. En caso contrario, se debe preparar un agujero de mano adicional <sup>2</sup>
$450 < D_i \leq 840$	$L \leq 1\ 500$	1 mirilla grande y 1 agujero de mano, cada uno en un extremo o cerca de él
	$1\ 500 < L \leq 3\ 000$	1 agujero de cabeza en el tercio central de la sección cilíndrica o agujeros de mano como en el caso de $300 < D_i \leq 450$ , $L > 1\ 500$
	$L > 3\ 000$	El número de aberturas de inspección se debe aumentar de tal manera que la distancia máxima entre el eje del agujero de cabeza y cualquier parte de la soldadura a examinar no sea superior a 1 500 mm (1 000 mm para agujeros de mano). Los agujeros de mano deben estar como mínimo situados cerca de cada extremo de la sección cilíndrica o en cada fondo
$840 < D_i \leq 1\ 200$	$L \leq 2\ 000$	1 agujero de cabeza en el tercio central de la sección cilíndrica o 2 agujeros de mano cerca de cada uno de los extremos de la sección cilíndrica o en los fondos o 1 boca de hombre
	$L > 2\ 000$	1 boca de hombre o agujeros de cabeza como en el caso de $D_i \leq 840$ , $L > 3\ 000$
$D_i > 1\ 200$		1 boca de hombre o 1 agujero de rescate si es necesario
NOTA - Los requisitos para agujeros de rescate o bocas de hombre de distintas dimensiones para casos especiales, debería establecerlos el comprador. Cuando existan otras alternativas, la elección queda a discreción del fabricante.		
<sup>1</sup> Las mirillas y los agujeros de mano tienen que situarse de manera que proporcionen una vista de la costura longitudinal.		

Tabla C.3-2  
Tipos y número mínimo de aberturas de acceso e inspección en recipientes esféricos

Diámetro interior $D_i$ mm	Número mínimo y tipo de aberturas
$D_i \leq 450$	2 mirillas grandes o 1 agujero de mano
$450 < D_i \leq 840$	1 agujero de mano o 1 agujero de cabeza
$840 < D_i \leq 1\ 200$	1 agujero de cabeza o 1 boca de hombre
$D_i > 1\ 200$	1 boca de hombre o 1 agujero de rescate si es necesario
NOTA - Los requisitos para agujeros de rescate o bocas de hombre de distintas dimensiones para casos especiales, debería establecerlos el comprador. Cuando existan otras alternativas, la elección queda a discreción del fabricante.	

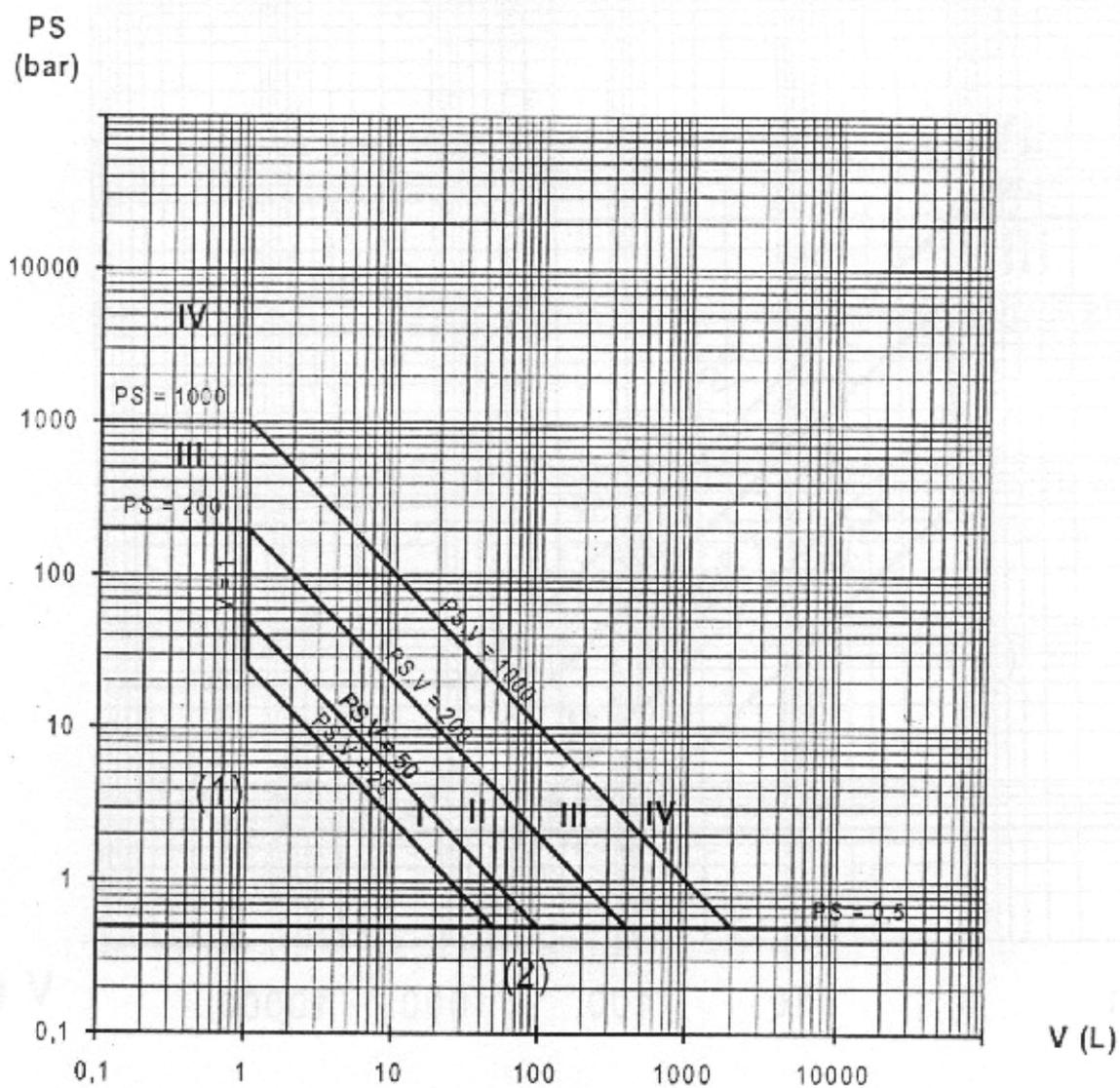
# Anexo 16



# Anexo 17

**TABLAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD:**

**TABLA 1**

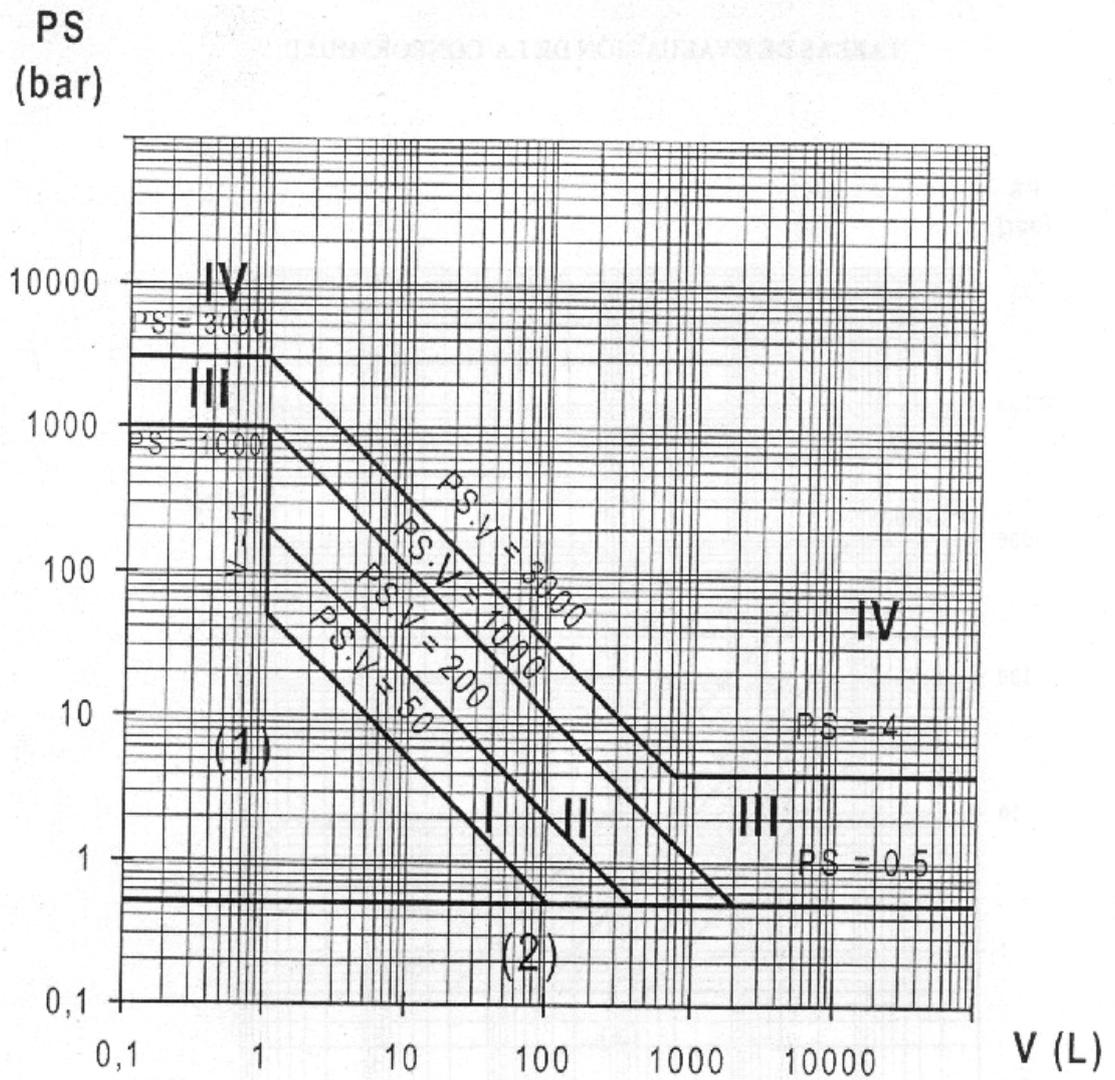


**Leyenda:**

- (1) Sínt categoría de peligro, véase el capítulo 4.4.**
- (2) Fuera del alcance de la Directiva 97/23/CE.**

Nota: Ref.: Directiva 97/23/CE, anexo II, tabla 1.

**TABLAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD:  
TABLA 2**



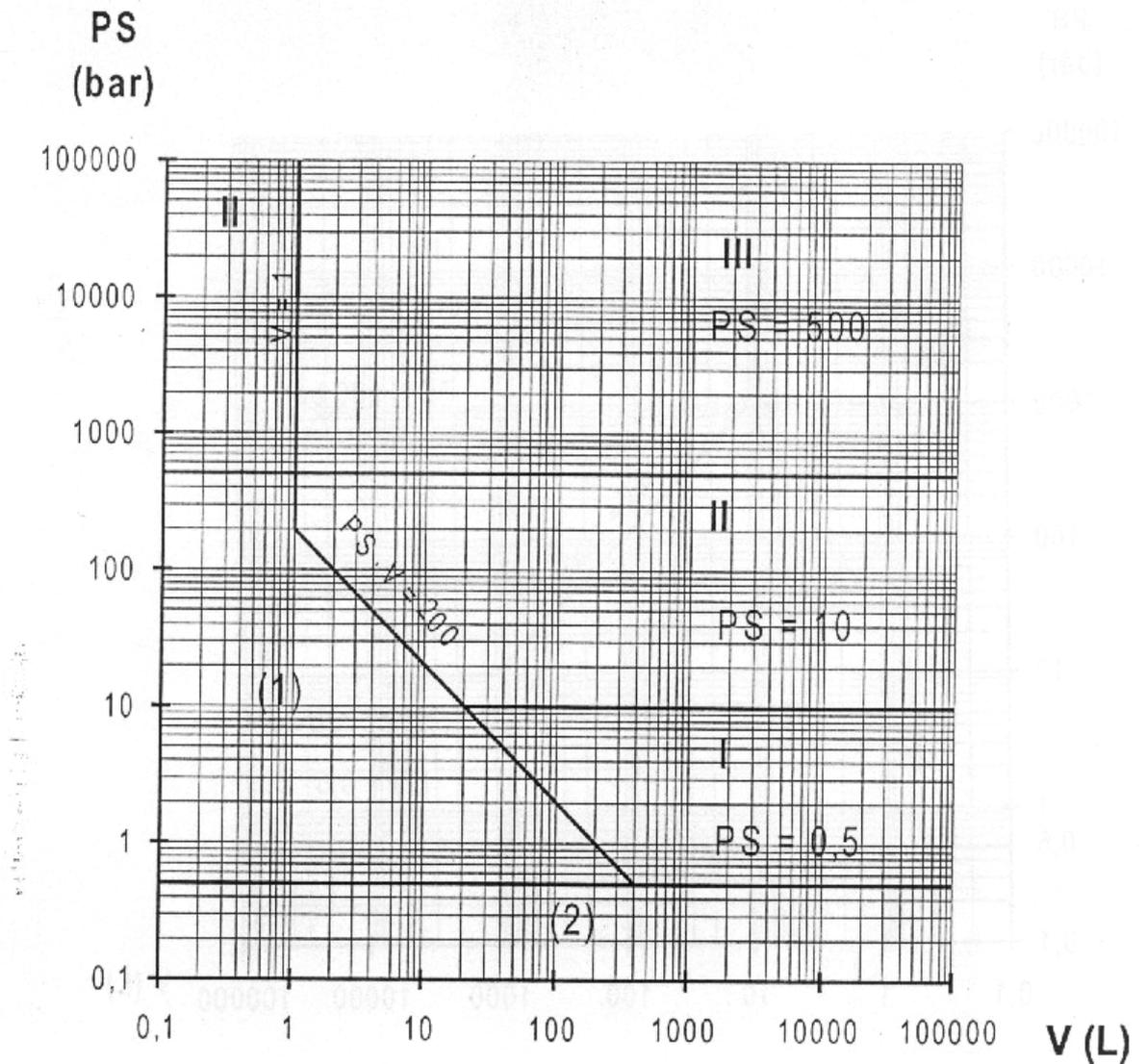
**Leyenda:**

- (1) **Sin categoría de peligro, véase el capítulo 4.4.**
- (2) **Fuera del alcance de la Directiva 97/23/CE.**

Nota: Ref.: Directiva 97/23/CE, anexo II, tabla 2.

**TABLAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD:**

**TABLA 3**



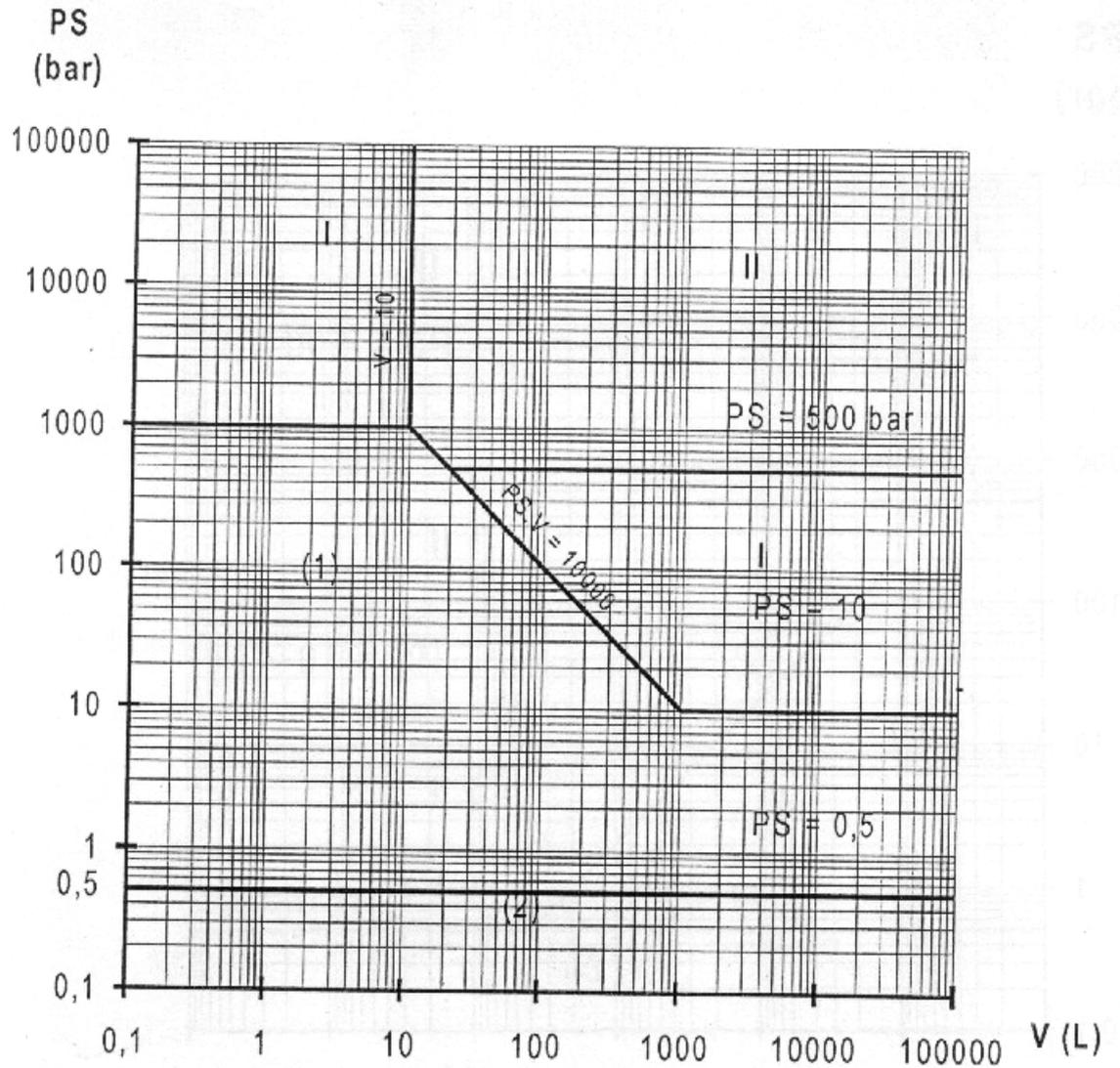
**Leyenda:**

- (1) **Sin categoría de peligro, véase el capítulo 4.4.**
- (2) **Fuera del alcance de la Directiva 97/23/CE.**

Nota: Ref.: Directiva 97/23/CE, anexo II, tabla 3.

**TABLAS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD:**

**TABLA 4**



**Leyenda:**

- (1) Sin categoría de peligro, véase el capítulo 4.4.
- (2) Fuera del alcance de la Directiva 97/23/CE.

Nota: Ref.: Directiva 97/23/CE, anexo II, tabla 4.

## MODULOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

**TABLA 5**

Los requisitos de cada módulo vienen descritos en el Anexo II de la Directiva y a modo de resumen los requisitos son como sigue:

<b>Módulo</b>	<b>Denominación</b>	<b>Descripción</b>
<b>A</b>	Control interno de la producción	Fabricado bajo la propia responsabilidad del fabricante
<b>A1</b>	Comprobaciones internas de la fabricación con vigilancia de la evaluación final.	Fabricado bajo la propia responsabilidad del fabricante pero la evaluación final será vigilada por la autoridad responsable
<b>B</b>	Examen CE de tipo. (Diseño y fabricación)	El fabricante establece un certificado de examen tipo CE con la autoridad responsable.
<b>B1</b>	Examen CE del diseño.	El fabricante establece un certificado de examen de diseño CE con la autoridad responsable
<b>C1</b>	Conformidad con el tipo.	Fabricado para que cumpla un certificado de examen CE de tipo con la fabricación vigilada por la autoridad responsable
<b>D</b>	Aseguramiento de la calidad de la producción.	El fabricante utiliza un sistema de calidad aprobado para la producción, inspección final y ensayos para demostrar la conformidad con un certificado de examen de diseño CE o con un certificado de examen tipo CE.

---

*Proceso de diseño y fabricación de recipientes a presión*

<b>D1</b>	Aseguramiento de la calidad de la producción.	El fabricante utiliza un sistema de calidad aprobado para la producción, inspección final y ensayos y fabrica sin utilizar un certificado de examen de diseño CE o un certificado de examen tipo CE.
<b>E</b>	Aseguramiento de la calidad del producto	El fabricante utiliza un sistema de calidad aprobado para la inspección final y ensayos y cumple con un certificado de examen tipo CE.
<b>E1</b>	Aseguramiento de la calidad del producto	El fabricante utiliza un sistema de calidad aprobado para la inspección final y ensayos sin un certificado de examen tipo CE.
<b>F</b>	Verificación del producto	Verificación final de los equipos los cuales han sido fabricados con un examen CE de tipo o un examen CE de diseño.
<b>G</b>	Verificación de la unidad CE	La autoridad responsable realiza el examen
<b>H</b>	Aseguramiento de la calidad pleno	El fabricante realiza un sistema de calidad aprobado para el diseño, fabricación, inspección final y ensayos.
<b>H1</b>	Aseguramiento de la calidad pleno con examen del diseño y vigilancia especial de la evaluación final	El fabricante realiza un sistema de calidad aprobado para el diseño, fabricación, inspección final y ensayos. La autoridad responsable emite un certificado de examen de diseño CE y toma parte en la evaluación final.

**TABLA 6**

**RELACIÓN DE MÓDULOS Y SISTEMAS DE CALIDAD:**

CATEGORÍA DE PELIGRO	MÓDULOS O COMBINACIÓN DE MÓDULOS A APLICAR	
	Fabricante SIN sistema de calidad	Fabricante CON sistema de calidad
I	A Control interno de la producción	
II	A1 Comprobaciones internas de la fabricación con vigilancia de la evaluación final	D1 Aseguramiento de la calidad de la producción
		E1 Aseguramiento de la calidad del producto
III	B1+ F Examen del diseño CE + verificación del producto	B1+D Examen del diseño CE + aseguramiento de la calidad de la producción
	B+C1 Examen tipo + conformidad con el tipo	H Aseguramiento de la calidad pleno
		B+E Examen tipo CE + aseguramiento de la calidad del producto
IV	G Verificación de la unidad	H1 Aseguramiento de la calidad pleno con examen de diseño y vigilancia especial de la evaluación final
	(Examen tipo CE + B+F Verificación del producto)	B+D (Examen tipo CE + aseguramiento de la calidad de la producción)

# Anexo 18

**ENTIDADES INDEPENDIENTES RECONOCIDAS EN ESPAÑA:**

- **Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de la Unión**  
*(reconocida para la aprobación de personal que realiza uniones permanentes)*

C/ Gabino Gimeno, 5 B

Madrid 28026

Tel.: 91-4758307

Fax.: 91-5005377

- **Asociación Española de Ensayos no Destructivos**  
*(reconocida para la aprobación de personal que realiza ensayos no destructivos)*

C/ Bocangel, 28

Madrid 28028

Tel.: 91-3612585

Fax.: 91-3614761

---



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA

EQUIPOS A PRESION  
ORGANISMOS NOTIFICADOS ESPAÑOLES

Actualizado a: 15/03/04

NUM	ORGANISMO	DIRECCION	CIUDAD	TEL/FONO	FAX	COMPETENCIAS	EMAIL
0052	CUALICONTROL-ACI, S.A.	CALERUEGA, 67	28033-MADRID	917663133	917671799	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	cca_oca@cuali- acisa.com
0053	ASISTENCIA TECNICA INDUSTRIAL, SAE ATISAE	AVENIDA DE LA INDUSTRIA 51 BIS	28760-TRES CANTOS (MADRID)	918061730	918040157	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	cballesteros@atisae.com
0054	BUREAU VERITAS ESPAÑOL, S.A.	ARROYO DE LA VEGA FRANCISCA DELGADO, 11	28109-ALCOBENDAS (MADRID)	912702211	912702299	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	santiago.poudereux@es. bureauveritas.com
0056	ECA, ENTIDAD COLABORADORA DE LA ADMINISTRACION, S.A.	AVENIDA DE TIBIDABO, 30	08022-BARCELONA	932530330	932530329	A1, B, B1, C1, F, G, AEM, AESM, APUP, APRUP	dirtec@eca.es
0057	EUROCONTROL, S.A.	ZURBANO, 48	28010-MADRID	917027850	913194266	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	malonso@eurocontrol.es
0058	INSPECCION Y GARANTIA DE CALIDAD, S.A.	CENTRO EMPRESARIAL ATICA 7 VIA DE LAS DOS CASTILLAS, 33- Ed.7-3ª	28224-POZUELO DE ALARCON (MADRID)	917994800	913521808	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	igcigc@airtel.net
0059	NORCONTROL, S.A.	CTRA. NAL. VI, KM 582	15468-SADA (LA CORUÑA)	911014500	911014550	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	amiranda@solucciona.com
0094	LLOYD'S REGISTER ESPAÑA, S.A.	PRINCESA, 29-1º	28006-MADRID	915401210	915416268	A1, B, B1, C1, D, D1, E, E1, F, G, H, H1 AEM, AESM, APUP, APRUP	jose.rivcro@lr.org
0096	SGS TECNOS S.A.	TRESPADERNE, 29	28042-MADRID	91 3138000	91 3138095	A1, B, B1, C1, F, G, AEM, AESM, APUP, APRUP	miguel_angel_Fernandez @sgs.com
0099	ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACIÓN	GENOVA, 6	28004-MADRID	91 4326008	91 3104683	A1,B, B1, C1, D, D1,E, E1,H, H1, AESM	producto@actnor.es ablazquez@actnor.es
0720	AGBAR CERTIFICACIÓN S.L.	TORRETXU BIDEA, 7	48150-SONDIKA (VIZCAYA)	944710285	944710408	A1, B, B1, C1, F, G, AEM, AESM, APUP, APRUP	pcarranza@appluscorp. com
0830	ENTIDAD DE CERTIFICACIÓN Y ASEGURAMIENTO, S.A.	TERRE 11-19	08017-BARCELONA	932535330	932535331	D, D1, E, E1, H, H1	central@ecacertificacion. com

0844	INGENIERIA TECNICAS DE CALIDAD, S.L.	POLIGONO AURRERA MANZANA 1, N° 63-1º	48510-TRAPAGARAN (VIZCAYA)	944723410	944724060	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	inteca@clients.euskalnet.net
1027	TÜV INTERNACIONAL GRUPO TÜV RHEINLAND, S.L.	JOSE SILVA, 17	28043-MADRID	917444500	914135590	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	adalberto.perea@es.tuv.com
1181	SGS ICS IBERICA S.A.	TRESPADERNE, 29	28042 MADRID	91 3138000	91 3138095	D, D1, E, E1, H, H1	ramon_robles@sgs.com
1348	SERVICIOS DE CONTROL E INSPECCIÓN, S.A. (SCI)	CARRETERA DE AJALVIR-TORREJON, KM. 18	28864- AJALVIR (MADRID)	91 8844393	91 8844324	A1, B, B1, C1, F, G AEM, AESM, APUP, APRUP	sciinspe@scisa.es

AEM..... Aprobación europea de materiales

AESM..... Aprobación específica de materiales

APUP..... Aprobación de procedimientos de uniones permanentes

APRUP..... Aprobación de personas que realizan uniones permanentes

La relación de organismos notificados por los demás Países de la Unión Europea se ha publicado en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas C 302 de 12 de diciembre de 2003. No obstante, después de dicha fecha han sido notificados más Organismos.

# Anexo 19

**Directiva Equipos a Presión 97/23/CE (R.D. 769/1999)**  
**REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD. ANEXO I DIRECTIVA**

Descripción Equipo:  
 Datos equipo:  
 N° de identificación:

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
1	GENERAL		
1.1	El equipo a presión debe ser diseñado, fabricado controlado, montado e instalado de manera que se garantice la seguridad de los mismos si se ponen en servicio, de conformidad con las instrucciones del fabricante.		
1.2	El fabricante debe aplicar los siguientes principios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar o reducir los riesgos tanto como sea razonablemente posible.</li> <li>• Aplicar las medidas de protección adecuadas contra los riesgos que no puedan eliminarse.</li> <li>• Informar al usuario sobre los riesgos residuales</li> </ul>		
1.3	El equipo a presión debe ser diseñado para prevenir un uso indebido y/o impedir los riesgos derivados de dicho uso.		
2	DISEÑO		

REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD		REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
2.1	<p>General</p> <p>El equipo a presión debe ser diseñado para garantizar su seguridad durante toda su vida prevista y que todos los factores de seguridad hayan sido tenidos en cuenta.</p>		
2.2	<b>DISEÑO PARA UNA RESISTENCIA ADECUADA</b>		
	<p>El equipo a presión debe ser diseñado para resistir todas las cargas correspondientes al uso previsto y teniendo en cuenta lo siguiente: Descomposición de los fluidos inestables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión exterior/interior.</li> <li>• Temperatura ambiente/servicio.</li> <li>• Presión estática y masa de las sustancia contenida (funcionamiento y prueba).</li> <li>• Cargas debidas al tráfico, vientos y terremotos.</li> <li>• Fuerzas y movimientos de reacción derivados de los soportes, dispositivos de montaje, tuberías, etc.</li> <li>• Corrosión, erosión, fatiga, etc.</li> <li>• Descomposición de los fluidos inestables.</li> </ul>		
2.2.2	El diseño debe estar basado, como regla general, en un método de cálculo, completado si es necesario, con un método experimental de diseño.		
2.2.3	<b>Método de Cálculo.</b>		

REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD		REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
2.2.3 (a)	Contención de la presión y otras cargas. Las tensiones admisibles deben estar limitadas en función de los fallos razonablemente previsibles en condiciones de funcionamiento con los apropiados factores de seguridad aplicados. Estos requisitos pueden cumplirse aplicando uno o más de los siguientes métodos:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diseño por fórmulas</li> <li>– Diseño por análisis</li> <li>– Diseño por mecánica de la rotura</li> </ul>		
2.2.3 (b)	<p><b>Resistencia:</b> La resistencia del equipo a presión debe ser establecida aplicando los cálculos de diseño adecuados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– La presión de diseño no debe ser inferior a la presión máxima admisible teniendo en cuenta la presión de elevación total, peso del fluido, presión fluido evacuado y descomposición de fluidos inestables.</li> <li>– La temperatura de diseño debe permitir márgenes de seguridad adecuados.</li> <li>– El diseño debe tener en cuenta todas las combinaciones posibles de temperatura y diseño.</li> <li>– Las tensiones máximas y las concentraciones de valores máximos de tensión deben estar dentro de límites seguros.</li> </ul>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El cálculo para la contención de presión debe utilizar valores adecuados de las propiedades del material, basados en datos demostrados y teniendo en cuenta los factores de seguridad apropiados.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Debe aplicarse coeficiente de resistencia de juntas adecuadas.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El diseño debe tener en cuenta todos los procesos de degradación razonablemente previsibles y deberán ser advertidos en las instrucciones de funcionamiento.</li> </ul>		
2.2.3 (c)	<p>Estabilidad</p> <p>Medidas de precaución necesarias deben tomarse para asegurar una estabilidad estructural durante el transporte y manejo.</p>		
2.2.4	<p>Método experimental de diseño</p> <p>El diseño del equipo a presión puede ser realizado, total o parcialmente, mediante un programa de pruebas adecuado, llevado a cabo en una muestra representativa del equipo. El programa de pruebas debe definir claramente antes de las pruebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prueba de resistencia a presión, para verificar que el equipo no presenta fugas ni deformaciones significativas.</li> <li>– Cuando exista riesgo de fatiga o fluencia, ensayos adecuados.</li> <li>– Cuando sea necesaria, pruebas complementarias sobre otros factores, corrosión, acciones exteriores, etc.</li> </ul>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
2.2.5	<p>Disposiciones para garantizar el uso y funcionamiento en condiciones de seguridad.</p> <p>El modo de funcionamiento debe estar diseñado para que su manejo no entrañe ningún riesgo razonablemente previsible, teniendo especial atención a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aperturas y cierres.</li> <li>- Descargas peligrosas de las válvulas de seguridad.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivos que impiden el acceso físico mientras haya presión o vacío.</li> <li>- Temperatura de la superficie.</li> <li>- Descomposición de fluidos inestables.</li> </ul> <p>En particular los equipos con puertas de visita deben estar provistos de un dispositivo automático o manual que permita asegurarse la apertura sin peligro alguno de presión o temperatura.</p>		
2.4	<p>Medios de inspección</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El equipo a presión debe diseñarse y construirse de manera que puedan realizarse todas las inspecciones necesarias de seguridad.</li> <li>- Medios para determinar el estado interno del equipo.</li> <li>- Utilización de medios alternativos que aseguren todos los requisitos de seguridad.</li> </ul>		

REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD		REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
2.5	<p>Sistemas de purga y ventilación.</p> <p>Cuando sea necesario se dispondrá de sistemas adecuados de purga y ventilación para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Evitar golpes de ariete, colapso provocado por vacío, corrosión y reacciones químicas no controladas.</li> <li>– Permitir la limpieza, control y mantenimiento con seguridad.</li> </ul>		
2.6	<p>Corrosión y otras acciones químicas.</p> <p>Se toman las medidas adecuadas de protección contra la corrosión y otras acciones químicas.</p>		
2.7	<p>Desgaste</p> <p>Se toman las medidas adecuadas contra los efectos de la erosión o abrasión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– En el diseño (envueltas, material revestimiento, mayor espesor).</li> <li>– Permitir la sustitución de partes más afectadas.</li> <li>– Referencias en las instrucciones de funcionamiento.</li> </ul>		
2.8	<p>Conjuntos</p> <p>Los conjuntos deben estar diseñados de manera que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos que vayan a unirse sean adecuados y fiables para su servicio.</li> <li>– Todos los elementos se integren correctamente y se unan de manera adecuada</li> </ul>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
2.9	<p>Disposiciones de llenado y vaciado</p> <p>Cuando proceda el equipo a presión debe ser diseñado y provisto de accesorios adecuados o se estipulará su instalación, para asegurar que el llenado y vaciado se realiza en condiciones de seguridad en lo referente a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Llenado, llenado excesivo, sobrepresión, inestabilidad del fluido.</li> <li>– Vaciado, descarga no controlada del fluido.</li> <li>– En llenado y vaciado, riesgos en conexiones y desconexiones.</li> </ul>		
2.10	<p>Protección contra el rebosamiento de los límites admisibles de los equipos a presión.</p> <p>El equipo a presión debe estar equipado o diseñado para ser instalados, con dispositivos de protección adecuados, en función de las características del equipo.</p>		
2.11	Accesorios de seguridad		
211.1	<p>Accesorios de seguridad deberán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diseñarse y fabricarse de manera que sean fiables y adaptados a las condiciones al servicio previstas, incluyendo mantenimiento y pruebas de los dispositivos.</li> <li>– Ser independientes de las demás funciones.</li> <li>– Responder a los principios de diseño adecuados para conseguir una protección adecuada o fiable.</li> </ul>		
2.11.2	<p>Órganos limitadores de la Presión.</p> <p>Estos órganos deben estar diseñados de manera que la presión no sobrepase permanentemente la presión máxima admisible PS, excepto aumentos de corta duración de 1.1 la presión del diseño.</p>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
2.11.3	Dispositivos de control de la temperatura. Estos dispositivos deben tener un tiempo adecuado de respuesta por razones de seguridad.		
2.12.	Incendio exterior Cuando sea necesario, el equipo a presión estará diseñado y equipado o preparado para su incorporación con accesorios adecuados para cumplir los requisitos relativos a la limitación de daños en caso de incendio exterior.		
3	FABRICACIÓN		
3.1	Procedimientos de fabricación El fabricante debe asegurar la correcta ejecución de las disposiciones establecidas en la fase de diseño, mediante la aplicación de las técnicas y métodos adecuados.		
3.1.1	Preparación de los componentes La preparación de los componentes no debe ocasionar defectos ni fisuras ni cambios en las características mecánicas que puedan poner en peligro la seguridad de los equipos a presión.		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
3.1.2	<p>Uniones permanentes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Las uniones permanentes y las zonas adyacentes deben estar exentas de deficiencias de superficie o interiores, perjudiciales para la seguridad del equipo.</li> <li>– Las propiedades de la unión deben corresponder a los propiedades mínimas especificadas para los materiales que deban unirse, a menos que se haya tenido en cuenta en los cálculos de diseño.</li> <li>– Las uniones permanentes de elementos será realizadas por personal cualificado y mediante procedimientos cualificados.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Para equipos a presión, categorías II, III y IV, los procedimientos y el personal deben ser aprobados por un Organismo Notificado o una entidad independiente reconocida u Organismo Notificado.</li> </ul>		
3.1.3	<p>Ensayos no destructivos</p> <p>Para equipos a presión, los controles no destructivos de las uniones permanentes deben ser llevadas a cabo por personal cualificado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Para equipos categoría III y IV, el personal debe ser aprobado por una entidad independiente reconocida.</li> </ul>		
3.1.4	<p>Tratamiento térmico</p> <p>Cuando aplique un tratamiento térmico adecuado en la correspondiente fase de fabricación</p>		
3.1.5	<p>Conocimiento de las características de los materiales (Trazabilidad). Procedimientos adecuados deben ser establecidos y mantenidos para identificar los materiales de los elementos del equipo que contribuyan a la resistencia a la presión.</p>		

REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD		REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
3.2	Verificación final Debe someterse el equipo a presión a la verificación final descrita a continuación		
3.2.1	Inspección final El equipo a presión debe someterse a una inspección final para comprobar visualmente y por examen de documentos de		
	acompañamiento, el cumplimiento con los requisitos de la Directiva. – Teniendo en cuenta los controles llevados a cabo durante la fabricación. – Inspección interior y exterior, en la medida de lo posible, de todas las partes del equipo		
3.2.2	Prueba La verificación final de los equipos a presión debe incluir una prueba de resistencia a la presión, normalmente prueba hidrostática, según 7.4. – Equipos de categoría I fabricados en serie podrán realizarse por medios estadísticos. – Cuando la prueba hidrostática sea perjudicial o irrealizable, podrán realizarse pruebas alternativas de valor reconocido.		
3.2.3	Examen de los dispositivos de Seguridad. Para conjuntos, la verificación final incluirá un examen de los dispositivos de seguridad para verificar si se han cumplido los requisitos contemplados en 2.10.		
3.3	Marcas y etiquetado Además del marcado CE, la siguiente información debe ser facilitada:		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
3.3 (a)	<p>Para todos los recipientes a presión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre, apellidos y dirección y otras señas de identificación del fabricante</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Año de fabricación.</li> <li>- Identificación del equipo a presión (tipo, nº de serie, lote, nº de fabricación).</li> <li>- Límites esenciales máximas y mínimos admisibles.</li> </ul>		
3.3 (b)	<p>Según el tipo de equipo a presión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumen (V) del equipo a presión en litros (l)</li> <li>- Diámetro nominal de las tuberías (DN) en mm.</li> <li>- Presión de prueba (PT) aplicada, en bar y la fecha.</li> <li>- Presión de rotura del órgano dispositivo de seguridad, en bar.</li> <li>- Potencia del equipo a presión en KW.</li> <li>- Tensión de alimentación en voltios (V).</li> <li>- Uso previsto.</li> <li>- Grado de llenado en Kg/l.</li> <li>- Masa máxima de llenado en Kg.</li> <li>- Masa tarada en Kg.</li> <li>- Grupo de productos.</li> </ul>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
3.3. (c)	Cualquier información adicional necesaria para la instalación del equipo, operación utilización, mantenimiento, inspección y advertencias fijadas en el equipo a presión para llamar la atención sobre errores de utilización.		
3.4	Instrucciones de funcionamiento		
3.4 (a)	<p>Cuando se comercialice un equipo a presión, debe acompañarles para el usuario, que contengan toda la información útil para la seguridad, relativa a :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Montaje, incluida la unión de los distintos equipos a presión.</li> <li>– Puesta en servicio.</li> <li>– Utilización.</li> <li>– Mantenimiento, incluidos los controles por el usuario.</li> </ul>		
3.4(b)	Las instrucciones deberán recoger toda la información indicada en el equipo a presión en aplicación del punto 3.3.		
3.4 (c)	En su caso, las instrucciones deben también hacer notar los peligros de una utilización errónea con arreglo a 1.3 y 2.2.3.		
4	<p><b>MATERIALES</b></p> <p>Los materiales utilizados para la fabricación de los equipos a presión deben ser apropiados para su aplicación durante el período de vida previsto, a menos que esté previsto su replazamiento.</p>		
4.1	Materiales de las partes sometidas a presión		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
4.1 (a)	Deben tener características adecuadas al conjunto de condiciones de funcionamiento razonablemente previsibles y de condiciones de prueba y deben tener la suficiente ductilidad y dureza (ver requisitos de 7.5) Se deberá tener en cuenta en la selección del material la rotura por fragmentación, cuando sea necesario.		
4.1(b)	Debe tener la suficiente resistencia química al fluido contenido en el equipo a presión.		
4.1(c)	No deben ser significativamente sensibles al envejecimiento.		
4.1(d)	Deben de ser apropiados para los métodos de transformación previstos.		
4.1(e)	Deben elegirse de manera que se eviten efectos negativos significativos cuando se unen a materias diferentes.		
4.2(a)	El fabricante debe definir adecuadamente los valores necesarios para los cálculos de diseño (ver 2.2.3) y , así como las características esenciales de los materiales y de su aplicación (al que se refiere 4.1).		
4.2(b)	El fabricante debe proporcionar documentación técnica relativa al cumplimiento de las disposiciones dela presente Directiva relativas a los materiales, con arreglo a alguna de las siguientes formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Materiales con arreglo a normas armonizadas.</li> <li>– Materiales amparadas por una aprobación europea de materiales.</li> <li>– Mediante una evaluación específica de los materiales.</li> </ul>		
4.2(c)	Los equipos de las categorías III y IV, la evaluación específica de los materiales debe ser llevada a cabo por el Organismo Notificado encargado de la evaluación de la conformidad		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
4.3	El fabricante debe adoptar las medidas apropiadas para asegurarse de que el material utilizado cumple con las especificaciones requeridas y la documentación preparada por el fabricante del material certifica conformidad con una especificación determinada. Para las partes principales a presión de los equipos de las categorías II, III, y IV, el certificado debe ser un certificado de control específico de producto.		
Además de los requisitos establecidos en los puntos a 1 a 4, se aplicarán los siguientes requisitos a los equipos contemplados en las secciones 5 y 6.			
5	<p><b>EQUIPOS A PRESIÓN SOMETIDOS A LA ACCIÓN DE LA LLAMA UNA APORTACIÓN DE CALOR QUE REPRESENTA UN PELIGRO DE RECALENTAMIENTO.</b></p> <p>Esta categoría de equipo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generadores de vapor y agua caliente (pto. 1.2, art. 3)</li> <li>• Equipos para flujos térmicos distintos de los generadores de agua caliente o vapor.</li> </ul> <p>Estos equipos a presión deben ser calculados, diseñados y fabricados de forma que se evite o reduzca el riesgo de pérdida significativa de contención debido al recalentamiento.</p> <p>a) Se suministra dispositivos de protección adecuados para limitar parámetros de funcionamiento con objeto de evitar recalentamiento local o general.</p>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>b) Se prevén puntos de toma de muestras cuando sea necesario para evaluar las propiedades del fluido, con el fin de evitar todo el riesgo relacionado con depósitos, incrustaciones o corrosión.</li> <li>c) Se adoptan disposiciones para eliminar riesgos de daños derivados de los depósitos e incrustaciones.</li> <li>d) Se dispone de medios para disipar el calor con seguridad el calor residual después del paro.</li> <li>e) Se prevén disposiciones para impedir la acumulación peligrosa de metales inflamables de sustancias combustibles y del aire o el retorno de la llama.</li> </ul>		
6.	TUBERÍAS (DEFINIDAS EN PUNTO 1.3 DEL ARTÍCULO 3)		
	<p>El diseño y fabricación garantizan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) El riesgo de deformación permanente derivada de movimientos libres inadmisibles o de esfuerzos excesivos se controla adecuadamente mediante abrazaderas, tirante, sujeciones, etc.</li> <li>b) Cuando exista la posibilidad de condensación de fluidos gaseosos en el interior de los tubos, se dispone de medios necesarios para purgar y expulsar los depósitos y las incrustaciones de los fondos y costados.</li> <li>c) Se tiene en cuenta los fallos potenciales derivados de las turbulencias y la formación de torbellinos.</li> </ul>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
	<p>d) Se tiene en cuenta el riesgo de fatiga debido a las vibraciones en los tubos.</p> <p>e) Cuando la tubería contiene fluidos del grupo I, se dispone de medios para incomunicar los conductos de toma que presenten riesgos significativos en causa de su tamaño.</p> <p>f) Se reduce al máximo el peligro de descarga accidental.</p> <p>g) La posición y relleno de las tuberías y conducciones subterráneas está registrada al menos en la documentación técnica.</p>		
7	REQUISITOS CUANTITATIVOS PARTICULARES PARA DETERMINADOS EQUIPOS A PRESIÓN		
	<p>Los siguientes requisitos son aplicables por norma general. Sin embargo, cuando no se apliquen el fabricante debe justificar la aplicación de disposiciones apropiadas que permiten obtener un nivel de seguridad global equivalente.</p> <p>Las disposiciones establecidas en esta sección completan los requisitos esenciales de las secciones 1a 6 para los equipos a presión a los que son de aplicación.</p>		
7.1	Tensiones admisibles		
7.1.1	<p>Símbolos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Re/t límite elástico a la temperatura de cálculo según el caso. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Límite superior de cedencia para materiales que presentan límites inferiores y superiores de fluencia</li> </ul> </li> </ul>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensión de prueba al 1,0 % para acero austenítico y aluminio sin alear.</li> <li>– Tensión de prueba al 0,2 % para el resto de los casos.</li> <li>• R m/20, valor mínimo de resistencia a la tensión máxima a 20° C.</li> <li>• R m/t, resistencia a la tensión a la temperatura de cálculo.</li> </ul>		
7.1.2	<p>La tensión general de membrana admisible para cargas estáticas y para temperaturas situadas fuera de la gama en la que los fenómenos de fluencia será significativos, no debe ser superior a menor de los siguientes valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Acero ferrítico, incluido acero normalizado (acero laminado) y excluido los aceros de grano fino y los que hayan sufrido un tratamiento térmico especial <math>2/3 Re/t</math> ó <math>5/12 Rm/20</math>.</li> <li>• Acero austenítico. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Si su alargamiento después de la rotura es superior a 30%, <math>2/3 Re/t</math>.</li> <li>– Si su alargamiento después de la rotura es superior al 35%, <math>5/6</math> de <math>Re/t</math> y <math>1/3 Rm/t</math>.</li> </ul> </li> <li>• Acero moldeado, sin alear o de baja aleación, <math>10/19 R e/t</math> ó <math>1/3 Rm/20</math>.</li> <li>• Aluminio, <math>2/3 R e/t</math>.</li> <li>• Aleaciones de aluminio (que no puedan ser templados), <math>2/3</math> de <math>R e/t</math> y <math>Rm/20</math>.</li> </ul>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
7.2	<p>Coeficiente de resistencia de las juntas.</p> <p>Para juntas soldadas, el coeficiente de junta no debe exceder de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para equipos sujetos a controles destructivos y no destructivos que permitan comprobar que el conjunto de las juntas no presenta deficiencias significativas: 1.</li> <li>• Para equipos sujetos a controles no destructivos aleatorios: 0,85.</li> <li>• Para equipos que no estén sujetos a controles no destructivos, distintos de la inspección visual: 0,7.</li> </ul>		
7.3	<p>Órganos controladores de presión.</p> <p>El aumento momentáneo de presión (indicado en 2.11.2) deberá limitarse al 10% de la presión máxima admisible.</p>		
7.4	<p>Presión de prueba hidrostática.</p> <p>La presión de prueba hidrostática (indica en 3.2.2) debe ser como mínimo, igual al más elevado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Presión correspondiente a la carga máxima que puede soportar el equipo en funcionamiento, teniendo en cuenta su presión máxima admisible y su temperatura máxima admisible, multiplicado por 1,25 ó ,</li> <li>– La presión máxima admisible, multiplicada por el coeficiente 1,43.</li> </ul>		
7.5	<p>Características de los materiales</p> <p>Un acero se considera con la suficiente ductilidad si su alargamiento después de la rotura es mayor o igual al 14%, y su energía de flexión por choque (impacto) sobre probeta ISO V es igual o mayor a 27J, a</p>		

	REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
	una temperatura igual como máximo a 20°C, pero no superior a la temperatura más baja de funcionamiento previsto.		

# Anexo 20

## PROGRAMA DE INSPECCIONES DE DISEÑO Y FABRICACIÓN

Descripción Equipo:  
Datos equipo:  
N° de identificación:

Campo de aplicación	Descripción	Referencia	Departamento responsable	Organismo de inspección
DISEÑO				
Datos y cálculos de diseño	Elaboración de especificaciones técnicas y cálculos de diseño			
Planos de fabricación	Elaboración de planos de diseño			
Evaluación de materiales	Evaluación de los materiales a utilizar para determinar si son adecuados			
Certificados de materiales, materiales base	Verificación de que la información de los certificados y de los resultados están de acuerdo con la especificación de diseño.			

Campo de aplicación	Descripción	Referencia	Departamento responsable	Organismo de inspección
Consumibles de soldadura	Verificación de que los consumibles que se van a utilizar están de acuerdo con la especificación de diseño			
Aprobaciones de los procedimientos de soldadura	Verificación de que las especificaciones de los procedimientos de soldadura (WPS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Son adecuadas para el diseño</li> <li>- Están aprobadas de acuerdo con los requisitos de normas armonizadas.</li> </ul>			
Personal	Verificación de que el personal que realiza las uniones y los ensayos no destructivos está cualificado o aprobado.			
Revisión o aprobación del diseño				
<b>MATERIALES</b>				
Identificación del material	Identificar y marcar los componentes y materiales suministrados			

Campo de aplicación	Descripción	Referencia	Departamento responsable	Organismo de inspección
Transferencia de las marcas de identificación				
<b>SOLDADURA Y CONFORMACIÓN</b>				
Especificaciones de soldadura	Verificación de que están disponibles las especificaciones de soldadura apropiadas			
Aprobación de soldadores y operadores				
Partes conformadas	Verificar que las partes conformadas están de acuerdo con los requisitos de los procedimientos de conformación			
<b>ENSAYOS DE PRODUCCIÓN</b>				
Ensayos de producción				
Tratamiento térmico post soldadura.				
Procedimientos de ensayos no destructivos				

Campo de aplicación	Descripción	Referencia	Departamento responsable	Organismo de inspección
Aprobación del personal de ensayos no destructivos				
Informes de ensayos no destructivos				
<b>EVALUACIÓN FINAL, MARCADO Y DOCUMENTACIÓN</b>				
Inspección antes de la prueba de presión				
Prueba de presión				
Inspección después de la prueba de presión				
Dispositivos de seguridad				
Evaluación de la conformidad	Declaración de conformidad con la Directiva			

# Anexo 21

## I

(Actos cuya publicación es una condición para su aplicabilidad)

**DIRECTIVA 97/23/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO**

de 29 de mayo de 1997

relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea y, en particular, su artículo 100 A,

Vistas las propuestas de la Comisión<sup>(1)</sup>,

Visto el dictamen del Comité Económico y Social<sup>(2)</sup>,

De conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 189 B del Tratado<sup>(3)</sup>, a la vista del texto conjunto aprobado por el Comité de conciliación el 4 de febrero de 1997,

- (1) Considerando que el mercado interior implica un espacio sin fronteras interiores en el que la libre circulación de mercancías, servicios y capitales está garantizada;
- (2) Considerando que hay diferencias en el contenido y el ámbito de aplicación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en vigor de los Estados miembros sobre la protección de la salud de las personas y la seguridad de las personas y, en su caso, de los animales domésticos y de los bienes, cuando se trata de equipos a presión que no están incluidos en la normativa comunitaria vigente; que los procedimientos de certificación y de inspección de esos equipos difieren entre los Estados miembros; que dichas disparidades son de tal naturaleza que constituyen obstáculos al comercio comunitario;
- (3) Considerando que la armonización de las legislaciones nacionales es el único medio para eliminar esos

obstáculos al libre comercio; que este objetivo no pueden alcanzarlo satisfactoriamente los Estados miembros por separado; que la presente Directiva sólo establece los requisitos imprescindibles para la libre circulación de los equipos a los que se aplica;

- (4) Considerando que los equipos sometidos a una presión inferior o igual a 0,5 bar no representan riesgos significativos ligados a la presión; que, por consiguiente, no pueden ponerse obstáculos a su libre circulación en la Comunidad; que, en consecuencia, la presente Directiva se aplicará a los equipos sometidos a una presión máxima admisible PS superior a 0,5 bar;
- (5) Considerando que la presente Directiva contempla asimismo los conjuntos compuestos por varios equipos a presión instalados para constituir una instalación funcional; que dichos conjuntos incluyen desde conjuntos simples, como una olla a presión, a conjuntos complejos, como una caldera acuotubular; que cuando el fabricante de un conjunto destina el mismo —y no cada uno de sus elementos por separado— a su comercialización y puesta en servicio como tal, dicho conjunto debe atenerse a la presente Directiva; que, por el contrario, la presente Directiva no cubre la unión de equipos a presión realizada en el lugar de emplazamiento del usuario, bajo la responsabilidad de este último, como, por ejemplo, las instalaciones industriales;
- (6) Considerando que la presente Directiva armoniza las disposiciones nacionales en lo que se refiere a los riesgos debidos a la presión; que, en consecuencia, los demás riesgos que pueden presentar dichos equipos se regularán, en su caso, mediante otras directivas que se ocupen de los mismos; que, no obstante, los equipos a presión pueden incluirse dentro de los productos que figuren en otras directivas adoptadas con arreglo al artículo 100 A del Tratado; que las disposiciones previstas por algunas de dichas directivas se refieren a los riesgos debidos a la presión; que dichas disposiciones se consideran suficientes para prevenir de forma adecuada los peligros debidos a la presión que presenten dichos equipos cuando el nivel de riesgo de los mismos

<sup>(1)</sup> DO nº C 246 de 9. 6. 1993, p. 1 y DO nº C 207 de 27. 7. 1994, p. 5.

<sup>(2)</sup> DO nº C 52 del 19. 2. 1994, p. 10.

<sup>(3)</sup> Dictamen del Parlamento Europeo de 19. 4. 1994 (DO nº C 128 de 9. 5. 1994, p. 61), Posición común del Consejo de 29 de marzo de 1996 (DO nº C 147 de 21. 5. 1996) y decisión del Parlamento Europeo de 17 de julio de 1996 (DO nº C 261 de 9. 9. 1996, p. 68). Decisión del Consejo de 17 de abril de 1997.





HAN ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

### Artículo 1

#### Ámbito de aplicación y definiciones

1. La presente Directiva se aplica al diseño, la fabricación y la evaluación de la conformidad de los equipos a presión y de los conjuntos sometidos a una presión máxima admisible PS superior a 0,5 bar.
2. A los efectos de la presente Directiva se entiende:
  - 2.1. Por «equipos a presión», los recipientes, tuberías, accesorios de seguridad y accesorios a presión.

En su caso, se considerará que forman parte de los equipos a presión los elementos fijados a las partes sometidas a presión, como bridas, tubuladuras, acoplamientos, abrazaderas, soportes, orejetas para izar, etc.
  - 2.1.1. Por «recipiente», una cubierta diseñada y fabricada para contener fluidos a presión, incluidos los elementos de montaje directo hasta el dispositivo previsto para la conexión con otros equipos. Un recipiente puede constar de más de una cámara.
  - 2.1.2. Por «tuberías», los elementos de canalización destinados a la conducción de fluidos, cuando estén conectados para integrarse en un sistema a presión. Las tuberías comprenden, en particular, un tubo o un sistema de tubos, los conductos, piezas de ajuste, juntas de expansión, tubos flexibles o, en su caso, otros elementos resistentes a la presión. Se equipararán a las tuberías los cambiadores de calor compuestos por tubos y destinados al enfriamiento o el calentamiento de aire.
  - 2.1.3. Por «accesorios de seguridad», los dispositivos destinados a la protección de los equipos a presión frente al rebasamiento de los límites admisibles. Estos dispositivos podrán ser:
    - órganos para la limitación directa de la presión, tales como las válvulas de seguridad, los dispositivos de seguridad de discos de rotura, las varillas de pandeo y los dispositivos de seguridad dirigidos (CSPRS);
    - órganos limitadores que accionen medios de intervención o produzcan el paro o el paro y el cierre, tales como los presostatos, los interruptores accionados por la temperatura o por el nivel del fluido y los dispositivos de «medida, control y regulación que tengan una función de seguridad (SRMCR)».
  - 2.1.4. Por «accesorios a presión», los dispositivos con fines operativos cuya cubierta esté sometida a presión.
  - 2.1.5. Por «conjuntos», varios equipos a presión ensamblados por un fabricante de forma que constituyan una instalación funcional.
  - 2.2. Por «presión», la presión relativa a la presión atmosférica, es decir, la presión manométrica. En consecuencia, el vacío se expresa mediante un valor negativo.
  - 2.3. Por «presión máxima admisible PS», la presión máxima para la que esté diseñado el equipo, especificada por el fabricante.

Se definirá en un lugar especificado por el fabricante, que será el lugar de conexión de los dispositivos de protección o de seguridad o la parte superior del equipo o, si ello no fuera adecuado, cualquier otro lugar especificado.
  - 2.4. Por «temperatura máxima/mínima admisible TS», las temperaturas máxima y mínima para las que esté diseñado el equipo, especificadas por el fabricante.
  - 2.5. Por «volumen V», el volumen interno de una cámara, incluido el volumen de las tubuladuras hasta la primera conexión o soldadura y excluido el volumen de los elementos internos permanentes.
  - 2.6. Por «diámetro nominal DN», una cifra de identificación del diámetro común a todos los elementos de un sistema de tuberías, exceptuados los elementos indicados por sus diámetros exteriores o por el calibre de la rosca. Será un número redondeado a efectos de referencia, sin relación estricta con las dimensiones de fabricación. Se denominará con las letras DN seguidas de un número.
  - 2.7. Por «fluidos», los gases, los líquidos y los vapores en fase pura o en mezclas. Un fluido podrá contener una suspensión de sólidos.
  - 2.8. Por «uniones permanentes», las uniones que sólo pueden separarse por métodos destructivos.
  - 2.9. Por «aprobación europea de materiales», un documento técnico que define las características de los materiales destinados a una utilización reiterada en la fabricación de equipos a presión, que no sean objeto de normas armonizadas.
3. Se excluyen del ámbito de aplicación de la presente Directiva:
  - 3.1. Las tuberías de conducción formadas por una tubería o sistema de tuberías destinadas a la conducción de cualquier fluido o sustancia hacia una instalación (terrestre o marítima) o a partir de ella, desde el último dispositivo de aislamiento situado en el perímetro de la instalación, incluido dicho dispositivo y todos los equipos anejos especialmente diseñados para la tubería de conducción. Esta exclusión no cubre los equipos a presión normalizados tales como los que pueden encontrarse en las estaciones de descompresión o en las estaciones de compresión.

















*Artículo 19***Derogación**

Las disposiciones del artículo 22 de la Directiva 76/767/CEE dejarán de aplicarse a partir del 29 de noviembre de 1999 en lo que se refiere a los equipos a presión y a los conjuntos incluidos en el ámbito de aplicación de la presente Directiva.

*Artículo 20***Transposición y disposiciones transitorias**

1. Los Estados miembros adoptarán y publicarán antes del 29 de mayo de 1999 las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo dispuesto en la presente Directiva. Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

Cuando los Estados miembros adopten las disposiciones contempladas en el primer párrafo, éstas contendrán una referencia a la presente Directiva, o estarán acompañadas por dicha referencia con motivo de su publicación oficial. Las modalidades de dicha referencia serán establecidas por los Estados miembros.

Los Estados miembros aplicarán dichas disposiciones a partir del 29 de noviembre de 1999.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el Texto de las disposiciones de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

3. Los Estados miembros deberán autorizar hasta el 29 de mayo de 2002 la comercialización de los equipos a presión y de los conjuntos que cumplan la normativa vigente en su territorio en la fecha en que comience a aplicarse la presente Directiva, así como la puesta en servicio de dichos equipos a presión y conjuntos una vez superada dicha fecha.

*Artículo 21***Destinatarios de la Directiva**

Los destinatarios de la presente Directiva serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 29 de mayo de 1997.

*Por el*  
*Parlamento Europeo*

*El Presidente*

J. M. GIL-ROBLES

*Por el Consejo*

*El Presidente*

A. JORRITSMA LEBBINK

## ANEXO I

## REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD

## OBSERVACIONES PRELIMINARES

1. Las obligaciones establecidas en los requisitos esenciales enunciados en el presente Anexo con respecto a los equipos a presión son aplicables asimismo a los conjuntos cuando exista un riesgo correspondiente.
2. Los requisitos esenciales establecidos en la Directiva son preceptivos. Las obligaciones establecidas en dichos requisitos esenciales sólo se aplicarán cuando el equipo a presión de que se trate conlleve el correspondiente riesgo al utilizarse en las condiciones razonablemente previsibles por parte del fabricante.
3. El fabricante tendrá la obligación de analizar los riesgos a fin de definir aquéllos que se apliquen a sus equipos a causa de la presión y, subsiguientemente, deberá diseñarlos y fabricarlos teniendo en cuenta su análisis.
4. Los requisitos básicos se interpretarán y aplicarán de manera que se tenga en cuenta el nivel de la técnica y la práctica en el momento del diseño y la fabricación, así como las consideraciones técnicas y económicas que sean compatibles con un alto grado de protección de la salud y de la seguridad.

## 1. GENERALIDADES

- 1.1. Los equipos a presión serán diseñados, fabricados, controlados y, cuando proceda, montados e instalados de manera que se garantice la seguridad de los mismos si se ponen en servicio de conformidad con las instrucciones del fabricante o en condiciones razonablemente previsibles.
- 1.2. Para optar por las soluciones más adecuadas el fabricante aplicará los principios que se establecen a continuación y en el mismo orden:
  - eliminar o reducir los riesgos tanto como sea razonablemente posible,
  - aplicar las medidas de protección adecuadas contra los riesgos que no puedan eliminarse,
  - informar, en su caso, a los usuarios sobre los riesgos residuales e indicar si es necesario adoptar medidas especiales adecuadas para atenuar los riesgos en el momento de la instalación o del uso.
- 1.3. En caso de que se conozca o se pueda prever la posibilidad de un uso indebido, se diseñará el equipo a presión para impedir los riesgos derivados de dicho uso o, si esto no fuera posible, se deberá indicar de manera apropiada que el equipo a presión no se debe utilizar de ese modo.

## 2. DISEÑO

## 2.1. Generalidades

Los equipos a presión deberán diseñarse correctamente teniendo en cuenta todos los factores pertinentes para garantizar la seguridad del equipo durante toda su vida prevista.

El diseño incluirá coeficientes adecuados de seguridad que se basarán en métodos generales que se considere que utilizan márgenes de seguridad pertinentes para prevenir de manera coherente todo tipo de fallos.

## 2.2. Diseño para una resistencia adecuada

- 2.2.1. Los equipos a presión deberán diseñarse para resistir las cargas correspondientes al uso previsto, así como para otras condiciones de funcionamiento razonablemente previsibles. En particular, se tendrán en cuenta los factores siguientes:
  - la presión exterior y la presión interior,
  - la temperatura ambiente y la temperatura de servicio,
  - la presión estática y la masa de la sustancia contenida en condiciones de funcionamiento y de prueba,

- las cargas debidas al tráfico, al viento y a los terremotos,
- las fuerzas y los momentos de reacción derivados de los soportes, los dispositivos de montaje, las tuberías, etc.,
- la corrosión y la erosión, la fatiga, etc.,
- la descomposición de los fluidos inestables.

Las distintas cargas que puedan concurrir al mismo tiempo deberán ser consideradas teniendo en cuenta la probabilidad de su suceso simultáneo.

2.2.2. El diseño para una resistencia adecuada deberá basarse en:

- como regla general, un método de cálculo, como se especifica en el punto 2.2.3 completado, si fuera necesario, con un método experimental de diseño como se especifica en el punto 2.2.4, o en
- un método experimental de diseño sin cálculo, como se especifica en el punto 2.2.4, en el caso de que el producto de la presión máxima admisible PS por el volumen V sea inferior a 6 000 bar-l, o que el producto PS·DN sea inferior a 3 000 bar.

2.2.3. *Método de cálculo*

a) Contención de la presión y otras cargas

Las tensiones admisibles en los equipos a presión deberán limitarse en función de los fallos razonablemente previsibles en condiciones de funcionamiento. A tal fin, se aplicarán factores de seguridad que permitan eliminar por completo cualquier duda derivada de la fabricación, las condiciones reales de utilización, las tensiones, los modelos de cálculo o las propiedades y comportamiento del material.

Estos métodos de cálculo deberán proporcionar márgenes de seguridad suficientes con arreglo, cuando ello resulte oportuno, a lo dispuesto en el apartado 7.

Lo dispuesto anteriormente podrá cumplirse aplicando, de forma adicional o en combinaciones si fuera necesario, el método más adecuado de los enumerados a continuación:

- diseño por fórmulas,
- diseño por análisis,
- diseño por mecánica de la rotura.

b) Resistencia

Se utilizarán los cálculos de diseño adecuados para determinar la resistencia del equipo a presión de que se trate.

En particular:

- las presiones de cálculo no serán inferiores a las presiones máximas admisibles y tendrán en cuenta la presión de elevación total y la presión del fluido evacuado, así como la descomposición de los fluidos inestables. En caso de que un recipiente esté dividido en cámaras cerradas de contención de presión, el espesor de la pared divisoria se calculará basándose en la máxima presión posible de cámara en relación con la mínima presión posible en la cámara adyacente;
- las temperaturas de cálculo deberán permitir márgenes de seguridad adecuados;
- el diseño deberá tener debidamente en cuenta todas las combinaciones posibles de temperatura y presión que puedan producirse en condiciones de funcionamiento del equipo razonablemente previsibles;
- las tensiones máximas y las concentraciones de valores máximos de tensión deberán mantenerse dentro de límites seguros;
- para el cálculo de la contención de la presión deberán utilizarse los valores adecuados de las propiedades del material, basados en datos demostrados, y teniendo en cuenta las disposiciones establecidas en el apartado 4 y los factores de seguridad adecuados. Las características de los materiales que deberán considerarse incluirán, cuando proceda:
  - el límite elástico, un 0,2% o un 1,0% de la tensión de prueba, según los casos, a la temperatura de cálculo,
  - la resistencia a la tracción,
  - la resistencia en función del tiempo, es decir, la resistencia a la fluencia,
  - los datos sobre la fatiga,
  - el módulo de Young (módulo de elasticidad),
  - la cantidad adecuada de deformación plástica,
  - la resistencia al choque,
  - la resistencia a la rotura;

- deberán aplicarse a las características de los materiales coeficientes de resistencia de las juntas adecuados en función, por ejemplo, del carácter de las pruebas no destructivas, de las propiedades de las uniones de materiales y de las condiciones de funcionamiento previstas;
- el diseño deberá tener debidamente en cuenta todos los procesos de degradación razonablemente previsibles (en particular la corrosión, la fluencia y la fatiga) correspondientes al uso a que esté destinado el equipo. Las instrucciones a que se refiere el punto 3.4 deberán llamar la atención sobre las características del diseño que sean determinantes para la vida del equipo, como:
  - para la fluencia: el número teórico de horas de funcionamiento a temperaturas determinadas,
  - para la fatiga: el número teórico de ciclos a niveles de tensión determinados,
  - para la corrosión: la tolerancia de corrosión teórica.

c) Estabilidad

En caso de que el espesor calculado no permita una estabilidad estructural suficiente, se tomarán las medidas necesarias para corregirla, teniendo en cuenta los riesgos del transporte y del manejo.

2.2.4. Método experimental de diseño

El diseño del equipo podrá validarse total o parcialmente mediante un programa de pruebas que se realizarán con una muestra representativa del equipo o de la categoría del equipo.

El programa de pruebas deberá definirse claramente antes de las pruebas y deberá aceptarlo el organismo notificado, si existe, responsable del módulo de evaluación de la conformidad del diseño.

El programa deberá definir las condiciones de prueba y los criterios de aceptación o denegación. Los valores exactos de las medidas esenciales y de las características de los materiales constitutivos de los equipos sometidos a prueba deberán determinarse antes de la prueba.

En su caso, durante las pruebas, las zonas críticas del equipo a presión deberán poder observarse con instrumentos adecuados que puedan medir las deformaciones y las tensiones con suficiente precisión.

El programa de pruebas deberá incluir:

- a) una prueba de resistencia a la presión para verificar si, a una presión que garantice un margen de seguridad definido respecto a la presión máxima admisible, el equipo no presenta fugas significativas ni deformación superior a un límite determinado.

La presión de prueba deberá determinarse teniendo en cuenta las diferencias entre los valores de las características geométricas y de los materiales medidas en las condiciones de prueba y los valores admitidos para el diseño; también deberá tener en cuenta la diferencia entre las temperaturas de prueba y de diseño;

- b) cuando exista riesgo de fluencia o de fatiga, pruebas adecuadas determinadas en función de las condiciones de servicio previstas para el equipo, por ejemplo: duración de servicio a temperaturas especificadas, número de ciclos a niveles determinados de tensión, etc.;

- c) cuando sea necesario, pruebas complementarias sobre otros factores externos específicos citados en el punto 2.2.1, como corrosión, acciones exteriores, etc.

2.3. Disposiciones para garantizar el uso y el funcionamiento en condiciones de seguridad

El modo de funcionamiento de los equipos a presión estará diseñado para que su manejo no entrañe ningún riesgo razonablemente previsible. Deberá concederse especial atención, en su caso:

- a las aperturas y a los cierres,
- a las descargas peligrosas de las válvulas de seguridad,
- a los dispositivos que impiden el acceso físico mientras haya presión o vacío,
- a la temperatura de la superficie, teniendo en cuenta el uso previsto,
- a la descomposición de los fluidos inestables.

En particular, los equipos a presión dotados con una puerta de visita deberán estar provistos de un dispositivo automático o manual que permita al usuario asegurarse fácilmente de que la apertura no representa peligro alguno. Además, cuando dicha apertura pueda accionarse rápidamente, el

equipo a presión deberá ir equipado con un dispositivo que impida la apertura cuando la presión o la temperatura del fluido representen un peligro.

#### 2.4. Medios de inspección

- a) Los equipos a presión deberán diseñarse de manera que puedan realizarse todas las inspecciones necesarias para su seguridad.
- b) Se preverán medios para determinar el estado interior del equipo a presión cuando ello sea necesario para asegurar la seguridad permanente del equipo, tales como que permitan el acceso físico al interior del equipo para poder realizar las inspecciones adecuadas de forma segura y ergonómica.
- c) Podrán utilizarse otros medios que aseguren que el equipo a presión reúne todos los requisitos de seguridad cuando:
  - éste sea demasiado pequeño para poder acceder físicamente a su interior,
  - la apertura del equipo a presión pueda afectar negativamente al interior,
  - se haya probado que la sustancia que contiene el equipo a presión no deteriora el material con el que está fabricado, y que no es razonablemente previsible ningún otro mecanismo de degradación interna.

#### 2.5. Sistemas de purga y de ventilación

Se dispondrá de los sistemas adecuados de purga y de ventilación del equipo a presión cuando sea necesario para:

- evitar los efectos perniciosos, tales como el golpe de ariete, el colapso provocado por el vacío, la corrosión y las reacciones químicas no controladas. Se tendrán en cuenta todas las fases del funcionamiento y las pruebas, en particular las pruebas de presión;
- permitir la limpieza, el control y el mantenimiento con seguridad.

#### 2.6. Corrosión y otras acciones químicas

Se dispondrá, cuando sea necesario, de una tolerancia positiva o de la protección adecuada contra la corrosión u otras acciones químicas, teniendo debidamente en cuenta el uso previsto y razonablemente previsible.

#### 2.7. Desgaste

En caso de que puedan darse condiciones graves de erosión o de abrasión, se tomarán las medidas adecuadas para:

- reducir al mínimo esos efectos mediante un diseño adecuado, como, por ejemplo, aumentando el espesor del material, o utilizando envueltas o materiales de revestimiento,
- permitir la sustitución de las partes más afectadas,
- llamar la atención, en las instrucciones contempladas en el punto 3.4, sobre las medidas necesarias para un uso en condiciones permanentes de seguridad.

#### 2.8. Conjuntos

Los conjuntos estarán diseñados de manera que:

- los elementos que vayan a unirse sean adecuados y fiables para su servicio,
- todos los elementos se integren correctamente y se unan de manera adecuada.

#### 2.9. Disposiciones de llenado y de vaciado

Cuando proceda, el equipo a presión estará diseñado y provisto de accesorios adecuados, o se estipulará su instalación, para asegurar que el llenado y el vaciado se realizan en condiciones de seguridad en lo que se refiere, en particular, a los siguientes riesgos:

- a) en el llenado:
  - el llenado excesivo o la sobrepresión en relación, en particular, con el grado de llenado y la presión de vapor a la temperatura de referencia,
  - la inestabilidad de los equipos a presión;
- b) en el vaciado, la descarga no controlada de fluido presurizado;
- c) tanto en el llenado como en el vaciado: las conexiones y desconexiones que supongan riesgos.

## 2.10. Protección contra el rebasamiento de los límites admisibles de los equipos a presión

Cuando, en condiciones razonablemente previsibles, puedan sobrepasarse los límites admisibles, el equipo a presión estará equipado con dispositivos de protección adecuados, o diseñado para instalarlos, a menos que la protección esté asegurada por otros dispositivos de protección integrados en el conjunto.

El dispositivo adecuado o la combinación de dispositivos adecuados deberá determinarse en función de las características del equipo o del conjunto y de sus condiciones de funcionamiento.

Los dispositivos de protección y las combinaciones de éstos incluirán:

- a) los accesorios de seguridad que se definen en el punto 2.1.3 del artículo 1;
- b) cuando proceda, mecanismos adecuados de control tales como indicadores o alarmas, que permitan una intervención adecuada, manual o automática, para mantener el equipo a presión dentro de los límites admisibles.

## 2.11. Accesorios de seguridad

### 2.11.1. *Los accesorios de seguridad deberán:*

- diseñarse y fabricarse de manera que sean fiables y adaptados a las condiciones de servicio previstas y que tengan en cuenta, cuando proceda, los requisitos en materia de mantenimiento y pruebas de los dispositivos, cuando proceda;
- ser independientes de las demás funciones, a menos que éstas puedan afectar a su función de seguridad;
- responder a los principios de diseño adecuados para conseguir una protección adaptada y fiable. Estos principios incluirán en especial la doble seguridad, la redundancia, la diversidad y el autocontrol.

### 2.11.2. *Órganos limitadores de la presión*

Estos órganos deberán estar diseñados de manera que la presión no sobrepase permanentemente la presión máxima admisible PS; sin embargo, se admitirá un aumento de corta duración de la presión cuando resulte apropiado, con arreglo a lo dispuesto en el punto 7.3.

### 2.11.3. *Dispositivos de control de la temperatura*

Estos dispositivos deberán tener un tiempo de respuesta adecuado por razones de seguridad y compatible con la función de medición.

## 2.12. Incendio exterior

Cuando sea necesario, los equipos a presión estarán diseñados y, cuando proceda, equipados con los accesorios adecuados, o bien estarán preparados para la incorporación de éstos, con el fin de cumplir los requisitos relativos a la limitación de daños en caso de incendio exterior, habida cuenta, en particular, del uso al que están destinados.

## 3. FABRICACIÓN

### 3.1. Procedimientos de fabricación

El fabricante velará por la ejecución correcta de las disposiciones establecidas en la fase de diseño mediante la aplicación de las técnicas y métodos adecuados, en especial por lo que respecta a los siguientes aspectos.

#### 3.1.1. *Preparación de los componentes*

La preparación de los componentes (por ejemplo, el troquelado y el biselado) no deberá ocasionar defectos ni fisuras ni cambios en las características mecánicas que puedan poner en peligro la seguridad de los equipos a presión.

#### 3.1.2. *Uniones permanentes*

Las uniones permanentes de los materiales y las zonas adyacentes deberán estar exentas de deficiencias de superficie o interiores perjudiciales para la seguridad de los equipos.

Las propiedades de las uniones permanentes deberán corresponder a las propiedades mínimas especificadas para los materiales que deban unirse, a menos que en los cálculos de diseño se tengan en cuenta específicamente otros valores de propiedades correspondientes.

Para los equipos a presión, las uniones permanentes de los elementos que contribuyen a la resistencia del equipo a la presión y los elementos que están directamente integrados deberán ser realizadas por personal cualificado con el nivel adecuado de competencia y mediante procedimientos cualificados.

Los procedimientos y el personal serán aprobados, para los equipos a presión de las categorías II, III y IV, por un organismo independiente competente que podrá ser, a elección del fabricante:

- un organismo notificado,
- una entidad independiente reconocida por un Estado miembro como se establece en el artículo 13.

Para proceder a dichas aprobaciones, el citado organismo independiente realizará o hará que se realicen los exámenes y pruebas previstos en las normas armonizadas adecuadas o exámenes y pruebas equivalentes.

#### 3.1.3. *Pruebas no destructivas*

Para los equipos a presión, los controles no destructivos de las uniones permanentes deberán ser realizados por personal cualificado con el nivel adecuado de competencia. Para los equipos a presión de las categorías III y IV, dicho personal deberá haber sido aprobado por una entidad independiente reconocida por un Estado miembro en aplicación del artículo 13.

#### 3.1.4. *Tratamiento térmico*

Cuando exista el riesgo de que el procedimiento de fabricación cambie las propiedades de los materiales hasta el punto de poner en peligro la integridad del equipo a presión, se aplicará un tratamiento térmico adecuado en la correspondiente fase de fabricación.

#### 3.1.5. *Conocimiento de las características de los materiales*

Deberán establecerse y mantenerse procedimientos adecuados para la identificación de los materiales de los elementos del equipo que contribuyan a la resistencia a la presión por medios apropiados, desde la recepción, pasando por la producción, hasta la prueba definitiva del equipo a presión fabricado.

### 3.2. **Verificación final**

Deberá someterse el equipo a presión a la verificación final descrita a continuación.

#### 3.2.1. *Inspección final*

Deberá someterse el equipo a presión a una inspección final para comprobar visualmente mediante control de los documentos de acompañamiento el cumplimiento de los requisitos de la Directiva. Podrán tenerse en cuenta, en este caso, los controles que se hayan realizado durante la fabricación. En la medida en que las técnicas de seguridad lo exijan, la inspección final se realizará sobre el interior y el exterior en todas las partes del equipo o del conjunto y, en su caso, en el transcurso del proceso de fabricación (por ejemplo, cuando ya no sea posible efectuar la verificación durante la inspección final).

#### 3.2.2. *Prueba*

La verificación final de los equipos a presión deberá incluir una prueba de resistencia a la presión que normalmente se realizará en forma de una prueba de presión hidrostática a una presión al menos igual, cuando proceda, al valor establecido en el punto 7.4.

Para los equipos de la categoría I fabricados en serie, esta prueba podrá realizarse por medios estadísticos.

En los casos en los que la prueba de presión hidrostática sea perjudicial o irrealizable podrán realizarse otras pruebas de valor reconocido. Para las pruebas distintas de la prueba de presión hidrostática deberán aplicarse, antes de las mismas, medidas complementarias, como controles no destructivos u otros métodos de eficacia equivalente.

#### 3.2.3. *Examen de los dispositivos de seguridad*

Para los conjuntos, la verificación final incluirá asimismo un examen de los dispositivos de seguridad destinado a verificar si se han respetado los requisitos contemplados en el punto 2.10.

### 3.3. **Marcas y etiquetado**

Además del marcado «CE» contemplado en el artículo 15, se deberá facilitar la siguiente información:

a) Para todos los equipos a presión:

- nombre, apellidos y dirección y otras señas de identificación del fabricante y, en su caso, de su representante establecido en la Comunidad;

- año de fabricación,
  - identificación del equipo a presión, como, por ejemplo, el tipo, la identificación de la serie o del lote y el número de fabricación,
  - límites esenciales máximos y mínimos admisibles.
- b) Según el tipo de equipo a presión, la información complementaria necesaria para la seguridad de instalación, funcionamiento o uso, y, cuando proceda, también para el mantenimiento y la inspección periódica, como, por ejemplo:
- el volumen V del equipo a presión, expresado en litros (l),
  - el diámetro nominal de las tuberías (DN),
  - la presión de prueba (PT) aplicada, expresada en bar, y la fecha,
  - la presión de rotura del órgano dispositivo de seguridad, expresada en bar,
  - la potencia del equipo a presión, expresada en kW,
  - la tensión de alimentación, expresada en voltios (V),
  - el uso previsto,
  - el grado de llenado, expresada en kg/l,
  - la masa máxima de llenado, expresada en kg,
  - la masa tarada, expresada en kg,
  - el grupo de productos.
- c) Cuando proceda, las advertencias fijadas en el equipo a presión llamarán la atención sobre los errores de utilización demostrados por la experiencia.

El marcado «CE» y la información requerida figurarán en el equipo a presión o en una placa de timbre sólidamente fijada al mismo, excepto en los siguientes casos:

- cuando proceda, podrá utilizarse un documento adecuado para evitar la repetición del marcado en elementos individuales como, componentes de tuberías, destinados al mismo conjunto. Lo mismo se aplicará al marcado «CE» y a otros marcados y etiquetados contemplados en el presente Anexo;
- cuando el equipo a presión sea demasiado pequeño, como sucede, por ejemplo, con los accesorios, la información a que se refiere la letra b) podrá figurar en una etiqueta adherida al equipo a presión;
- podrán utilizarse etiquetas o cualquier otro medio adecuado para indicar la masa de llenado y las advertencias a que se refiere la letra c), siempre que sigan siendo legibles durante el período de tiempo adecuado.

#### 3.4. Instrucciones de funcionamiento

- a) Cuando se comercialice un equipo a presión, se adjuntarán a éste, en la medida en que sea necesario, instrucciones destinadas al usuario que contengan toda la información útil para la seguridad en lo que se refiere a:
- el montaje, incluida la unión de los distintos equipos a presión,
  - la puesta en servicio,
  - la utilización,
  - el mantenimiento, incluidos los controles por el usuario.
- b) Las instrucciones deberán recoger la información indicada en el equipo a presión en aplicación del punto 3.3, con excepción de la identificación de la serie, y deberán ir acompañadas, en su caso, de la documentación técnica y de los planos y esquemas necesarios para su correcta comprensión.
- c) En su caso, las instrucciones deberán también hacer notar los peligros de una utilización errónea con arreglo al punto 1.3 y las características especiales del diseño con arreglo al punto 2.2.3.

#### 4. MATERIALES

Los materiales utilizados para la fabricación de los equipos a presión deberán ser apropiados para su aplicación durante el período de vida prevista de estos últimos, a menos que esté previsto su reemplazamiento.

Los materiales de soldadura y los demás materiales de unión sólo deberán cumplir de manera apropiada las correspondientes obligaciones del punto 4.1, de la letra a) del punto 4.2 y del primer párrafo del punto 4.3, tanto individualmente como una vez unidos.

- 4.1. Los materiales de las partes sometidas a presión presurizadas:
- a) deberán tener características adecuadas al conjunto de condiciones de funcionamiento razonablemente previsibles y de condiciones de prueba y, en particular, deberán tener la suficiente ductilidad y dureza. En su caso, las características de estos materiales deberán ajustarse a los requisitos del punto 7.5. Además, deberá realizarse en particular una selección adecuada de los materiales para prevenir, si fuera necesario, la rotura por fragilización; cuando, por razones específicas, haya que utilizar materiales frágiles se tomarán medidas adecuadas;
  - b) deberán tener la suficiente resistencia química al fluido contenido en el equipo a presión; las propiedades químicas y físicas necesarias para un funcionamiento seguro no se deberán alterar significativamente durante la vida prevista de los equipos;
  - c) no deberán ser significativamente sensibles al envejecimiento;
  - d) deberán ser apropiados para los métodos de transformación previstos;
  - e) deberán elegirse de manera que se eviten efectos negativos significativos cuando se unan materiales diferentes.
- 4.2.
- a) El fabricante del equipo a presión deberá definir adecuadamente los valores necesarios para los cálculos de diseño a que se refiere el punto 2.2.3, así como las características esenciales de los materiales y de su aplicación, a que se refiere el punto 4.1.
  - b) El fabricante incluirá en la documentación técnica los datos correspondientes al cumplimiento de las disposiciones de la presente Directiva relativas a los materiales, con arreglo a alguna de las siguientes formas:
    - mediante la utilización de materiales con arreglo a las normas armonizadas,
    - mediante la utilización de materiales que hayan recibido una aprobación europea de materiales para equipos a presión con arreglo al artículo 11,
    - mediante una evaluación específica de los materiales.
  - c) Para los equipos a presión de las categorías III y IV, la evaluación específica a que se refiere el tercer guión de la letra b) será realizada por el organismo notificado encargado de los procedimientos de evaluación de la conformidad del equipo a presión.
- 4.3. El fabricante del equipo deberá adoptar las medidas adecuadas para asegurarse de que el material utilizado cumple las especificaciones requeridas. En particular, deberán obtenerse para todos los materiales documentos elaborados por el fabricante del material en los que se certifique la conformidad con una especificación determinada.

Para las partes principales a presión de los equipos de las categorías II, III y IV, el certificado deberá ser un certificado de control específico del producto.

Cuando un fabricante de materiales tenga un sistema de aseguramiento de la calidad apropiado, certificado por un organismo competente establecido en la Comunidad y que haya sido objeto de una evaluación específica de los materiales, se presumirá que los certificados expedidos por el fabricante acreditan la conformidad con los correspondientes requisitos del presente punto.

#### REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA DETERMINADOS EQUIPOS A PRESIÓN

Además de los requisitos establecidos en los puntos 1 a 4, se aplicarán los siguientes requisitos a los equipos a presión contemplados en las secciones 5 y 6.

#### 5. EQUIPOS A PRESIÓN SOMETIDOS A LA ACCIÓN DE LA LLAMA O A UNA APORTACIÓN DE CALOR QUE REPRESENTA UN PELIGRO DE RECALENTAMIENTO, CONTEMPLADOS EN EL APARTADO 1 DEL ARTÍCULO 3

Esta categoría de equipos a presión comprenderá:

- los generadores de vapor y de agua caliente contemplados en el punto 1.2 del artículo 3, tales como las calderas de agua caliente y de vapor con hogar, los recalentadores de vapor y los recalentadores de agua, las calderas de recuperación de calor, las calderas de incineración de residuos, las calderas de inmersión calentadas por electricidad o por electrodos, las ollas a presión, y sus accesorios y, cuando proceda, los sistemas de tratamiento del agua de alimentación y de abastecimiento de combustible, y

- los equipos para flujos térmicos distintos de los generadores de agua caliente o de vapor, contemplados en el punto 1 del apartado 1 del artículo 3, tales como calentadores para procesos químicos y otros procesos similares, equipo presurizado para la preparación de alimentos.

Estos equipos a presión estarán calculados, diseñados y fabricados de forma que se evite o reduzca al mínimo el riesgo de pérdida significativa de contención debida al recalentamiento. En particular se velará por que, según proceda:

- a) se suministren dispositivos de protección adecuados para limitar parámetros de funcionamiento como la aportación y la disipación de calor y, si procede, el nivel del fluido para evitar todo riesgo de recalentamiento local o general;
- b) se prevean puntos de toma de muestras cuando sea necesario para evaluar las propiedades del fluido con el fin de evitar todo riesgo relacionado con los depósitos y las incrustaciones o la corrosión;
- c) se adopten las disposiciones necesarias para eliminar los riesgos de daños derivados de los depósitos e incrustaciones;
- d) se disponga de los medios para disipar con seguridad el calor residual después de del paro;
- e) se prevean disposiciones para impedir la acumulación peligrosa de mezclas inflamables de sustancias combustibles y del aire o el retorno de la llama.

#### 6. TUBERÍAS DEFINIDAS EN EL PUNTO 1.3 DEL ARTÍCULO 3

El diseño y la fabricación deberán garantizar que:

- a) el riesgo de deformación permanente derivada de movimientos libres inadmisibles o de esfuerzos excesivos, por ejemplo en las bridas, las conexiones, los tubos flexibles ondulados o los tubos extensibles se controle adecuadamente mediante abrazaderas, tirantes, sujeciones, ajustes y pretensores;
- b) cuando exista la posibilidad de condensación de fluidos gaseosos en el interior de los tubos, se disponga de los medios necesarios para purgar y expulsar los depósitos y las incrustaciones de los fondos y costados con el fin de evitar daños debidos al golpe de ariete o a la corrosión;
- c) se tengan debidamente en cuenta los daños potenciales derivados de las turbulencias y la formación de torbellinos. A este respecto serán aplicables las disposiciones pertinentes del punto 2.7;
- d) se tenga debidamente en cuenta el riesgo de fatiga debido a las vibraciones en los tubos;
- e) cuando las tuberías contengan fluidos del grupo 1, se dispongan los medios adecuados para incomunicar los conductos de toma que presenten riesgos significativos a causa de su tamaño;
- f) se reduzca al máximo el peligro de descarga accidental; las tomas estarán marcadas visiblemente en la parte permanente en la que figura la inscripción del fluido contenido;
- g) la posición y el recorrido de las tuberías y conducciones subterráneas estarán registrados por lo menos en la documentación técnica para facilitar el mantenimiento, la inspección o la reparación en condiciones de total seguridad.

#### 7. REQUISITOS CUANTITATIVOS PARTICULARES PARA DETERMINADOS EQUIPOS A PRESIÓN

Las siguientes disposiciones son aplicables por norma general. Sin embargo, cuando no se apliquen, incluso en el caso en que no se mencionen específicamente los materiales ni se apliquen normas armonizadas, el fabricante deberá justificar la aplicación de disposiciones apropiadas que permitan obtener un nivel de seguridad global equivalente.

La presente sección forma parte integrante del Anexo I. Las disposiciones establecidas en la presente sección completan los requisitos esenciales de las secciones 1 a 6 para los equipos a presión a los que son de aplicación.

##### 7.1. Tensiones admisibles

###### 7.1.1. Símbolos

$R_{eTs}$ , límite elástico, designa el valor a la temperatura de cálculo, según los casos,

- del límite superior de caudal para los materiales que presenten límites inferiores y superiores de caudal,
- de la tensión de prueba al 1,0% para el acero austenítico y el aluminio sin alea,
- de la tensión de prueba al 0,2% en los demás casos.

$R_{m/20}$  designa el valor mínimo de resistencia a la tensión máxima a 20°C.

$R_{m/t}$  designa la resistencia a la tensión a la temperatura de cálculo.

7.1.2. La tensión general de membrana admisible para cargas predominantemente estáticas y para temperaturas situadas fuera de la gama en la que los fenómenos de fluencia sean significativos, no deberá ser superior al menor de los valores siguientes, según el material de que se trate:

- en el caso del acero ferrítico, incluido el acero normalizado (acero laminado) y con exclusión de los aceros de grano fino y de los aceros que hayan sufrido un tratamiento térmico especial,  $\frac{2}{3}$  de  $R_{e/t}$  y  $\frac{5}{12}$  de  $R_{m/20}$ ;
- en el caso del acero austenítico:
  - si su alargamiento después de la rotura es superior a 30 %,  $\frac{2}{3}$  de  $R_{e/t}$ ,
  - o, alternativamente, y si su alargamiento después de la rotura es superior al 35 %,  $\frac{5}{6}$  de  $R_{e/t}$  y  $\frac{1}{3}$  de  $R_{m/t}$ ;
- en el caso del acero moldeado, sin alear o de baja aleación,  $\frac{10}{19}$  de  $R_{e/t}$  y  $\frac{1}{3}$  de  $R_{m/20}$ ;
- en el caso del aluminio,  $\frac{2}{3}$  de  $R_{e/t}$ ;
- en el caso de aleaciones de aluminio, que no puedan ser templadas,  $\frac{2}{3}$  de  $R_{e/t}$  y  $\frac{5}{12}$  de  $R_{m/20}$ .

7.2. **Coefficientes de resistencia de las juntas**

Para las juntas soldadas, el coeficiente de resistencia de las juntas no deberá exceder de los valores siguientes:

- para los equipos que sean objeto de controles destructivos y no destructivos que permitan comprobar que el conjunto de las juntas no presenta deficiencias significativas: 1,
- para los equipos que sean objeto de controles aleatorios no destructivos: 0,85,
- para los equipos que no sean objeto de controles no destructivos distintos de la inspección ocular: 0,7.

Cuando sea necesario deberán tenerse en cuenta asimismo el tipo de tensión y las propiedades mecánicas y tecnológicas de la junta.

7.3. **Órganos limitadores de presión, destinados sobre todo a recipientes a presión**

El aumento momentáneo de presión contemplado en el punto 2.11.2 deberá limitarse al 10 % de la presión máxima admisible.

7.4. **Presión de prueba hidrostática**

Para los recipientes a presión, la presión de prueba hidrostática contemplada en el punto 3.2.2 deberá ser, como mínimo, igual al más elevado de los dos valores siguientes:

- la presión correspondiente a la carga máxima que pueda soportar el equipo en funcionamiento, habida cuenta de su presión máxima admisible y de su temperatura máxima admisible, multiplicada por el coeficiente 1,25, o
- la presión máxima admisible multiplicada por el coeficiente 1,43.

7.5. **Características de los materiales**

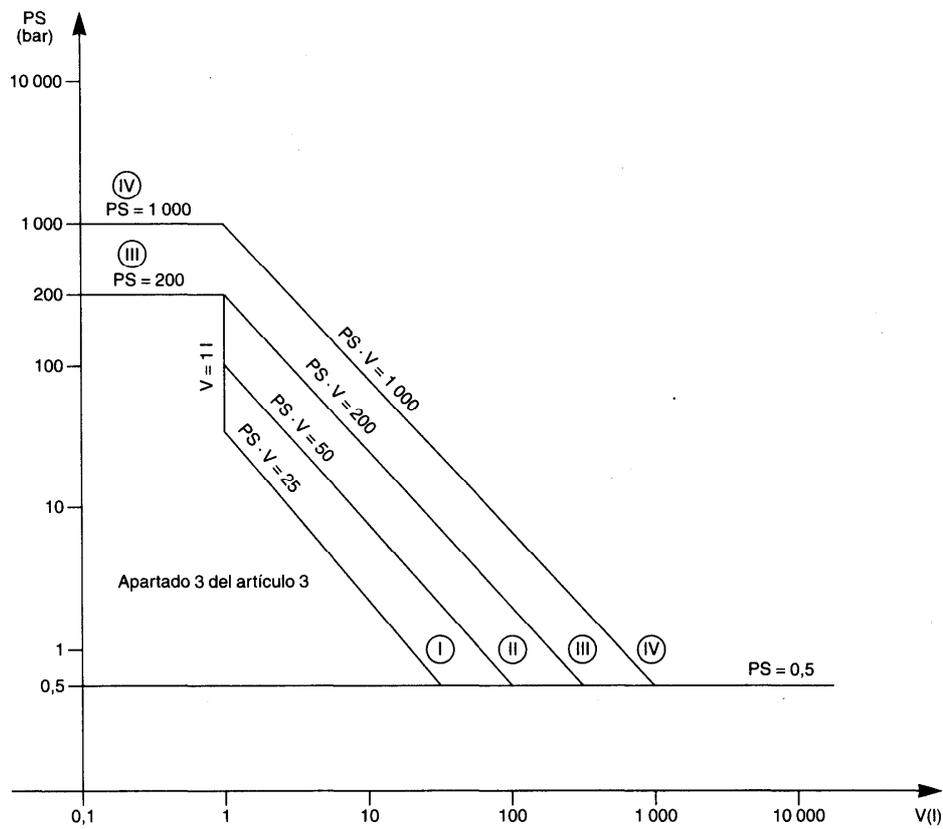
A menos que no se requieran valores distintos con arreglo a criterios distintos que hayan de tomarse en consideración, el acero se considerará con la suficiente ductilidad, con arreglo a la letra a) del punto 4.1., cuando su alargamiento después de la rotura en una prueba de tracción realizada con arreglo a un procedimiento normalizado sea al menos igual al 14 % y cuando su energía de flexión por choque sobre probeta ISO V sea al menos igual a 27 J, a una temperatura igual como máximo a 20°C, pero no superior a la temperatura más baja de funcionamiento prevista.

## ANEXO II

## CUADROS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

1. En los cuadros se han utilizado las referencias siguientes para designar las categorías de módulos:
  - I = módulo A,
  - II = módulos A1, D1, E1,
  - III = módulos B1 + D, B1 + F, B + E, B + C1, H,
  - IV = módulos B + D, B + F, G, H1.
2. Los accesorios de seguridad definidos en el punto 2.1.3 del artículo 1 y contemplados en el punto 1.4 del artículo 3 se clasificarán en la categoría IV. Sin embargo, como excepción, los accesorios de seguridad fabricados para equipos específicos podrán clasificarse en la misma categoría que el equipo que deberá protegerse.
3. Los accesorios a presión definidos en el punto 2.1.4 del artículo 1 y contemplados en el punto 1.4 del artículo 3 se clasificarán en función:
  - de su presión máxima admisible PS,
  - de su volumen propio V o de su medida nominal DN, según los casos, y
  - del grupo de fluidos a que estén destinados;y el correspondiente cuadro relativo a los recipientes o a las tuberías se aplicará para precisar la categoría de evaluación de la conformidad.

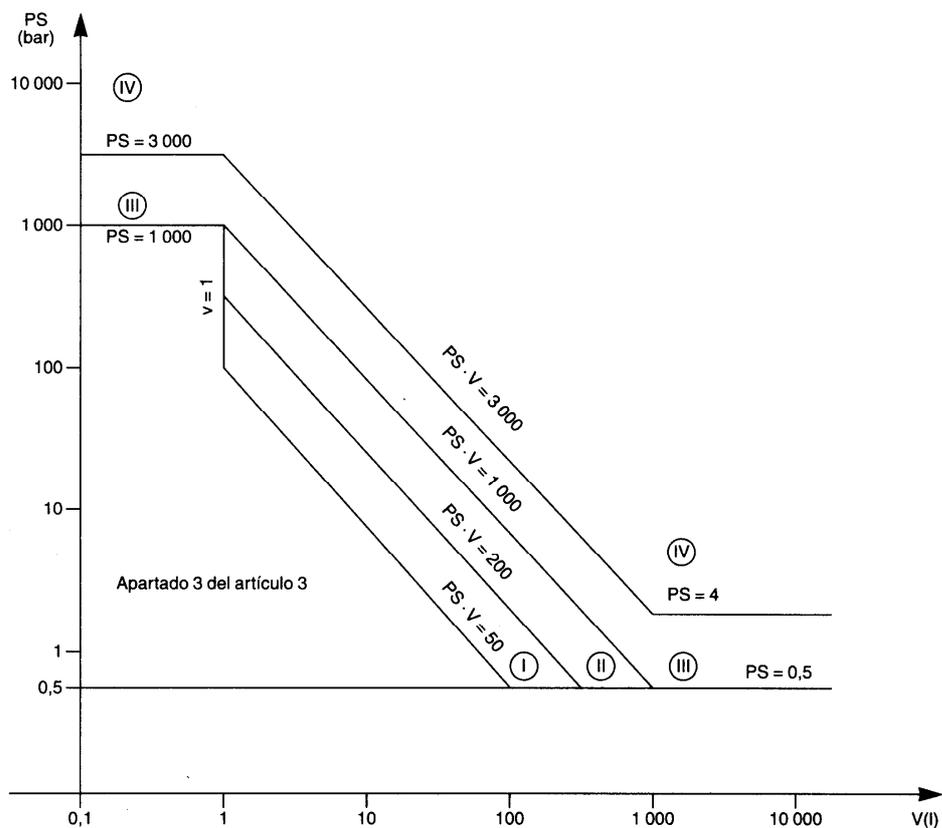
En los casos en los que se consideren tanto el volumen como la medida nominal adecuados a efectos de la aplicación del segundo guión, el accesorio a presión deberá clasificarse en la categoría más alta.
4. Las líneas de demarcación trazadas en los siguientes cuadros de evaluación de la conformidad señalan el límite superior para cada categoría.



Cuadro 1

**Recipientes contemplados en el primer guión de la letra a) del punto 1.1 del artículo 3**

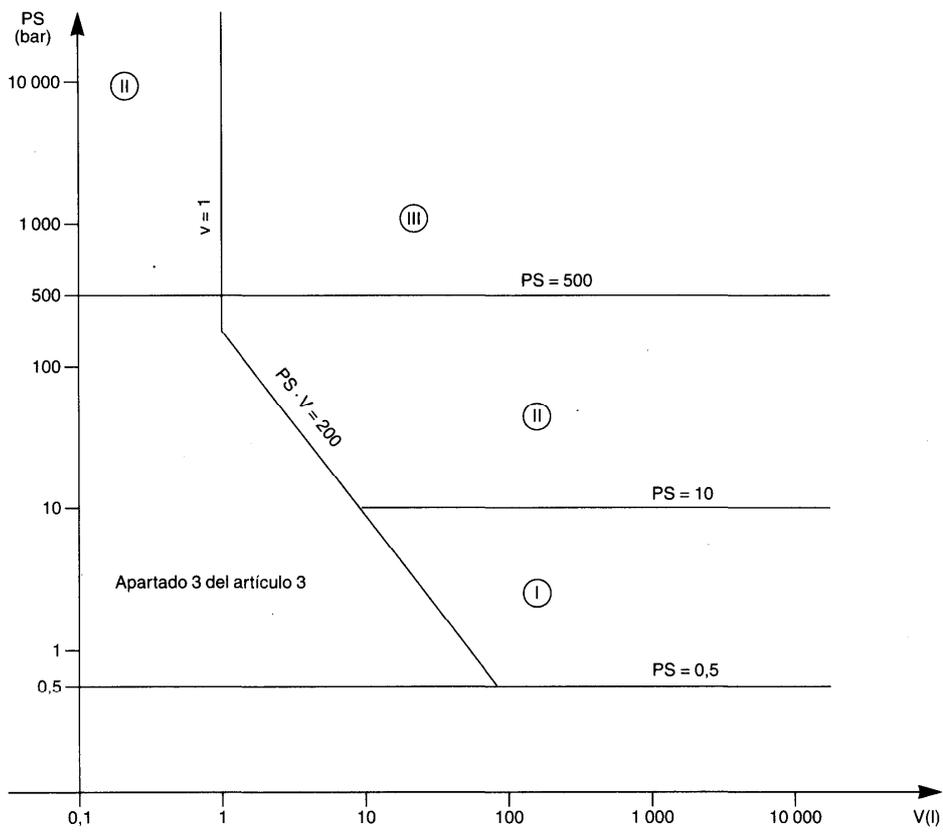
Como excepción, los recipientes destinados a contener un gas inestable, y que deberían pertenecer a las categorías I o II en aplicación del cuadro 1, deberán clasificarse en la categoría III.



Cuadro 2

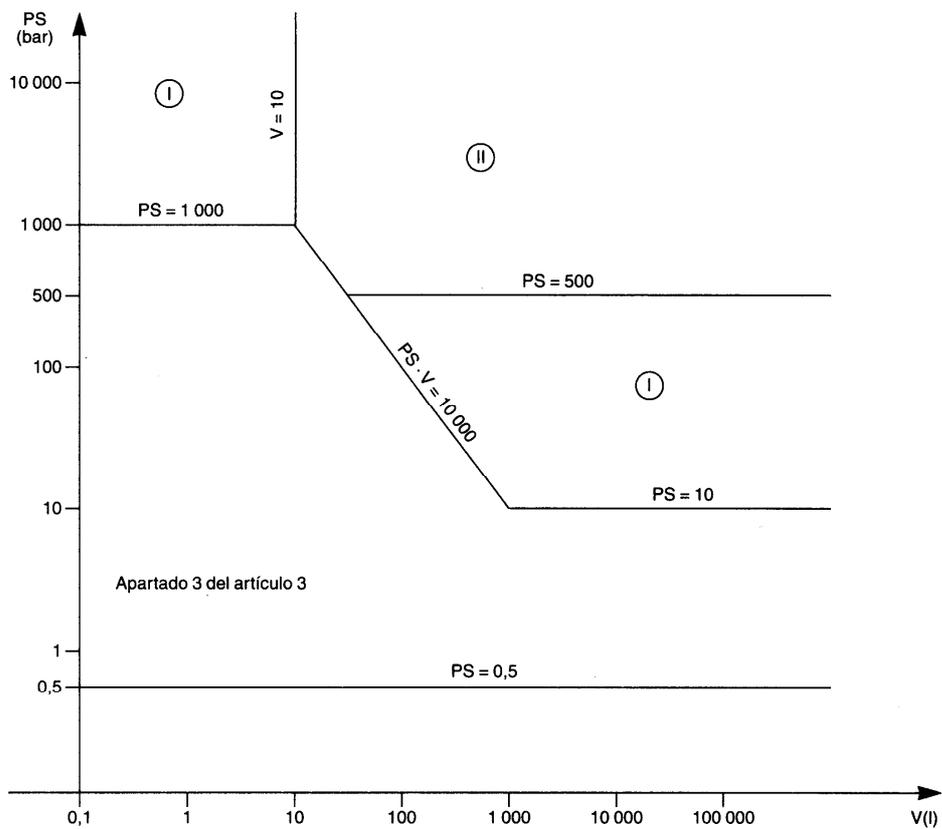
Recipientes contemplados en el segundo guión de la letra a) del punto 1.1 del artículo 3

Como excepción, los extintores portátiles y las botellas para aparatos respiratorios deberán clasificarse por lo menos en la categoría III.



Cuadro 3

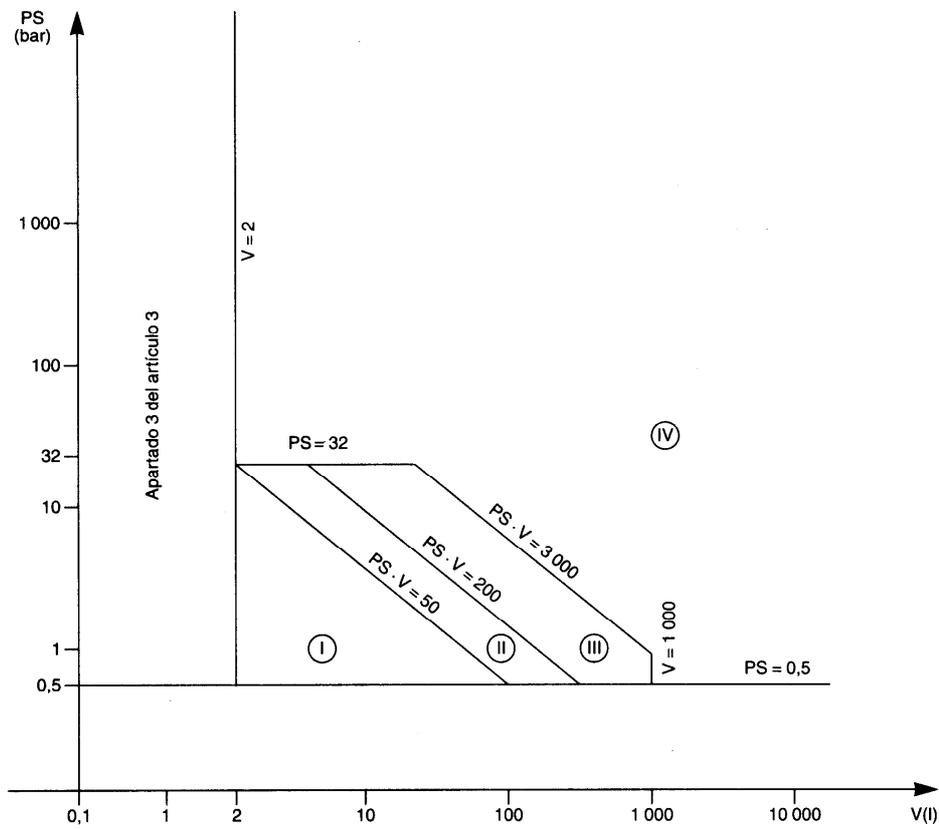
Recipientes contemplados en el primer guión de la letra b) del punto 1.1 del artículo 3



Cuadro 4

**Recipientes contemplados en el segundo guión de la letra b) del punto 1.1 del artículo 3**

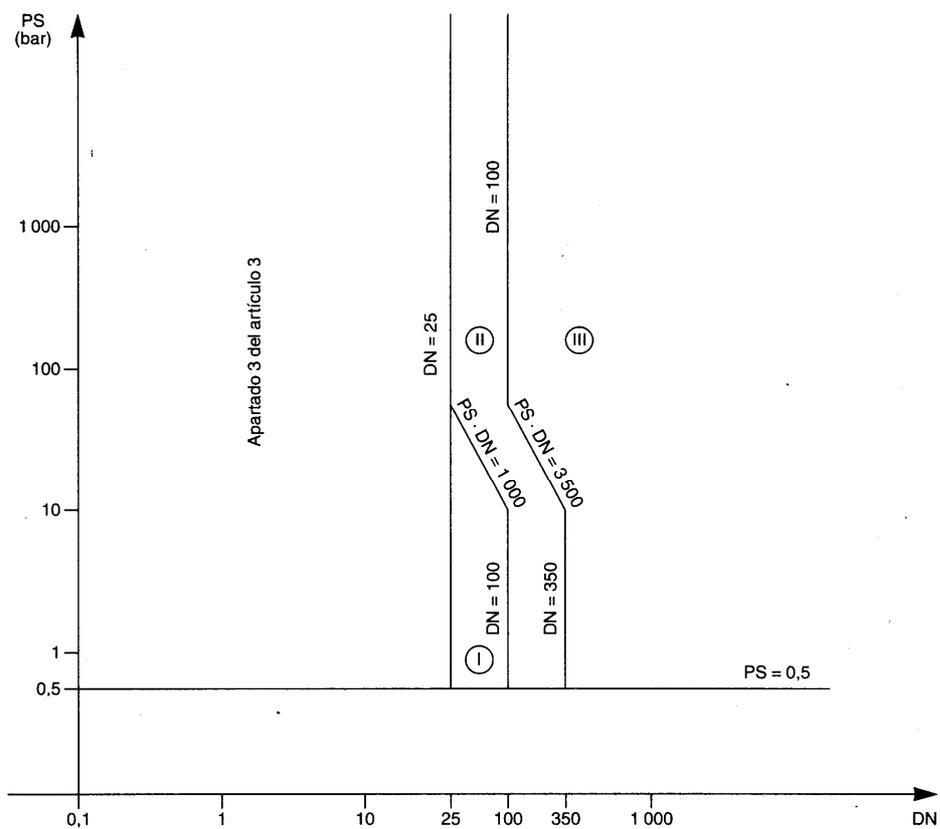
Como excepción, los conjuntos previstos para la producción de agua caliente contemplados en el punto 2.3 del artículo 3 serán objeto bien de un estudio de diseño (módulo B1) a fin de comprobar su conformidad con los requisitos esenciales contemplados en los puntos 2.10, 2.11, 3.4, y en las letras a) y d) del punto 5 del Anexo I, o bien de un sistema de garantía de la calidad total (módulo H).



Cuadro 5

**Equipos a presión contemplados en el punto 1.2 del artículo 3**

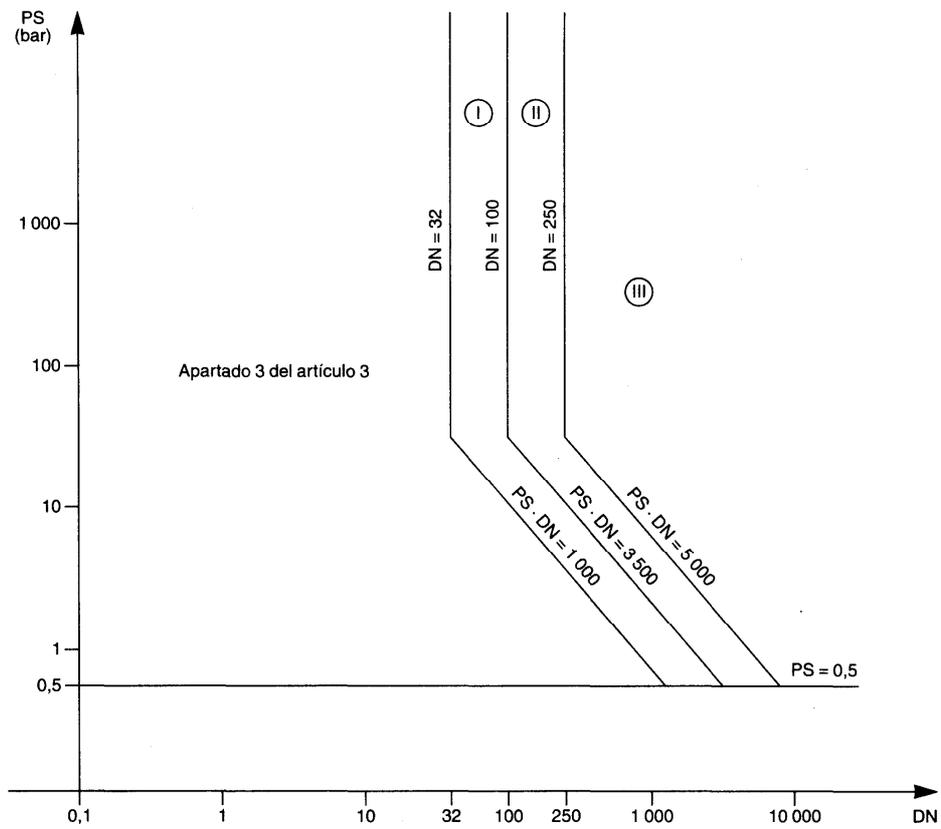
Como excepción, las ollas a presión estarán sujetas a un control del diseño conforme a un procedimiento de verificación que corresponda por lo menos a un módulo de la categoría III.



Cuadro 6

Tuberías contempladas en el primer guión de la letra a) del punto 1.3 del artículo 3

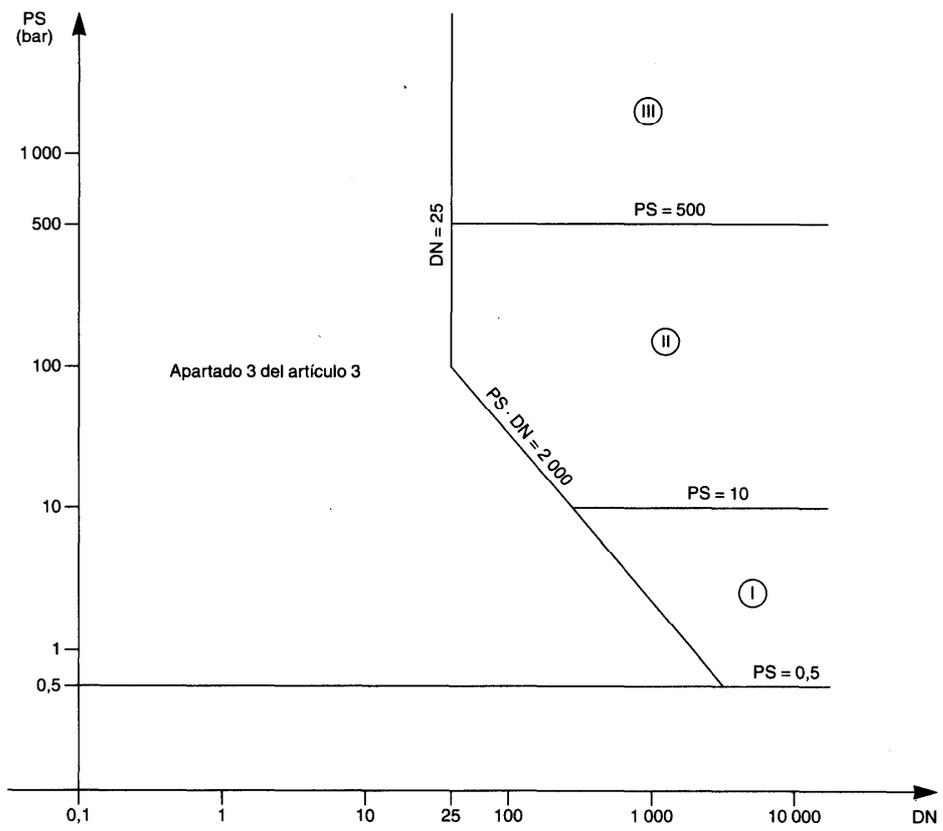
Como excepción, las tuberías destinadas a los gases inestables, y que deberían pertenecer a las categorías I o II en aplicación del cuadro 6, deberán clasificarse en la categoría III.



Cuadro 7

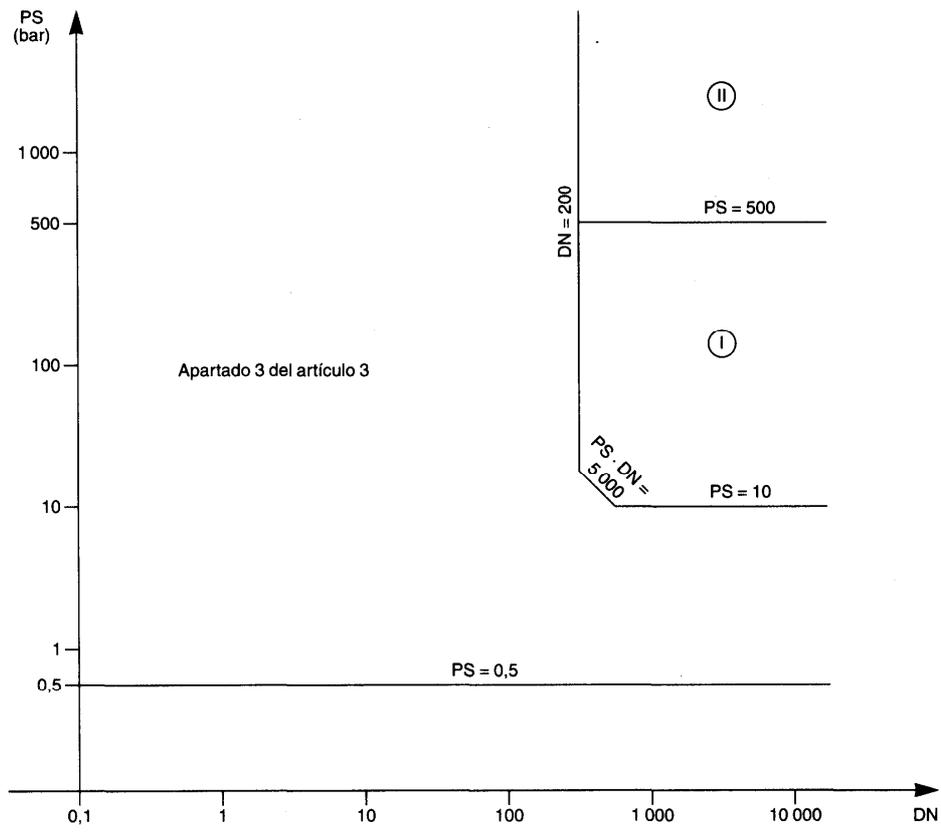
**Tuberías contempladas en el segundo guión de la letra a) del punto 1.3 del artículo 3**

Como excepción, todas las tuberías que contengan fluidos a una temperatura mayor que 350°C, y que deberían pertenecer a la categoría II en aplicación del cuadro 7, deberán clasificarse en la categoría III.



Cuadro 8

Tuberías contempladas en el primer guión de la letra b) del punto 1.3 del artículo 3



Cuadro 9

Tuberías contempladas en el segundo guión de la letra b) del punto 1.3 del artículo 3

## ANEXO III

## PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

Las obligaciones que se derivan de las disposiciones establecidas en el presente Anexo para los equipos a presión se aplicarán también a los conjuntos.

**Módulo A (control interno de la fabricación)**

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, que cumpla las obligaciones fijadas en el punto 2, garantiza y declara que el equipo a presión de que se trate cumple los requisitos de la Directiva que le son aplicables. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada unidad de equipo a presión y extenderá una declaración escrita de conformidad.
2. El fabricante elaborará la documentación técnica descrita en el punto 3; el fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, deberá conservarla a disposición de las autoridades nacionales, a efectos de inspección, durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión.

Cuando ni el fabricante ni su representante estén establecidos en la Comunidad, la obligación de conservar disponible la documentación técnica incumbirá a la persona que comercialice el equipo a presión en el mercado comunitario.

3. La documentación técnica permitirá la evaluación de la conformidad del equipo a presión con los requisitos de la Directiva que le son aplicables. En la medida necesaria para dicha evaluación, deberá reflejar el diseño, la fabricación y el funcionamiento del equipo a presión e incluirá:
  - una descripción general del equipo a presión;
  - los planos de diseño y de fabricación y los esquemas de los elementos, subconjuntos, circuitos, etc.;
  - las explicaciones y descripciones necesarias para la comprensión de dichos planos y esquemas y del funcionamiento del equipo a presión;
  - una lista de las normas previstas en el artículo 5, aplicadas total o parcialmente, y la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales de la Directiva, cuando no se hayan aplicado las normas previstas en el artículo 5;
  - los resultados de los cálculos de diseño, de los controles realizados, etc.;
  - los informes sobre las pruebas.
4. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, conservará, junto con la documentación técnica, una copia de la declaración de conformidad.
5. El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación garantice la conformidad del equipo a presión fabricado con la documentación técnica prevista en el punto 2 y con los requisitos de la Directiva que le son aplicables.

**Módulo A1 (control interno de la fabricación con vigilancia de la verificación final)**

Además de los requisitos del módulo A, se aplicarán las siguientes disposiciones:

La verificación final estará sujeta a una vigilancia en forma de visitas sin previo aviso por parte de un organismo notificado elegido por el fabricante.

Durante dichas visitas, el organismo notificado deberá:

- establecer que el fabricante realiza efectivamente la verificación final con arreglo al punto 3.2 del Anexo I;
- hacer un muestreo en el local de fabricación o de almacenamiento de los equipos a presión a efectos de control. El organismo notificado determinará el número de unidades de equipos que deberá muestrear, así como la necesidad de efectuar o hacer que se efectúe total o parcialmente la verificación final en los equipos a presión que constituyan la muestra.

En caso de que uno o varios equipos a presión no sean conformes, el organismo notificado tomará las medidas oportunas.

El fabricante fijará, bajo la responsabilidad del organismo notificado, el número de identificación de éste último en cada equipo a presión.

**Módulo B (examen «CE de tipo»)**

1. Este módulo describe la parte del procedimiento mediante la cual un organismo notificado comprueba y certifica que un ejemplar representativo de la producción de que se trate cumple los requisitos de la Directiva que le son aplicables.
2. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, presentará la solicitud del examen «CE de tipo» ante un solo organismo notificado que él mismo elija.

La solicitud incluirá:

- el nombre, los apellidos y la dirección del fabricante y, si la solicitud la presenta un representante establecido en la Comunidad, también el nombre, los apellidos y la dirección de este último;
- una declaración escrita en la que se especifique que la misma solicitud no se ha presentado a ningún otro organismo notificado;
- la documentación técnica descrita en el punto 3.

El solicitante pondrá a disposición del organismo notificado un ejemplar representativo de la producción considerada, en lo sucesivo denominado «tipo». El organismo notificado podrá pedir otros ejemplares si así lo exige el programa de pruebas.

Un tipo podrá comprender diversas variantes del equipo a presión, siempre que las diferencias entre dichas variantes no afecten al nivel de seguridad.

3. La documentación técnica deberá permitir la evaluación de la conformidad del equipo a presión con los requisitos de la Directiva que le son aplicables. En la medida necesaria para dicha evaluación, deberá reflejar el diseño, la fabricación y el funcionamiento del equipo a presión e incluirá:
  - una descripción general del tipo;
  - los planos de diseño y de fabricación y los esquemas de los elementos, subconjuntos, circuitos, etc.;
  - las explicaciones y descripciones necesarias para la comprensión de dichos planos y esquemas y del funcionamiento del equipo a presión;
  - una lista de las normas citadas en el artículo 5, aplicadas total o parcialmente, y la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales de la Directiva, cuando no se hayan aplicado las normas previstas en el artículo 5;
  - los resultados de los cálculos de diseño efectuados, de los controles realizados, etc.;
  - los informes sobre las pruebas;
  - los datos correspondientes a las pruebas previstas durante la fabricación;
  - los datos correspondientes a las aprobaciones o cualificaciones necesarias de conformidad con los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I.
4. *El organismo notificado:*
  - 4.1. examinará la documentación técnica, verificará si el tipo ha sido fabricado de acuerdo con la documentación técnica y determinará los elementos que hayan sido diseñados de acuerdo con las disposiciones aplicables de las normas contempladas en el artículo 5, así como los elementos en cuyo diseño no se hayan aplicado las disposiciones correspondientes a dichas normas.

En particular, el organismo notificado:

    - examinará la documentación técnica en lo que se refiere al diseño y a los procedimientos de fabricación;
    - evaluará los materiales utilizados, en caso de que éstos no sean conformes a las normas armonizadas aplicables o con una aprobación europea de materiales para equipos a presión, y verificará el certificado expedido por el fabricante del material con arreglo al punto 4.3 del Anexo I;
    - homologará los métodos de unión permanente de las piezas del equipo a presión, o verificará si han sido homologados con anterioridad, de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I;
    - verificará si el personal encargado de la unión permanente de las piezas de equipo a presión y de la realización de las pruebas no destructivas está cualificado o aprobado de conformidad con los puntos 3.1.2 o 3.1.3 del Anexo I;

- 4.2. realizará o hará que se realicen los controles apropiados y las pruebas necesarias para verificar si las soluciones adoptadas por el fabricante cumplen los requisitos esenciales de la Directiva cuando no se hayan aplicado las normas previstas en el artículo 5;
- 4.3. realizará o hará que se realicen los controles apropiados y las pruebas necesarias para comprobar si las normas correspondientes se han aplicado efectivamente cuando el fabricante haya elegido su aplicación;
- 4.4. se pondrá de acuerdo con el solicitante sobre el lugar en el que se realizarán los controles y las pruebas necesarias.
5. Si el tipo cumple las correspondientes disposiciones de la Directiva, el organismo notificado expedirá al solicitante un certificado de examen «CE de tipo». El certificado tendrá una validez de diez años renovables e incluirá el nombre y la dirección del fabricante, las conclusiones del control y los datos necesarios para identificar el tipo aprobado.

Se adjuntará al certificado una lista de las partes significativas de la documentación técnica y el organismo notificado conservará una copia.

Si el organismo notificado deniega la expedición del certificado de examen «CE de tipo» al fabricante o a su representante establecido en la Comunidad, el organismo notificado motivará su decisión de forma detallada. Deberá existir un procedimiento de recurso.

6. El solicitante informará al organismo notificado que conserve la documentación técnica relativa al certificado de examen «CE de tipo» sobre cualquier modificación del equipo a presión aprobado que deba recibir una nueva aprobación, cuando dichas modificaciones puedan afectar a la conformidad con los requisitos esenciales o a las condiciones previstas para el uso del equipo a presión. Esta nueva aprobación se expedirá en forma de apéndice del certificado original de examen «CE de tipo».
7. Cada organismo notificado comunicará a los Estados miembros la información pertinente sobre los certificados de examen «CE de tipo» que haya retirado y, a petición de aquéllos, sobre los que haya expedido.

Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre los certificados de examen «CE de tipo» que haya retirado o denegado.

8. Los demás organismos notificados podrán recibir copias de los certificados de examen «CE de tipo» y de sus apéndices. Los anexos de los certificados se conservarán a disposición de los demás organismos notificados.
9. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, conservará una copia de los certificados de examen «CE de tipo» y de sus apéndices junto con la documentación técnica durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión.

Cuando ni el fabricante ni su representante estén establecidos en la Comunidad, la obligación de conservar disponible la documentación técnica incumbirá a la persona que comercialice el equipo a presión en el mercado comunitario.

#### Módulo B1 (examen CE del diseño)

1. El presente módulo describe la parte del procedimiento mediante la cual un organismo notificado comprueba y certifica que el diseño de un equipo a presión cumple las disposiciones de la Directiva que le son aplicables.

En este módulo no podrá utilizarse el método experimental de diseño contemplado en el punto 2.2.4 del Anexo I.

2. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, presentará una solicitud de examen CE del diseño ante un solo organismo notificado.

La solicitud incluirá:

- el nombre, los apellidos y la dirección del fabricante y, si la solicitud la presenta un representante establecido en la Comunidad, también el nombre, los apellidos y la dirección de este último;

- una declaración escrita en la que se especifique que la misma solicitud no se ha presentado a ningún otro organismo notificado;
- la documentación técnica descrita en el punto 3.

La solicitud podrá referirse a diversas variantes del equipo a presión, siempre que las diferencias entre las variantes no afecten al nivel de seguridad.

3. La documentación técnica deberá permitir la evaluación de la conformidad del equipo a presión con los requisitos de la Directiva que le son aplicables. En la medida necesaria para dicha evaluación, deberá reflejar el diseño, la fabricación y el funcionamiento del equipo a presión e incluirá:
  - una descripción general del equipo a presión;
  - los planos de diseño y fabricación y los esquemas de los elementos, subconjuntos, circuitos, etc.;
  - las descripciones y explicaciones necesarias para la comprensión de dichos planos y esquemas y del funcionamiento del equipo a presión;
  - una lista de las normas previstas en el artículo 5, aplicadas total o parcialmente, y la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales de la Directiva, cuando no se hayan aplicado las normas previstas en el artículo 5;
  - las pruebas necesarias que justifiquen que las soluciones adoptadas en el diseño son adecuadas, especialmente cuando no se hayan aplicado en su totalidad las normas contempladas en el artículo 5. Estas pruebas deberán incluir los resultados de las pruebas efectuadas por el laboratorio apropiado del fabricante, o por cuenta de éste;
  - los resultados de los cálculos de diseño efectuados, de los controles realizados, etc.;
  - los datos correspondientes a las cualificaciones o aprobaciones necesarias de conformidad con los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I.

4. *El organismo notificado:*

- 4.1. examinará la documentación técnica y determinará los elementos que han sido diseñados de conformidad con las disposiciones aplicables de las normas a las que se refiere el artículo 5, así como los elementos en cuyo diseño no se hayan aplicado las disposiciones de las citadas normas.

En particular, el organismo notificado:

- evaluará los materiales utilizados, en caso de que éstos no sean conformes a las normas armonizadas aplicables o con una aprobación europea de materiales para equipos a presión;
  - homologará los métodos de unión permanente de las piezas del equipo a presión, o verificará si han sido homologados con anterioridad, de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I;
  - verificará si el personal encargado de la unión permanente de las piezas del equipo a presión y de la realización de las pruebas no destructivas está cualificado o aprobado de conformidad con los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I;
- 4.2. realizará los exámenes necesarios para verificar si las soluciones adoptadas por el fabricante cumplen los requisitos esenciales de la Directiva, cuando no se hayan aplicado las normas a las que se refiere el artículo 5;
  - 4.3. realizará los exámenes necesarios para verificar si las normas correspondientes se han aplicado efectivamente cuando el fabricante haya elegido su aplicación.
  5. En caso de que el diseño sea conforme a las disposiciones aplicables de la Directiva, el organismo notificado expedirá al solicitante un certificado de examen CE de diseño. En el certificado constarán el nombre y la dirección del solicitante, las conclusiones del examen, las condiciones de su validez, los datos necesarios para la identificación del diseño aprobado.

Se adjuntará una lista de las partes significativas de la documentación técnica y el organismo notificado conservará una copia.

Si el organismo notificado deniega la expedición del certificado de examen CE de diseño al fabricante o a su representante establecido en la Comunidad, el organismo notificado motivará su decisión de forma detallada. Deberá existir un procedimiento de recurso.

- El solicitante informará al organismo notificado que conserve la documentación técnica relativa al certificado de examen CE de diseño sobre cualquier modificación que se efectúe en el diseño aprobado que deba recibir una nueva aprobación, cuando dichas modificaciones puedan afectar a la conformidad con los requisitos esenciales o a las condiciones previstas para el uso del equipo a presión. Esta nueva aprobación se expedirá en forma de apéndice del certificado original de examen CE de diseño.

- Cada organismo notificado comunicará a los Estados miembros la información pertinente sobre los certificados de examen CE de diseño que haya retirado y, a petición de aquéllos, sobre los que haya expedido.

Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre los certificados de examen CE de diseño que haya retirado o denegado.

- Previo petición, los demás organismos notificados podrán obtener la información pertinente sobre:

— las concesiones de certificados de examen CE de diseño y de sus apéndices;

— las retiradas de certificados de examen CE de diseño y de sus apéndices.

- El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, conservará junto con la documentación técnica contemplada en el apartado 3 una copia de los certificados de examen CE de diseño y de sus apéndices durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión.

Cuando ni el fabricante ni su representante estén establecidos en la Comunidad, la obligación de conservar disponible la documentación técnica incumbirá a la persona que comercialice el producto en el mercado comunitario.

#### **Módulo C1 (conformidad con el tipo)**

- Este módulo describe la parte del procedimiento mediante la cual el fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, garantiza y declara que los equipos a presión de que se trate son conformes al tipo descrito en el certificado de examen «CE de tipo» y cumplen los requisitos de la Directiva que les son aplicables. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada unidad de equipo a presión y hará una declaración escrita de conformidad.

- El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación garantice la conformidad de los equipos a presión fabricados con el tipo descrito en el certificado de examen «CE de tipo», así como con los requisitos de la Directiva que le son aplicables.

- El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, conservará una copia de la declaración de conformidad durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión.

Cuando ni el fabricante ni su representante estén establecidos en la Comunidad, la obligación de conservar disponible la documentación técnica incumbirá a la persona que comercialice el equipo a presión en el mercado comunitario.

- La verificación final estará sujeta a vigilancia en forma de visitas sin previo aviso por parte de un organismo notificado elegido por el fabricante.

Durante dichas visitas, el organismo notificado deberá:

— asegurarse de que el fabricante realiza efectivamente la verificación final con arreglo al punto 3.2 del Anexo I;

— hacer un muestreo en el local de fabricación o de almacenamiento de los equipos a presión con fines de control. El organismo notificado determinará el número de unidades de equipos que deberá muestrear, así como la necesidad de realizar o hacer que se realice total o parcialmente la verificación final en los equipos a presión que constituyan la muestra.

En caso de que uno o varios equipos a presión no resulten conformes, el organismo notificado tomará las medidas oportunas.

El fabricante fijará en cada equipo a presión, bajo la responsabilidad del organismo notificado, el número de identificación de éste.

**Módulo D (aseguramiento de calidad de la producción)**

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante que cumple las obligaciones del punto 2 garantiza y declara que los equipos a presión de que se trate son conformes al tipo descrito en el certificado de examen «CE de tipo», o en el certificado de examen CE de diseño, y cumplen los requisitos de la Directiva que les son aplicables. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada unidad de equipo a presión y hará una declaración escrita de conformidad. El marcado «CE» irá acompañado del número de identificación del organismo notificado responsable de la vigilancia contemplada en el punto 4.

2. El fabricante aplicará para la producción, la inspección final y las pruebas un sistema de calidad aprobado con arreglo a lo dispuesto en el punto 3 y estará sujeto a la vigilancia contemplada en el punto 4.

**3. Sistema de calidad**

3.1. El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de calidad ante un organismo notificado de su elección.

Esta solicitud incluirá:

- toda la información pertinente sobre los equipos a presión de que se trate;
- la documentación relativa al sistema de calidad;
- la documentación técnica del tipo aprobado y una copia del certificado de examen «CE de tipo» o del certificado de examen CE de diseño.

3.2. El sistema de calidad asegurará la conformidad del equipo a presión con el tipo descrito en el certificado de examen «CE de tipo», o en el certificado de examen CE de diseño, y con los requisitos de la Directiva que le son aplicables.

Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante figurarán en una documentación llevada de manera sistemática y ordenada en forma de medidas, procedimientos e instrucciones escritas. Esta documentación relativa al sistema de calidad permitirá una interpretación uniforme de los programas, de los planos, de los manuales y de los expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad, el organigrama y las responsabilidades del personal de gestión y sus facultades en lo que se refiere a la calidad de los equipos a presión;
- las técnicas, los procedimientos y las medidas sistemáticas de fabricación, de control de calidad y de aseguramiento de la calidad que se aplicarán y, en particular, los métodos de unión permanente de las piezas homologadas de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I;
- los controles y pruebas que se realizarán antes, durante y después de la fabricación, así como la frecuencia con que se llevarán a cabo;
- los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la competencia o aprobación del personal correspondiente y en particular las del personal encargado de la unión permanente de las piezas y de la realización de las pruebas no destructivas de conformidad con los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I;
- los medios para supervisar la consecución de la calidad requerida y el funcionamiento eficaz del sistema de calidad.

3.3. El organismo notificado evaluará el sistema de calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 3.2. Se presumirán conformes a los requisitos correspondientes contemplados en el punto 3.2 aquellos elementos del sistema de calidad conformes a la norma armonizada pertinente.

El equipo de auditores contará al menos con un miembro que posea experiencia en la evaluación de la tecnología del equipo a presión de que se trate. El procedimiento de evaluación incluirá una visita de inspección a las instalaciones del fabricante.

La decisión se notificará al fabricante. La notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada. Deberá existir un procedimiento de recurso.

- 3.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.

El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, mantendrá informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de calidad de cualquier adaptación que se prevea en el mismo.

El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de calidad modificado sigue cumpliendo los requisitos contemplados en el punto 3.2 o si es precisa una nueva evaluación.

El organismo notificará su decisión al fabricante. Esta notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada.

#### 4. *Vigilancia bajo la responsabilidad del organismo notificado*

- 4.1. El objetivo de la vigilancia es cerciorarse de que el fabricante cumple debidamente las obligaciones que le impone el sistema de calidad aprobado.
- 4.2. El fabricante permitirá el acceso del organismo notificado a los centros de fabricación, inspección, pruebas y almacenamiento, a efectos de inspección, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:
- la documentación relativa al sistema de calidad;
  - los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la cualificación del personal de que se trate, etc.
- 4.3. El organismo notificado efectuará auditorías periódicas para cerciorarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de calidad; facilitará un informe de auditoría al fabricante. La frecuencia de las auditorías periódicas se establecerá de modo que cada tres años se lleve a cabo una reevaluación completa.
- 4.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas al fabricante sin previo aviso. La necesidad y la frecuencia de estas visitas adicionales se determinará a partir de un sistema de control por medio de visitas que realizará el organismo notificado. En el sistema de control de visitas se tendrán en cuenta, en particular, los siguientes factores:
- la categoría del equipo;
  - los resultados de las visitas de vigilancia anteriores;
  - la necesidad de comprobar el cumplimiento de las medidas correctivas;
  - cuando proceda, las condiciones especiales relacionadas con la aprobación del sistema;
  - modificaciones significativas de la organización de la producción, de las medidas o de las técnicas.

En el transcurso de dichas visitas, el organismo notificado, en caso necesario, podrá realizar o hacer que se realicen pruebas con objeto de comprobar, en caso necesario, el buen funcionamiento del sistema de calidad. Entregará al fabricante un informe de la visita y, si se hubiese realizado una prueba, un informe de la prueba.

5. Durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión, el fabricante tendrá a disposición de las autoridades nacionales:
- la documentación mencionada en el segundo guión del punto 3.1;
  - las adaptaciones contempladas en el segundo párrafo del punto 3.4;
  - las decisiones e informes del organismo notificado a que se refieren al último párrafo del punto 3.3 y el último párrafo del punto 3.4, así como los puntos 4.3 y 4.4.

6. Cada organismo notificado comunicará a los Estados miembros la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado y, a petición de aquéllos, sobre las que haya expedido.

Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado o denegado.

**Módulo D1 (aseguramiento de calidad de la producción)**

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante que cumple las obligaciones del punto 3 garantiza y declara que los equipos a presión considerados cumplen los requisitos de la Directiva que les son aplicables. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada equipo a presión y hará una declaración escrita de conformidad. El marcado «CE» irá acompañado del número de identificación del organismo notificado responsable de la vigilancia prevista en el punto 5.
2. El fabricante elaborará la documentación técnica descrita a continuación.  
  
La documentación técnica permitirá la evaluación de la conformidad del equipo a presión con los requisitos de la Directiva. En la medida necesaria para dicha evaluación, reflejará el diseño, la fabricación y el funcionamiento del equipo a presión e incluirá:
  - una descripción general del equipo a presión;
  - los planos de diseño y de fabricación y los esquemas de los elementos, subconjuntos, circuitos, etc.;
  - las explicaciones y las descripciones necesarias para la comprensión de dichos planos y esquemas y del funcionamiento del equipo a presión;
  - una lista de las normas previstas en el artículo 5, aplicadas total o parcialmente, y la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales de la Directiva, cuando no se hayan aplicado las normas previstas en el artículo 5;
  - los resultados de los cálculos de diseño efectuados, de los controles realizados, etc.;
  - los informes sobre las pruebas.
3. El fabricante aplicará para la producción, la inspección final y las pruebas, un sistema de calidad aprobado como se especifica en el punto 4, y estará sujeto a la vigilancia contemplada en el punto 5.

**4. Sistema de calidad**

- 4.1. El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de calidad ante un organismo notificado de su elección.

Esta solicitud incluirá:

- toda la información pertinente sobre los equipos a presión de que se trate;
- la documentación relativa al sistema de calidad.

- 4.2. El sistema de calidad asegurará la conformidad del equipo a presión con los requisitos de la Directiva que le son aplicables.

Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante figurarán en una documentación llevada de manera sistemática y ordenada en forma de medidas, procedimientos e instrucciones escritas. Esta documentación sobre el sistema de calidad permitirá una interpretación uniforme de los programas, de los planos, de los manuales y de los expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad, el organigrama y las responsabilidades del personal de gestión y sus facultades en lo que se refiere a la calidad de los equipos a presión;
- las técnicas, los procedimientos y las medidas sistemáticas de fabricación, de control de calidad y de aseguramiento de la calidad que se aplicarán y, en particular, los métodos de unión permanente de las piezas homologadas de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I;
- los controles y pruebas que se realizarán antes, durante y después de la fabricación, así como la frecuencia con que se llevarán a cabo;

- los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la competencia o aprobación del personal correspondiente y en particular las del personal encargado de la unión permanente de las piezas de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I;
  - los medios para vigilar la consecución de la calidad requerida del producto y el funcionamiento eficaz del sistema de calidad.
- 4.3. El organismo notificado evaluará el sistema de calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 4.2. Se considerarán conformes a los requisitos correspondientes contemplados en el punto 4.2 aquellos elementos del sistema de calidad que sean conformes a la norma armonizada pertinente.

El equipo de auditores contará al menos con un miembro que posea experiencia en la evaluación de la tecnología del equipo a presión de que se trate. El procedimiento de evaluación incluirá una visita de inspección a las instalaciones del fabricante.

La decisión se notificará al fabricante. La notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada. Deberá existir un procedimiento de recurso.

- 4.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.

El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, mantendrá informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de calidad de cualquier adaptación que se prevea en el mismo.

El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de calidad modificado sigue cumpliendo los requisitos contemplados en el punto 4.2 o si es precisa una nueva evaluación.

El organismo notificará su decisión al fabricante. Esta notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada.

##### 5. Vigilancia bajo la responsabilidad del organismo notificado

- 5.1. El objetivo de la vigilancia es cerciorarse de que el fabricante cumple debidamente las obligaciones que le impone el sistema de calidad aprobado.
- 5.2. El fabricante permitirá el acceso del organismo notificado a los centros de fabricación, inspección, pruebas y almacenamiento, a efectos de inspección, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:
- la documentación relativa al sistema de calidad;
  - los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y la calibración, los informes sobre la competencia del personal, etc.
- 5.3. El organismo notificado efectuará auditorías periódicas para cerciorarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de calidad; facilitará un informe de auditoría al fabricante. La frecuencia de las auditorías periódicas se establecerá de modo que cada tres años se lleve a cabo una reevaluación completa.
- 5.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas al fabricante sin previo aviso. La necesidad y la frecuencia de estas visitas adicionales se determinará a partir de un sistema de control de visitas que realizará el organismo notificado. En el sistema de control de visitas se tendrán en cuenta, en particular, los siguientes factores:
- la categoría del equipo;
  - los resultados de las visitas de vigilancia anteriores;
  - la necesidad de comprobar el cumplimiento de las medidas correctivas;
  - cuando proceda, las condiciones especiales relacionadas con la aprobación del sistema;
  - modificaciones significativas de la organización de la producción, de las medidas o de las técnicas.

En el transcurso de dichas visitas, el organismo notificado, en caso necesario, podrá realizar o hacer que se realicen pruebas con objeto de comprobar, en caso necesario, el buen funcionamiento del sistema de calidad. Entregará al fabricante un informe de la visita y, si se hubiese realizado una prueba, un informe de la prueba.

6. Durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión, el fabricante tendrá a disposición de las autoridades nacionales:
  - la documentación técnica mencionada en el punto 2;
  - la documentación mencionada en el segundo guión del punto 4.1;
  - las adaptaciones contempladas en el segundo párrafo del punto 4.4;
  - las decisiones e informes del organismo notificado a que se refieren el último párrafo del punto 4.3 y el último párrafo del punto 4.4, así como los puntos 5.3 y 5.4.
7. Cada organismo notificado comunicará a los Estados miembros la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado y, a petición de aquéllos, sobre las que haya expedido.

Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado o denegado.

#### Módulo E (aseguramiento de calidad del producto)

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante que cumple las obligaciones del punto 2 garantiza y declara que los equipos a presión son conformes al tipo descrito en el certificado de examen «CE de tipo» y que cumplen los requisitos de la Directiva que les son aplicables. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada producto y hará una declaración escrita de conformidad. El marcado «CE» irá acompañado del número de identificación del organismo notificado responsable de la vigilancia prevista en el punto 4.
2. El fabricante aplicará para la inspección final y las pruebas de los equipos a presión un sistema de calidad aprobado con arreglo a lo especificado en el punto 3, y estará sujeto a la vigilancia mencionada en el punto 4.
3. *Sistema de calidad*
- 3.1. El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de calidad ante un organismo notificado de su elección.

Esta solicitud incluirá:

- toda la información pertinente sobre los equipos a presión de que se trate;
- la documentación relativa al sistema de calidad;
- la documentación técnica del tipo aprobado y la copia del certificado de examen «CE de tipo».

- 3.2. En el contexto del sistema de calidad, se examinará cada equipo a presión y se realizarán las pruebas oportunas de conformidad con la norma o las normas pertinentes establecidas en el artículo 5, u otras pruebas equivalentes, y, en particular, la verificación final contemplada en el punto 3.2 del Anexo I con el fin de asegurar su conformidad con los correspondientes requisitos de la Directiva. Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante figurarán en una documentación llevada de manera sistemática y ordenada en forma de medidas, procedimientos e instrucciones escritas. La documentación sobre el sistema de calidad permitirá una interpretación uniforme de los programas, de los planos, de los manuales y de los expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad, el organigrama y las responsabilidades del personal de gestión y sus facultades en lo que se refiere a la calidad de los equipos a presión;
- los controles y pruebas que se realizarán después de la fabricación;

- los medios para verificar el funcionamiento eficaz del sistema de calidad;
  - los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la competencia o aprobación del personal correspondiente y en particular las del personal encargado de la unión permanente de las piezas y de la realización de las pruebas no destructivas de conformidad con los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I.
- 3.3. El organismo notificado evaluará el sistema de calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 3.2. Se considerarán conformes a los requisitos correspondientes contemplados en el punto 3.2 aquellos elementos del sistema de calidad que sean conformes a la norma armonizada pertinente.
- El equipo de auditores contará al menos con un miembro que posea experiencia en la evaluación de la tecnología del equipo a presión de que se trate. El procedimiento de evaluación incluirá una visita de inspección a las instalaciones del fabricante.
- La decisión se notificará al fabricante. La notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada.
- 3.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se derivan del sistema de calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.
- El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, mantendrá informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de calidad de cualquier adaptación que se prevea en el mismo.
- El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de calidad modificado sigue cumpliendo los requisitos contemplados en el punto 3.2 o si es precisa una nueva evaluación.
- El organismo notificará su decisión al fabricante. Esta notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada.
4. *Vigilancia bajo la responsabilidad del organismo notificado*
- 4.1. El objetivo de la vigilancia es cerciorarse de que el fabricante cumple debidamente las obligaciones que le impone el sistema de calidad aprobado.
- 4.2. El fabricante permitirá el acceso del organismo notificado a los centros de inspección, pruebas y almacenamiento, a efectos de inspección, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:
- la documentación sobre el sistema de calidad;
  - la documentación técnica;
  - los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la cualificación del personal, etc.
- 4.3. El organismo notificado efectuará auditorías periódicas para cerciorarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de calidad y facilitará un informe de auditoría al fabricante. La frecuencia de las auditorías periódicas se establecerá de modo que cada tres años se lleve a cabo una reevaluación completa.
- 4.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas al fabricante sin previo aviso. La necesidad y la frecuencia de estas visitas adicionales se determinará a partir de un sistema de control de visitas que realizará el organismo notificado. En el sistema de control de visitas se tendrán en cuenta, en particular, los siguientes factores:
- la categoría del equipo;
  - los resultados de las visitas de vigilancia anteriores;
  - la necesidad de comprobar el cumplimiento de las medidas correctivas;
  - cuando proceda, las condiciones especiales relacionadas con la aprobación del sistema;
  - modificaciones significativas de la organización de la producción, de las medidas o de las técnicas.
- En el transcurso de dichas visitas, el organismo notificado, en caso necesario, podrá realizar o hacer que se realicen pruebas con objeto de comprobar, en caso necesario, el buen funcionamiento del sistema de calidad. Entregará al fabricante un informe de la visita y, si se hubiese realizado una prueba, un informe de la prueba.

5. Durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión, el fabricante tendrá a disposición de las autoridades nacionales:
  - la documentación mencionada en el segundo guión del punto 3.1;
  - las adaptaciones contempladas en el segundo párrafo del punto 3.4;
  - las decisiones e informes del organismo notificado a los que se refieren el último párrafo del punto 3.3 y el último párrafo del punto 3.4, así como los puntos 4.3 y 4.4.
6. Cada organismo notificado comunicará a los Estados miembros la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado y, a petición de aquéllos, sobre las que haya expedido.  
  
Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado o denegado.

#### Módulo E1 (aseguramiento de calidad del producto)

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante que cumple las obligaciones del punto 3 asegura y declara que los equipos a presión cumplen los requisitos de la Directiva que les son aplicables. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada equipo a presión y hará una declaración escrita de conformidad. El marcado «CE» irá acompañado del número de identificación del organismo notificado responsable de la vigilancia prevista en el punto 5.
2. El fabricante elaborará la documentación técnica descrita a continuación.  
  
La documentación técnica permitirá la evaluación de la conformidad del equipo a presión con los requisitos de la Directiva. En la medida necesaria para dicha evaluación, reflejará el diseño, la fabricación y el funcionamiento del equipo a presión e incluirá:
  - una descripción general del tipo;
  - los planos de diseño y de fabricación y los esquemas de los elementos, subconjuntos, circuitos, etc.;
  - las explicaciones y las descripciones necesarias para la comprensión de dichos planos y esquemas y del funcionamiento del equipo a presión;
  - una lista de las normas previstas en el artículo 5, aplicadas total o parcialmente, y la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales de la Directiva, cuando no se hayan aplicado las normas previstas en el artículo 5;
  - los resultados de los cálculos de diseño efectuados, de los controles realizados, etc.;
  - los informes sobre las pruebas.
3. El fabricante aplicará para la inspección final y las pruebas de los equipos a presión un sistema de calidad aprobado con arreglo a lo especificado en el punto 4, y estará sujeto a la vigilancia mencionada en el punto 5.
4. *Sistema de calidad*
  - 4.1. El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de calidad ante un organismo notificado de su elección.  
  
Esta solicitud incluirá:
    - toda la información pertinente sobre los equipos a presión de que se trate;
    - la documentación relativa al sistema de calidad.
  - 4.2. En el contexto del sistema de calidad, se examinará cada equipo a presión y se realizarán las pruebas oportunas según la norma o las normas correspondientes establecidas en el artículo 5, u otras pruebas equivalentes, y, en particular, la verificación final contemplada en el punto 3.2 del Anexo I, con el fin de asegurar su conformidad con los correspondientes requisitos de la Directiva. Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante figurarán en una documentación llevada de manera sistemática y ordenada en forma de medidas, procedimientos e instrucciones escritas. La documentación sobre el sistema de calidad permitirá una interpretación uniforme de los programas, planos, manuales y expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad, el organigrama y las responsabilidades del personal de gestión y sus facultades en lo que se refiere a la calidad de los equipos a presión;
- los métodos de unión permanente de las piezas homologadas de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I;
- los controles y las pruebas que se realizarán después de la fabricación;
- los medios para verificar el funcionamiento eficaz del sistema de calidad;
- los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la competencia o aprobación del personal correspondiente y en particular las del personal encargado de la unión permanente de las piezas de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I.

- 4.3. El organismo notificado evaluará el sistema de calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 4.2. Se presumirán conformes a los requisitos correspondientes contemplados en el punto 4.2 aquellos elementos del sistema de calidad que sean conformes a la norma armonizada pertinente.

El equipo de auditores contará al menos con un miembro que posea experiencia en la evaluación de la tecnología del equipo a presión de que se trate. El procedimiento de evaluación incluirá una visita de inspección a las instalaciones del fabricante.

La decisión se notificará al fabricante. La notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada. Deberá existir un procedimiento de recurso.

- 4.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.

El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, mantendrá informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de calidad de cualquier adaptación que se prevea en el mismo.

El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de calidad modificado sigue cumpliendo los requisitos contemplados en el punto 4.2 o si es precisa una nueva evaluación.

El organismo notificará su decisión al fabricante. Esta notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada.

#### 5. *Vigilancia bajo la responsabilidad del organismo notificado*

- 5.1. El objetivo de la vigilancia es cerciorarse de que el fabricante cumple debidamente las obligaciones que le impone el sistema de calidad aprobado.

- 5.2. El fabricante permitirá el acceso del organismo notificado a los centros de inspección, pruebas y almacenamiento, a efectos de inspección, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:

- la documentación relativa al sistema de calidad;
- la documentación técnica;
- los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la competencia del personal, etc.

- 5.3. El organismo notificado efectuará auditorías periódicas para cerciorarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de calidad y facilitará un informe de auditoría al fabricante. La frecuencia de las auditorías periódicas se establecerá de modo que cada tres años se lleve a cabo una reevaluación completa.

- 5.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas al fabricante sin previo aviso. La necesidad y frecuencia de estas visitas adicionales se determinará a partir de un sistema de control de visitas que realizará el organismo notificado. En el sistema de control de visitas se tendrán en cuenta, en particular, los siguientes factores:

- la categoría del equipo;
- los resultados de las visitas de vigilancia anteriores;
- la necesidad de comprobar el cumplimiento de las medidas correctivas;

- cuando proceda, las condiciones especiales relacionadas con la aprobación del sistema;
- las modificaciones significativas de la organización de la producción, de las medidas o de las técnicas.

En el transcurso de dichas visitas, el organismo notificado, en caso necesario, podrá realizar o hacer que se realicen pruebas con objeto de comprobar, en caso necesario, el buen funcionamiento del sistema de calidad. Entregará al fabricante un informe de la visita y, si se hubiese realizado una prueba, un informe de la prueba.

6. Durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión, el fabricante tendrá a disposición de las autoridades nacionales:
  - la documentación técnica mencionada en el punto 2;
  - la documentación mencionada en el segundo guión del punto 4.1;
  - las adaptaciones contempladas en el segundo párrafo del punto 4.4;
  - las decisiones e informes del organismo notificado a que se refieren el último párrafo del punto 4.3 y el último párrafo del punto 4.4, así como los puntos 5.3 y 5.4.
7. Cada organismo notificado comunicará a los Estados miembros la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado y, a petición de aquéllos, sobre las que haya expedido.

Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado o denegado.

#### Módulo F (verificación de los productos)

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, garantiza y declara que los equipos a presión a los que se ha aplicado lo dispuesto en el punto 3 son conformes al tipo descrito:
  - en el certificado de examen «CE de tipo», o
  - en el certificado de examen CE de diseñoy cumplen los correspondientes requisitos de la Directiva.
2. El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el proceso de fabricación asegure que el equipo a presión es conforme al tipo descrito:
  - en el certificado de examen «CE de tipo», o
  - en el certificado de examen CE de diseñoy con los requisitos de la Directiva que le son aplicables.

El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada equipo a presión y extenderá una declaración de conformidad.
3. El organismo notificado realizará los exámenes y pruebas apropiados para comprobar si el equipo a presión es conforme a los correspondientes requisitos de la Directiva mediante el control y la prueba de cada producto tal como se especifica en el punto 4.

El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, conservará una copia de la declaración de conformidad durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión.
4. *Verificación mediante control y prueba de todos los equipos a presión*
  - 4.1. Se examinarán individualmente todos los equipos a presión y se realizarán todos los controles y pruebas adecuados establecidos en la norma o normas correspondientes a las que se refiere el artículo 5, u otros exámenes o pruebas equivalentes, para verificar su conformidad con el tipo y con los requisitos de la Directiva que les son aplicables.

En particular, el organismo notificado:

- comprobará si el personal encargado de la unión permanente de las piezas y de la realización de las pruebas no destructivas posee la cualificación o la aprobación contemplada en los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I;

- verificará el certificado expedido por el fabricante del material de conformidad con el punto 4.3 del Anexo I;
  - realizará o hará que se realicen la visita final y la prueba contempladas en el punto 3.2 del Anexo I y, en su caso, examinará los dispositivos de seguridad.
- 4.2. El organismo notificado fijará o hará que se fije su número de identificación en todos los equipos a presión y extenderá por escrito un certificado de conformidad relativo a las pruebas realizadas.
- 4.3. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, deberá estar en condiciones de presentar los certificados de conformidad expedidos por el organismo notificado, en caso de que le sean requeridos.

#### Módulo G (verificación CE por unidad)

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante garantiza y declara que los equipos a presión a los que se haya expedido el certificado mencionado en el punto 4.1 son conformes a los correspondientes requisitos de la Directiva. El fabricante fijará el marcado «CE» en cada equipo de presión y extenderá una declaración de conformidad.
2. El fabricante presentará la solicitud de verificación por unidad ante un organismo notificado de su elección.

La solicitud incluirá:

- el nombre y la dirección del fabricante y el emplazamiento del equipo a presión;
- una declaración escrita en la que se especifique que no se ha presentado una solicitud similar a otro organismo notificado;
- una documentación técnica.

3. La documentación técnica permitirá la evaluación de la conformidad del equipo a presión con los correspondientes requisitos de la Directiva y la comprensión del diseño, la fabricación y el funcionamiento del equipo a presión.

La documentación técnica incluirá:

- una descripción general del equipo a presión;
- los planos de diseño y de fabricación y los esquemas de los elementos, subconjuntos, circuitos, etc.;
- las explicaciones y las descripciones necesarias para la comprensión de dichos planos y esquemas y del funcionamiento del equipo a presión;
- una lista de las normas previstas en el artículo 5, aplicadas total o parcialmente, y la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales de la Directiva, cuando no se hayan aplicado las normas contempladas en el artículo 5;
- los resultados de los cálculos de diseño efectuados, de los controles realizados, etc.;
- los informes sobre las pruebas;
- los elementos adecuados relativos a la homologación de los procedimientos de fabricación y de control y a la competencia o aprobación del personal correspondiente, de conformidad con los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I.

4. El organismo notificado examinará el diseño y la fabricación de cada equipo a presión y efectuará con motivo de la fabricación las pruebas adecuadas contempladas en la norma o normas pertinentes a que se refiere el artículo 5 de la Directiva, o exámenes y pruebas equivalentes, para comprobar su conformidad con los correspondientes requisitos de la Directiva.

En particular, el organismo notificado:

- examinará la documentación técnica en lo que se refiere al diseño y los procedimientos de fabricación;
- evaluará los materiales utilizados cuando éstos no sean conformes a las normas armonizadas que les son aplicables o con una aprobación europea de materiales para equipos a presión y comprobará el certificado expedido por el fabricante del material, con arreglo a lo dispuesto en el punto 4.3 del Anexo I;
- homologará los métodos de unión permanente de las piezas, o verificará si han sido homologados con anterioridad, de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I;
- verificará las cualificaciones o aprobaciones exigidas en virtud de los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I;
- procederá a la inspección final contemplada en el punto 3.2.1 del Anexo I, realizará o hará que se realice la prueba contemplada en el punto 3.2.2 del Anexo I y, en su caso, examinará los dispositivos de seguridad.

- 4.1. El organismo notificado fijará o hará que se fije su número de identificación en cada equipo a presión y expedirá un certificado de conformidad relativo a las pruebas realizadas. Dicho certificado deberá conservarse durante un plazo de diez años.
- 4.2. El fabricante o su representante establecido en la Comunidad deberá estar en condiciones de presentar la declaración de conformidad y el certificado de conformidad expedidos por el organismo notificado, en caso de que le sean requeridos.

#### Módulo H (aseguramiento de calidad total)

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante que cumple las obligaciones establecidas en el punto 2 garantiza y declara que los equipos a presión de que se trate cumplen los requisitos de la Directiva que les son aplicables. El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, fijará el marcado «CE» en cada equipo a presión y hará una declaración escrita de conformidad. El marcado «CE» irá acompañado del número de identificación del organismo notificado responsable de la vigilancia contemplada en el punto 4.
2. El fabricante aplicará un sistema de calidad aprobado para el diseño, la fabricación, la inspección final y las pruebas, tal como se especifica en el punto 3, y estará sujeto a la vigilancia mencionada en el punto 4.
3. *Sistema de calidad*
- 3.1. El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de calidad a un organismo notificado de su elección.

Esta solicitud incluirá:

- toda la información adecuada sobre los equipos a presión de que se trate;
- la documentación relativa al sistema de calidad.

- 3.2. El sistema de calidad deberá asegurar la conformidad del equipo a presión con los requisitos de la Directiva que le son aplicables.

Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante figurarán en una documentación llevada de manera sistemática y ordenada en forma de medidas, procedimientos e instrucciones escritas. La documentación relativa al sistema de calidad permitirá una interpretación uniforme de las medidas de procedimiento y de calidad, tales como los programas, planos, manuales y expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad, el organigrama y las responsabilidades del personal de gestión y sus facultades en lo que se refiere a la calidad del diseño y a la calidad de los productos;
- las especificaciones técnicas del diseño, incluidas las normas de aplicación y, en caso de que las normas contempladas en el artículo 5 no se apliquen en su totalidad, los medios que se utilizarán para que se cumplan los requisitos esenciales de la Directiva que son utilizados para que se cumplan los requisitos esenciales de la Directiva que son de aplicación a los equipos a presión;
- las técnicas de control y de verificación del diseño, los procedimientos y medidas sistemáticas que se utilizarán en el momento del diseño de los equipos a presión, en particular en lo que se refiere a los materiales contemplados en el punto 4 del Anexo I;
- las técnicas, los procedimientos y las medidas sistemáticas correspondientes que se aplicarán para la fabricación, en particular los métodos de unión permanente de las piezas homologadas de conformidad con el punto 3.1.2 del Anexo I, así como para el control y el aseguramiento de la calidad;
- los controles y pruebas que se realizarán antes, durante y después de la fabricación, así como la frecuencia con que se llevarán a cabo;
- los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y de la calibración, los informes sobre la competencia o aprobación del personal correspondiente y en particular las del personal encargado de la unión permanente de las piezas y de la realización de las pruebas no destructivas que se contemplan en los puntos 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I;
- los medios de vigilancia que permitan controlar la consecución del diseño y de la calidad requeridos para el equipo a presión y el funcionamiento eficaz del sistema de calidad.

- 3.3. El organismo notificado evaluará el sistema de calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 3.2. Se presumirán conformes a los requisitos correspondientes contemplados en el punto 3.2 aquellos elementos del sistema de calidad que sean conformes a la norma armonizada pertinente.

El equipo de auditores contará al menos con un miembro que posea experiencia en la evaluación de la tecnología del equipo a presión de que se trate. El procedimiento de evaluación incluirá una visita de inspección a las instalaciones del fabricante.

La decisión se notificará al fabricante. La notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada. Deberá existir un procedimiento de recurso.

- 3.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.

El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, mantendrá informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de calidad de cualquier adaptación que se prevea en el mismo.

El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de calidad modificado sigue cumpliendo los requisitos contemplados en el punto 3.2 o si es precisa una nueva evaluación.

El organismo notificará su decisión al fabricante. Esta notificación incluirá las conclusiones del control y la decisión de evaluación motivada.

4. *Vigilancia bajo la responsabilidad del organismo notificado*

- 4.1. El objetivo de la vigilancia es cerciorarse de que el fabricante cumple debidamente las obligaciones que le impone el sistema de calidad aprobado.

- 4.2. El fabricante permitirá el acceso del organismo notificado a los centros de diseño, fabricación, inspección, pruebas y almacenamiento, a efectos de inspección, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:

- la documentación relativa al sistema de calidad;
- los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de calidad dedicada al diseño, tales como los resultados de los análisis, los cálculos, las pruebas, etc;
- los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de calidad dedicada a la fabricación, tales como los informes de inspección y los datos de las pruebas y la calibración, los informes sobre la competencia del personal de que se trate, etc.

- 4.3. El organismo notificado efectuará auditorías periódicas para cerciorarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de calidad y facilitará un informe de auditoría al fabricante. La frecuencia de las auditorías periódicas se establecerá de modo que cada tres años se lleve a cabo una reevaluación completa.

- 4.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas al fabricante sin previo aviso. La necesidad y frecuencia de estas visitas adicionales se determinará a partir de un sistema de control de visitas que realizará el organismo notificado. En el sistema de control de visitas se tendrán en cuenta, en particular, los siguientes factores:

- la categoría del equipo;
- los resultados de las visitas de vigilancia anteriores;
- la necesidad de comprobar el cumplimiento de las medidas correctivas;
- cuando proceda, las condiciones especiales relacionadas con la aprobación del sistema;
- las modificaciones significativas de la organización de la producción, las medidas o las técnicas.

En el transcurso de dichas visitas, el organismo notificado, en caso necesario, podrá realizar o hacer que se realicen pruebas con objeto de comprobar, en caso necesario, el buen funcionamiento del sistema de calidad. Entregará al fabricante un informe de la visita y, si se hubiese realizado una prueba, un informe de la prueba.

5. Durante un plazo de diez años a partir de la fecha de fabricación del último equipo a presión, el fabricante tendrá a disposición de las autoridades nacionales:

- la documentación mencionada en el segundo guión del segundo párrafo del punto 3.1;
- las adaptaciones contempladas en el segundo párrafo del punto 3.4;
- las decisiones e informes del organismo notificado a que se refieren el último párrafo del punto 3.3 y el último párrafo del punto 3.4, así como los puntos 4.3 y 4.4.

6. Cada organismo notificado comunicará a los Estados miembros la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado y, a petición de aquéllos, sobre las que haya expedido.

Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de calidad que haya retirado o denegado.

**Modulo H1 (pleno aseguramiento de la calidad con control del diseño y vigilancia especial de la verificación final)**

1. Además de los requisitos del módulo H, serán aplicables las disposiciones siguientes:
  - a) El fabricante presentará una solicitud de control del diseño ante el organismo notificado.
  - b) La solicitud permitirá la comprensión del diseño, la fabricación y el funcionamiento del equipo a presión, así como la evaluación de su conformidad con los requisitos de la Directiva que le son aplicables.

La solicitud incluirá:

    - las especificaciones técnicas del diseño, incluidas las normas que se hayan aplicado;
    - las pruebas necesarias que demuestren su adecuación, en particular cuando las normas previstas en el artículo 5 no se hayan aplicado en su totalidad. Estas pruebas incluirán los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio apropiado del fabricante o por cuenta de éste.
  - c) El organismo notificado examinará la solicitud y, en caso de que el diseño cumpla las disposiciones de la Directiva que le son aplicables, expedirá un certificado de examen CE de diseño al solicitante. El certificado incluirá las conclusiones del examen, sus condiciones de validez, los datos necesarios para la identificación del diseño aprobado y, en su caso, una descripción del funcionamiento del equipo a presión o de sus accesorios.
  - d) El solicitante mantendrá informado al organismo notificado que haya expedido el certificado de examen CE de diseño sobre cualquier modificación de diseño aprobado. Las modificaciones deberán recibir una aprobación complementaria del organismo notificado que haya expedido el certificado de examen CE de diseño en los casos en que los cambios puedan afectar a la conformidad con los requisitos esenciales de la Directiva o con las condiciones de uso del equipo a presión. Esta aprobación complementaria se hará en forma de apéndice del certificado original de examen CE de diseño.
  - e) Cada organismo notificado comunicará también a los demás organismos notificados la información pertinente sobre los certificados de examen «CE de diseño» que haya retirado o denegado.
2. La verificación final a que se refiere el punto 3.2 del Anexo I estará sujeta a una vigilancia reforzada consistente en visitas sin previo aviso por parte del organismo notificado. En el transcurso de dichas visitas el organismo notificado deberá efectuar controles de los equipos a presión.

## ANEXO IV

**CRITERIOS MÍNIMOS QUE DEBERÁN CUMPLIRSE PARA LA DESIGNACIÓN DE LOS ORGANISMOS NOTIFICADOS CONTEMPLADOS EN EL ARTÍCULO 12 Y DE LAS ENTIDADES INDEPENDIENTES RECONOCIDAS CONTEMPLADAS EN EL ARTÍCULO 13**

1. El organismo, su director y el personal encargado de llevar a cabo la verificación y la evaluación no podrán ser ni el diseñador, ni el fabricante, ni el proveedor, ni el instalador, ni el usuario del equipo a presión o de conjunto sometido al control del organismo, ni tampoco el representante de ninguna de esas partes. No podrán intervenir directamente en el diseño, fabricación, comercialización o mantenimiento del equipo a presión o del conjunto, ni representar a las partes que realicen dichas actividades. Esto no obstará para que el fabricante del equipo a presión o del conjunto y el organismo notificado puedan intercambiarse información técnica.
2. El organismo y su personal llevarán a cabo las operaciones de evaluación y de verificación con plena integridad profesional y plena competencia técnica y libertad respecto a toda presión o incentivo, en particular de carácter financiero, que pueda influir en su opinión o en los resultados de la inspección, especialmente si proceden de personas o de grupos de personas con intereses en los resultados de las verificaciones.
3. El organismo dispondrá del personal y los medios necesarios para realizar de forma adecuada las tareas técnicas y administrativas ligadas a la ejecución de los controles o de la vigilancia; asimismo, deberá tener acceso al material necesario para realizarse verificaciones extraordinarias.
4. El personal encargado de los controles poseerá:
  - una formación técnica y profesional sólida;
  - un conocimiento satisfactorio de las prescripciones relativas a los controles que efectúe y la suficiente práctica en dichos controles;
  - la aptitud necesaria para redactar los certificados, actas e informes que demuestren que se han realizado los controles.
5. Deberá garantizarse la imparcialidad del personal del organismo encargado del control. Su remuneración no variará en función del número de controles realizados ni del resultado de dichos controles.
6. El organismo deberá contratar un seguro de responsabilidad civil, a no ser que dicha responsabilidad se halle cubierta por el Estado con arreglo a lo dispuesto en la legislación nacional, o que los controles los efectúe directamente el Estado miembro.
7. El personal del organismo estará sujeto al secreto profesional en relación con toda información obtenida en el desempeño de sus funciones (excepto ante las autoridades administrativas competentes del Estado en el que ejerza sus actividades), de acuerdo con lo dispuesto en la Directiva o en cualquier disposición de derecho interno que la desarrolle.

## ANEXO V

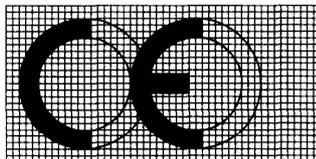
**CRITERIOS QUE DEBERÁN CUMPLIRSE PARA LA AUTORIZACIÓN DE LOS ORGANISMOS DE INSPECCIÓN DE LOS USUARIOS CONTEMPLADOS EN EL ARTÍCULO 14**

1. Los organismos de inspección de los usuarios serán organizativamente identificables y tendrán métodos de información dentro del grupo del que formen parte que aseguren y demuestren su imparcialidad. No serán responsables del diseño, la fabricación, el suministro, la instalación, el funcionamiento ni el mantenimiento de los equipos a presión o de los conjuntos, ni ejercerán actividades que puedan entrar en conflicto con la independencia de su juicio o con su integridad en relación con sus actividades de inspección.
2. Los organismos de inspección de los usuarios y su personal llevarán a cabo las operaciones de evaluación y de verificación con plena integridad profesional y plena competencia técnica y libertad respecto a toda presión o incentivo, en particular de carácter financiero, que pueda influir en su opinión o en los resultados de los controles, especialmente si proceden de personas o de grupos de personas con intereses en los resultados de las verificaciones.
3. Los organismos de inspección de los usuarios dispondrán del personal y los medios necesarios para realizar de forma adecuada las tareas técnicas y administrativas ligadas a la ejecución de los controles o de la vigilancia; asimismo, deberán tener acceso al material necesario para realizar verificaciones extraordinarias.
4. El personal encargado de los controles poseerá:
  - una formación técnica y profesional sólida;
  - un conocimiento satisfactorio de las prescripciones relativas a los controles que efectúe y la suficiente práctica en dichos controles;
  - la aptitud necesaria para redactar los certificados, actas e informes que demuestren que se han realizado los controles.
5. Deberá garantizarse la imparcialidad del personal encargado del control. Su remuneración no variará en función del número de controles realizados ni del resultado de dichos controles.
6. Los organismos de inspección de los usuarios deberán contratar un seguro adecuado de responsabilidad civil, a menos que dicha responsabilidad se halle cubierta por el grupo al que pertenecen.
7. El personal de los organismos de inspección de los usuarios estará sujeto al secreto profesional en relación con toda información obtenida en el desempeño de sus funciones (excepto ante las autoridades administrativas competentes del Estado en el que ejerzan sus actividades), de acuerdo con lo dispuesto en la Directiva o en cualquier disposición de derecho interno que la desarrolle.

## ANEXO VI

## MARCADO «CE»

El marcado «CE» estará constituido por la sigla «CE» conforme al logotipo que figura a continuación:



En caso de que se reduzca o aumente el tamaño del marcado «CE», deberán conservarse las proporciones de este logotipo.

Los diferentes elementos del marcado «CE» deberán tener la misma dimensión vertical, que no podrá ser inferior a 5 mm.

## ANEXO VII

## DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

La declaración de conformidad «CE» incluirá los siguientes datos:

- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su representante establecido en la Comunidad;
  - descripción del equipo a presión o del conjunto;
  - procedimiento utilizado para la evaluación de la conformidad;
  - para los conjuntos, descripción de los equipos a presión que componen el conjunto e indicación del procedimiento empleado para la evaluación de la conformidad;
  - si procede, nombre y dirección del organismo notificado que haya efectuado el control;
  - si procede, la referencia al certificado de examen «CE de tipo», al certificado de examen CE del diseño o al certificado de conformidad CE;
  - si procede, nombre y dirección del organismo notificado que controle el sistema de aseguramiento de la calidad del fabricante;
  - si procede, la referencia a las normas armonizadas que se hayan aplicado;
  - si procede, las demás especificaciones técnicas que se hayan utilizado;
  - si procede, la referencia a otras directivas comunitarias que se hayan aplicado;
  - identificación del firmante con poderes para obligar al fabricante o a su representante establecido en la Comunidad.
-

## Anexo 22

**REAL DECRETO 769/1999, DE 7 DE MAYO, POR EL QUE SE DICTAN LAS  
DISPOSICIONES DE APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y  
DEL CONSEJO, 97/23/CE, RELATIVA A LOS EQUIPOS DE PRESIÓN Y SE MODIFICA EL  
REAL DECRETO 1244/1979, DE 4-4-1979, QUE APROBÓ EL REGLAMENTO DE  
APARATOS A PRESIÓN.**

*Deroga parcialmente, en disposición derogatoria única, Real Decreto 1244/1979 de 4-4-1979, a partir de 29-5-2002, en lo relativo a diseño, fabricación y evaluación de aparatos a presión y conjuntos incluidos.*

El Parlamento Europeo y el Consejo aprobaron, con fecha 29 de mayo de 1997, la Directiva 97/23/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión.

En cumplimiento de las obligaciones derivadas del Tratado de adhesión de España a las Comunidades Europeas, así como lo indicado en el artículo 20 de dicha Directiva, es preciso dictar las disposiciones nacionales que contemplen y adapten las previsiones contenidas en la mencionada Directiva a la situación española.

Dado el carácter obligatorio del presente Real Decreto, es necesario derogar las disposiciones del Reglamento de aparatos a presión, aprobado por Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, referentes al diseño, fabricación y evaluación de conformidad, quedando en vigor para aquellos equipos excluidos o no contemplados en el presente Real Decreto y todas aquellas prescripciones que no se refieran estrictamente a los tres campos anteriormente mencionados.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 24, apartado c), de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, la presente disposición ha sido sometida al trámite de audiencia que en ella se establece, remitiéndose a la Comisión Asesora de Aparatos a Presión.

En su virtud a propuesta del Ministro de Industria y Energía, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión de 7 de mayo de 1999, dispongo:

**Artículo 1. Ámbito de aplicación y definiciones.**

1. El presente Real Decreto se aplica al diseño, la fabricación y la evaluación de la conformidad de los equipos a presión y de los conjuntos sometidos a una presión máxima admisible PS superior a 0,5 bar.

2. A los efectos del presente Real Decreto se entiende por:

2.1. «Equipos a presión», los recipientes, tuberías, accesorios de seguridad y accesorios a presión. En su caso, se considerará que forman parte de los equipos a presión los elementos fijados a las partes sometidas a presión, como bridas, tubuladuras, acoplamientos, abrazaderas, soportes, orejetas para izar, etc.

2.1.1. «Recipiente», una cubierta diseñada y fabricada para contener fluidos a presión, incluidos los elementos de montaje directo hasta el dispositivo previsto para la conexión con otros equipos. Un recipiente puede constar de más de una cámara.

2.1.2. «Tuberías», los elementos de canalización destinados a la conducción de fluidos, cuando están conectados para integrarse en un sistema a presión. Las tuberías comprenden, en particular, un tubo o un sistema de tubos, los conductos, piezas de ajuste, juntas de expansión, tubos flexibles o, en su caso, otros elementos resistentes a la presión. Se equiparán a las tuberías los carburadores de calor compuestos por tubos y destinados al enfriamiento o el calentamiento de aire.

2.1.3. «Accesorios de seguridad», los dispositivos destinados a la protección de los equipos a presión frente al rebasamiento de los límites admisibles. Estos dispositivos podrán ser:

Órganos para la limitación directa de la presión, tales como las válvulas de seguridad, los dispositivos de seguridad de discos de rotura, las varillas de pandeo y los dispositivos de seguridad dirigidos (CSPRS).

Órganos limitadores que accionen medios de intervención o produzcan el paro o el paro y el cierre, tales como los presostatos, los interruptores accionados por la temperatura o por el nivel del fluido y los dispositivos de «medida, control y regulación que tengan una función de seguridad (SRMCR)».

2.1.4. «Accesorios a presión», los dispositivos con fines operativos cuya cubierta esté sometida a presión.

2.1.5. «Conjuntos», varios equipos a presión ensamblados por un fabricante de forma que constituyan una instalación funcional.

2.2. «Presión», la presión relativa a la presión atmosférica, es decir, la presión manométrica. En consecuencia, el vacío se expresa mediante un valor negativo.

2.3. «Presión máxima admisible PS», la presión máxima para la que esté diseñado el equipo, especificada por el fabricante.

Se definirá en un lugar especificado por el fabricante, que será el lugar de conexión de los dispositivos de protección o de seguridad o la parte superior del equipo o, si ello no fuera adecuado, cualquier otro lugar especificado.

2.4. «Temperatura máxima / mínima admisible TS», las temperaturas máxima y mínima para las que esté diseñado el equipo, especificadas por el fabricante.

2.5. «Volumen V», el volumen interno de una cámara, incluido el volumen de las tubuladuras hasta la primera conexión o soldadura y excluido el volumen de los elementos internos permanentes.

2.6. «Diámetro nominal DN», una cifra de identificación del diámetro común a todos los elementos de un sistema de tuberías, exceptuados los elementos indicados por sus diámetros exteriores o por el calibre de la rosca. Será un número redondeado a efectos de referencia, sin relación estricta con las dimensiones de fabricación. Se denominará con las letras DN seguidas de un número.

2.7. «Fluidos», los gases, los líquidos y los vapores en fase pura o en mezclas. Un fluido podrá contener una suspensión de sólidos.

2.8. «Uniones permanentes», las uniones que sólo pueden separarse por métodos destructivos.

2.9. «Aprobación europea de materiales», un documento técnico que define las características de los materiales destinados a una utilización reiterada en la fabricación de equipos a presión, que no sean objeto de normas armonizadas.

3. Se excluyen del ámbito de aplicación del presente Real Decreto:

3.1. Las tuberías de conducción formadas por una tubería o sistema de tuberías destinadas a la conducción de cualquier fluido o sustancia hacia una instalación (terrestre o marítima) o a partir de ella, desde el último dispositivo de aislamiento situado en el perímetro de la instalación, incluido dicho dispositivo y todos los equipos anejos especialmente diseñados para la tubería de conducción. Esta exclusión no cubre los equipos a presión normalizados tales como los que pueden encontrarse en las estaciones de descompresión o en las estaciones de compresión.

3.2. Las redes destinadas al suministro, la distribución y la evacuación de agua, así como sus equipos y conducciones de agua motriz para instalaciones hidroeléctricas y sus accesorios específicos.

3.3. Los equipos incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 87/404/CEE, relativa a los recipientes a presión simples.

3.4. Los equipos incluidos en la Directiva 75/324/CEE, del Consejo, de 20 de mayo, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los generadores aerosoles, traspuesta mediante Real Decreto 2549/1994, de 29 de diciembre, por el que se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP 3 del Reglamento de aparatos a presión referente a generadores de aerosoles.

3.5. Los equipos destinados al funcionamiento de los vehículos definidos en las siguientes Directivas y sus anexos, traspuestas mediante Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio:

70/156/CEE, del Consejo, de 6 de febrero, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la homologación de vehículos a motor y de sus remolques.

74/150/CEE, del Consejo, de 4 de marzo, relativa a la aproximación de los Estados miembros sobre la homologación de los tractores agrícolas o forestales de ruedas.

92/61/CEE, del Consejo, de 30 de junio, relativa a la recepción de los vehículos de motor de dos o tres ruedas.

3.6. Los equipos que correspondan a lo sumo a la categoría I con arreglo a lo dispuesto en el artículo 9 del presente Real Decreto y que estén contemplados en uno de los Reales Decretos siguientes:

Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas.

Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores.

Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 73/23/CEE, sobre el material eléctrico destinado a utilizarse en determinados límites de tensión.

Real Decreto 414/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 93/42/CEE, relativa a los productos sanitarios.

Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE, sobre aparatos a gas.

Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

3.7. Los equipos contemplados en el párrafo b) del apartado 1 del artículo 223 del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea.

3.8. Los aparatos diseñados específicamente para uso nuclear, cuya avería pueda causar emisiones radiactivas.

3.9. Los equipos de control de pozos que se utilizan tanto en la industria de prospección y extracción de petróleo, de gas o geotérmica como para el almacenamiento subterráneo, diseñados para contener o controlar la presión de los pozos. Dichos equipos incluyen la cabeza de pozo (árbol de Navidad), los dispositivos anti-ruptura (BOP), las tuberías y colectores, así como sus equipos auxiliares previos.

3.10. Los equipos que contienen revestimientos o mecanismos cuyas dimensiones, selección de materiales y normas de fabricación se basen principalmente en criterios de resistencia, rigidez y estabilidad suficientes para soportar los efectos estáticos y dinámicos del funcionamiento u otras características relacionadas con su funcionamiento y para los que la presión no constituya un factor significativo a nivel de diseño. Dichos equipos pueden incluir:

Los motores, incluso las turbinas y los motores de combustión interna.

Las máquinas de vapor, las turbinas de gas y de vapor, los turbogeneradores, los compresores, las bombas y los dispositivos de accionamiento.

- 3.11. Los altos hornos, con sus sistemas de enfriamiento, sus recuperadores de viento caliente, sus extractores de polvo y sus depuradores de gases de escape de alto horno, y los cubilotes de reducción directa, con sus sistemas de enfriamiento, sus convertidores de gas y sus cubas de fusión, refundición, desgasificación y moldeado del acero y de metales no ferrosos.
- 3.12. Las envolventes de los equipos eléctricos de alta tensión, como los conectores y mandos, los transformadores y las máquinas rotativas.
- 3.13. Las cubiertas presurizadas que rodean los elementos de sistemas de transmisión, como, por ejemplo, los cables eléctricos y los cables telefónicos.
- 3.14. Los barcos, cohetes, aeronaves o unidades costeras móviles, así como los equipos específicamente destinados a ser instalados a bordo de los mismos o a propulsarlos.
- 3.15. Los equipos a presión compuestos por una cubierta flexible, como, por ejemplo, los neumáticos, los cojines (colchones) de aire, las pelotas y balones de juego, las embarcaciones hinchables y otros equipos a presión similares.
- 3.16. Los silenciadores de escape y de admisión.
- 3.17. Las botellas o latas metálicas para bebidas carbónicas destinadas al consumo final.
- 3.18. Los recipientes destinados al transporte y a la distribución de bebidas cuyo producto PS x V no supere los 500 bar por litro y cuya presión máxima admisible no supere los 7 bar.
- 3.19. Los equipos regulados en los convenios ADR, HID, IMDG y OACI.
- 3.20. Los radiadores y los tubos en los sistemas de calefacción por agua caliente.
- 3.21. Los recipientes destinados a contener líquidos cuya presión de gas por encima del líquido no sea superior a 0,5 bar.

## **Artículo 2. Vigilancia del mercado.**

1. Sólo se podrán comercializar y poner en servicio los equipos a presión y los conjuntos contemplados en el artículo 1, si no comprometen la seguridad ni la salud de las personas ni, en su caso, de los animales domésticos o de los bienes, cuando estén instalados y mantenidos convenientemente y se utilicen conforme al fin a que se destinan.
2. Las disposiciones del presente Real Decreto se entenderán sin perjuicio de las normas existentes en las Comunidades Autónomas y de la facultad de la Administración del Estado para garantizar la protección de las personas y, en particular, de los trabajadores que utilicen los equipos a presión o los conjuntos de que se trate, siempre que ello no suponga modificaciones de los mismos en relación con el presente Real Decreto.
3. Se permitirá que, con ocasión de ferias, exposiciones o demostraciones, se presenten equipos a presión o conjuntos definidos en el artículo 1, que no sean conformes con lo dispuesto en el presente Real Decreto, siempre que se indique con claridad, mediante un cartel visible, su no conformidad, así como la imposibilidad de adquirir dichos equipos antes de que el fabricante, o su mandatario establecido en un Estado miembro de la Unión Europea, los haya hecho conformes. En las demostraciones deberán tomarse, de conformidad con los requisitos que establezcan las Comunidades Autónomas, las medidas de seguridad adecuadas para garantizar la protección de las personas.

## **Artículo 3. Requisitos técnicos.**

Los equipos a presión enumerados en los apartados 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 deberán cumplir los requisitos esenciales que figuran en el Anexo I:

- 1.1. Los recipientes, excepto los contemplados en el apartado 1.2, previstos para:
  - a) Gases, gases licuados, gases disueltos a presión, vapores y líquidos cuya presión de vapor a la temperatura máxima admisible sea superior en más de 0,5 bar a la presión atmosférica normal (1.013 mbar), dentro de los límites siguientes:

Para los fluidos del grupo 1, los que tengan un volumen superior a 1 litro y cuyo producto PS x V sea superior a 25 bar x litro, o los que tengan una presión PS superior a 200 bar (cuadro 1 del Anexo II).

Para los fluidos del grupo 2, los que tengan un volumen superior a 1 litro y cuyo producto PS x V sea superior a 50 bar x litro, los que tengan una presión PS superior a 1.000 bar, así como todos los extintores portátiles y botellas destinadas a aparatos respiratorios (cuadro 2 del Anexo II).

b) Líquidos cuya presión de vapor a la temperatura máxima admisible sea inferior o igual a 0,5 bar por encima de la presión atmosférica normal (1.013 mbar), dentro de los límites siguientes:  
Para los fluidos del grupo 1, los que tengan un volumen superior a 1 litro y cuyo producto PS x V sea superior a 200 bar x litro, así como los que tengan una presión PS superior a 500 bar (cuadro 3 del Anexo II).

Para los fluidos del grupo 2, los que tengan una presión PS superior a 10 bar y el producto PS x V superior a 10.000 bar x litro, así como los que tengan una presión PS superior a 1.000 bar (cuadro 4 del Anexo II).

1.2. Equipos a presión sometidos a la acción de una llama o a una aportación de calor que represente un peligro de recalentamiento, previstos para la obtención de vapor o de agua sobrecalentada a temperaturas superiores a 110 °C, con un volumen superior a 2 litros, así como todas las ollas a presión (cuadro 5 del Anexo II).

1.3. Tuberías para:

a) Gases, gases licuados, gases disueltos a presión, vapores y líquidos cuya presión de vapor a la temperatura máxima admisible sea superior en más de 0,5 bar a la presión atmosférica normal (1.013 mbar), dentro de los límites siguientes:

Para los fluidos del grupo 1, si el DN es superior a 25 (cuadro 6 del Anexo II).

Para los fluidos del grupo 2, si el DN es superior a 32 y el producto PS x DN superior a 1.000 bar (cuadro 7 del Anexo II).

b) Líquidos cuya presión de vapor a la temperatura máxima admisible sea inferior o igual a 0,5 bar por encima de la presión atmosférica normal (1.013 mbar), dentro de los límites siguientes:  
Para los fluidos del grupo 1, si el DN es superior a 25 y el producto PS x DN superior a 2.000 bar (cuadro 8 del Anexo II).

Para los fluidos del grupo 2, si la PS es superior a 10 bar, el DN superior a 200 y el producto PS x DN superior a 5.000 bar (cuadro 9 del Anexo II).

1.4. Accesorios de seguridad y accesorios a presión destinados a los equipos citados en los apartados 1.1, 1.2 y 1.3, inclusive cuando tales equipos estén incorporados a un conjunto.

2. Los conjuntos definidos en el apartado 2.1.5 del artículo 1 y enumerados en los apartados 2.1, 2.2 y 2.3 del presente apartado que comprendan como mínimo un equipo a presión citado en el apartado 1 del presente artículo deberán cumplir los requisitos esenciales recogidos en el Anexo I:

2.1. Conjuntos diseñados para la obtención de vapor y de agua sobrecalentada a temperaturas superiores a 110 °C que consten al menos de un equipo a presión sometido a la acción de la llama o a otra aportación de calor que represente un peligro de recalentamiento.

2.2. Conjuntos distintos de los contemplados en el apartado 2.1 cuando el fabricante los destine a su comercialización y puesta en servicio como conjuntos.

2.3. No obstante lo dispuesto en la frase de introducción del apartado 2, los conjuntos previstos para la producción de agua caliente con una temperatura igual o inferior a 110 °C, alimentados manualmente con combustible sólido, con un producto PS x V superior a 50 bar x litro, deberán cumplir los requisitos esenciales contemplados en los apartados 2.10, 2.11, 3.4 y párrafos a) y d) del apartado 5 del Anexo I.

3. Los equipos a presión y/o los conjuntos cuyas características sean inferiores o iguales a los límites contemplados respectivamente en los apartados 1.1, 1.2 y 1.3 y en el apartado 2

deberán estar diseñados y fabricados de conformidad con las buenas prácticas de la técnica al uso en un Estado miembro de la Unión Europea a fin de garantizar la seguridad en su utilización. Se adjuntarán a los equipos a presión y/o a los conjuntos unas instrucciones de utilización suficientes y llevarán las oportunas marcas que permitan identificar al fabricante o a su representante establecido en la Comunidad. Dichos equipos a presión y/o conjuntos no deberán llevar el marcado «CE» tal como se define en el artículo 15.

#### **Artículo 4. Libre circulación**

1. No se podrá prohibir, restringir u obstaculizar, a causa de los riesgos debidos a la presión:

1.1. La comercialización ni la puesta en servicio, en las condiciones fijadas por el fabricante, de los equipos a presión o de los conjuntos contemplados en el artículo 1 que cumplan lo dispuesto en el presente Real Decreto y que lleven el marcado «CE», que indica que han sido sometidos a una evaluación de la conformidad con arreglo al artículo 10.

1.2. La comercialización ni la puesta en servicio de equipos a presión o conjuntos que cumplan lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 3.

2. En la medida en que resulte necesario para el uso seguro y correcto de los equipos a presión y de los conjuntos se podrá exigir que la información recogida en los apartados 3.3 y 3.4 del Anexo I se facilite en español o en la lengua oficial del Estado miembro en el que dicho equipo se ponga a disposición del usuario final.

#### **Artículo 5. Presunción de conformidad.**

1. Se presumirá que los equipos a presión y los conjuntos provistos del marcado «CE» establecido en el artículo 15 y de la declaración de conformidad «CE» establecida en el Anexo VI cumplen todas las disposiciones del presente Real Decreto, incluida la evaluación de la conformidad prevista en el artículo 10.

2. Se presumirá que los equipos a presión y los conjuntos conformes a las normas nacionales de un Estado miembro de la Comunidad Europea, que incorporan al Derecho nacional las normas armonizadas cuyas referencias hayan sido publicadas en el «Diario Oficial de las Comunidades Europeas», cumplen los requisitos esenciales establecidos en el artículo 3.

3. El Ministerio de Industria y Energía publicará, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial, con carácter informativo, las referencias de las normas armonizadas citadas en el apartado anterior, así como las normas UNE que los traspongan, actualizándolas de igual forma.

4. Se velará por que se tomen las medidas adecuadas para permitir a los interlocutores sociales influir, a nivel nacional, en el proceso de elaboración y seguimiento de las normas armonizadas.

#### **Artículo 6. Comité de normas y reglamentaciones técnicas.**

Cuando se considere que las normas contempladas en el apartado 2 del artículo 5 no cumplen plenamente los requisitos esenciales establecidos en el artículo 3, la Administración General del Estado o la Comisión de la Unión Europea recurrirá al Comité permanente creado por el artículo 5 de la Directiva 83/189/CEE, de 28 de marzo.

Estas normas se retirarán en el caso de que así lo considere la Comisión o la Administración General del Estado, a la vista del dictamen de dicho Comité.

#### **Artículo 7. Incumplimientos de las condiciones de seguridad.**

Cuando se considere que, por motivos muy graves de seguridad:

Un equipo a presión o una familia de equipos a presión de los contemplados en el apartado 3 del artículo 3 debe someterse a lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 3, o que:

Un conjunto o una familia de conjuntos de los contemplados en el apartado 3 del artículo 3 debe someterse a lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 3, o que:

Un equipo a presión o familia de equipos a presión debe clasificarse, no obstante lo dispuesto en el Anexo II, en otra categoría, se pondrá, debidamente documentado, en conocimiento del órgano competente de seguridad industrial del Ministerio de Industria y Energía para que éste dé traslado a la Comisión de las Comunidades Europeas, con objeto de que adopte las medidas oportunas.

#### **Artículo 8. Cláusula de salvaguardia.**

1. Si se comprueba que equipos a presión o conjuntos contemplados en el artículo 1 que lleven el marcado «CE» y que se utilizan de acuerdo con su fin previsto pueden poner en peligro la seguridad de las personas y, en su caso, de los animales domésticos o de los bienes, se adoptarán todas las medidas necesarias para retirar del mercado tales equipos, prohibir su comercialización, su puesta en servicio o restringir su libre circulación.

La Administración General del Estado informará inmediatamente a la Comisión Europea de dichas medidas e indicará las razones de su decisión, en particular si la no conformidad se deriva:

- a) Del incumplimiento de los requisitos esenciales contemplados en el artículo 3.
- b) De una mala aplicación de las normas contempladas en el apartado 2 del artículo 5.
- c) De lagunas de las propias normas contempladas en el apartado 2 del artículo 5.
- d) De lagunas en la aprobación europea de materiales para equipos a presión contemplada en el artículo 11.

2. Cuando un equipo a presión o un conjunto no conforme lleve el marcado «CE», la Administración competente tomará las medidas necesarias contra quien haya fijado el marcado «CE» y la Administración del Estado informará de ello a la Comisión de la Unión Europea y a los demás Estados miembros.

#### **Artículo 9. Clasificación de los equipos a presión.**

1. Los equipos a presión contemplados en el apartado 1 del artículo 3 se clasificarán por categorías, conforme al Anexo II, en función del grado creciente de peligrosidad.

A efectos de dicha clasificación, los fluidos se dividirán en dos grupos conforme a los apartados 2.1 y 2.2.

2.1. En el grupo 1 se incluyen los fluidos peligrosos. Por fluido peligroso se entiende una sustancia o un preparado conforme a las definiciones del apartado 2 del artículo 2 de la Directiva 67/548/CEE, del Consejo, de 27 de junio, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas traspuesta mediante Real Decreto 2216/1985, de 25 de octubre.

En el grupo 1 se incluyen los fluidos definidos como:

Explosivos.

Extremadamente inflamables.

Fácilmente inflamables.

Inflamables (cuando la temperatura máxima admisible se sitúa a una temperatura superior al punto de inflamación).

Muy tóxicos.

Tóxicos.

Comburentes.

2.2. En el grupo 2 se incluyen todos los demás fluidos no contemplados en el apartado 2.1.

3. Cuando un recipiente esté formado por varias cámaras, el recipiente se clasificará en la categoría más alta de cada cámara individual. Cuando una cámara contenga varios fluidos, la clasificación se realizará en función del fluido que requiere la categoría de mayor riesgo.

## **Artículo 10. Evaluación de la conformidad.**

1.1. Antes de comercializar un equipo a presión su fabricante deberá someterlo a uno de los procedimientos de evaluación de la conformidad descritos en el Anexo III y en las condiciones establecidas en el presente artículo.

1.2. Los procedimientos de evaluación de la conformidad que deberán aplicarse para fijar el marcado «CE» en un equipo a presión se determinarán por la categoría, establecida con arreglo al artículo 9, en que esté clasificado el equipo.

1.3. Los procedimientos de evaluación de la conformidad que deberán aplicarse en las distintas categorías son los siguientes:

Categoría I:

Módulo A.

Categoría II:

Módulo A1.

Módulo D1.

Módulo E1.

Categoría III:

Módulo B1 + D.

Módulo B1 + F.

Módulo B + E.

Módulo B + C1.

Módulo H.

Categoría IV:

Módulo B + D.

Módulo B + F.

Módulo G.

Módulo H1.

1.4. Los equipos a presión deberán ser sometidos a uno de los procedimientos de evaluación de la conformidad, a elección del fabricante, que corresponda a la categoría a la que pertenezca dicho equipo. El fabricante podrá también aplicar, si así lo desea, uno de los procedimientos previstos para la categoría superior, siempre que ésta exista.

1.5. En el marco del procedimiento del aseguramiento de la calidad de los equipos clasificados en las categorías III y IV, contemplados en el párrafo a) del apartado 1.1, en el primer inciso del párrafo b) del apartado 1.1 y en el apartado 1.2 del artículo 3, el organismo notificado, al efectuar visitas sin previo aviso, tomará una muestra del equipo en el local de fabricación o de almacenamiento con objeto de realizar, o de que se realice, la verificación final contemplada en el apartado 3.2.2 del Anexo I. A tal fin, el fabricante informará al organismo notificado del plan previsto de producción. El organismo notificado efectuará, como mínimo, dos visitas durante el primer año de fabricación. El organismo notificado fijará la frecuencia de las visitas posteriores con arreglo a los criterios establecidos en el apartado 4.4 de los correspondientes módulos.

1.6. En el caso de la fabricación de un solo ejemplar de recipientes y equipos clasificados en la categoría III, contemplados en el apartado 1.2 del artículo 3 con arreglo al procedimiento del módulo H, el organismo notificado realizará o hará que se realice la verificación final, contemplada en el apartado 3.2.2 del Anexo I, de cada unidad. A tal fin, el fabricante comunicará el plan previsto de producción al organismo notificado.

2. Los conjuntos a los que se refiere el apartado 2 del artículo 3 se someterán a un procedimiento general de evaluación de la conformidad que incluirá:

a) La evaluación de cada uno de los equipos a presión que formen parte del conjunto y que estén contemplados en el apartado 1 del artículo 3, cuando no se hayan sometido anteriormente a un procedimiento de la conformidad y a un marcado «CE» por separado; el procedimiento de evaluación se determinará por la categoría de cada uno de los equipos.

b) La evaluación de la integración de los distintos elementos del conjunto, de conformidad con los apartados 2.3, 2.8 y 2.9 del Anexo I, que se determinará por la categoría más alta de los equipos de que se trate, no teniéndose en cuenta al respecto los equipos de seguridad.

c) La evaluación de la protección del conjunto contra el rebasamiento de los límites admisibles de servicio, de conformidad con los apartados 2.10 y 3.2.3 del Anexo I, que deberá realizarse en función de la categoría más alta de los equipos que deban protegerse.

3. No obstante lo dispuesto en los apartados 1 y 2, las autoridades competentes podrán permitir, cuando esté justificado, la comercialización y puesta en servicio en el territorio nacional de los equipos a presión y conjuntos individuales contemplados en el apartado 2 del artículo 1, para los que no se hayan aplicado los procedimientos establecidos en los apartados 1 y 2 del presente artículo y cuya utilización tenga interés para la experimentación.

4. Los documentos y la correspondencia relativos a la evaluación de la conformidad se redactarán, al menos, en castellano.

### **Artículo 11. Aprobación europea de materiales.**

1. A petición de uno o varios fabricantes de materiales o de equipos, uno de los organismos notificados contemplados en el artículo 12, designados específicamente para esa función, expedirá la aprobación europea de materiales, tal como se define en el apartado 2.9 del artículo 1. El organismo notificado definirá y efectuará, o hará que se efectúen, los exámenes y pruebas adecuados para certificar la conformidad de los tipos de material con los correspondientes requisitos del presente Real Decreto. En el caso de materiales reconocidos de utilización segura antes del 29 de noviembre de 1999, el organismo notificado tendrá en cuenta los datos existentes para certificar dicha conformidad.

2. Antes de expedir la aprobación europea de materiales, el organismo notificado informará a los Estados miembros y a la Comisión, comunicándoles los elementos pertinentes. Dentro de un plazo de tres meses, cualquier Estado miembro o la Comisión podrán recurrir al Comité permanente creado por el artículo 5 de la Directiva 83/189/CEE, de 28 de marzo, exponiendo sus razones. En este último caso, el Comité emitirá un dictamen urgente.

El organismo notificado expedirá la aprobación europea de materiales teniendo en cuenta, en su caso, el dictamen de dicho Comité y las observaciones presentadas.

3. Se transmitirá a los Estados miembros, a los organismos notificados y a la Comisión una copia de la aprobación europea de materiales para equipos a presión. La Comisión publicará y mantendrá actualizada una lista de las aprobaciones europeas de materiales en el «Diario Oficial de las Comunidades Europeas».

4. Cuando los materiales que se utilicen en la fabricación de equipos a presión sean conformes a las aprobaciones europeas de materiales y sus referencias hayan sido publicadas en el «Diario Oficial de las Comunidades Europeas», se presumirán conformes a los requisitos esenciales que les sean aplicables con arreglo al Anexo I.

5. El organismo notificado que haya expedido la aprobación europea de materiales para equipos a presión retirará dicha aprobación cuando compruebe que no debería haberse expedido o cuando el tipo de material esté amparado por una norma armonizada. Informará inmediatamente a los demás Estados miembros, a los organismos notificados y a la Comisión de cualquier retirada de aprobación.

6. El Ministerio de Industria y Energía publicará, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial, con carácter informativo la lista de aprobaciones europeas de materiales citadas en el apartado 3 actualizándolas de igual forma, periódicamente.

### **Artículo 12. Organismos notificados.**

1. Los organismos notificados españoles encargados de efectuar los procedimientos de certificación contemplados en los artículos 10 y 11 deberán tener la condición de organismos de control a los que se refiere el Capítulo I, Título III de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, desarrollado en el Capítulo IV del Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, debiendo reunir, en cualquier caso, los criterios mínimos establecidos en el Anexo IV del presente Real Decreto.

Se presumirá que cumplen con los criterios del citado Anexo IV los organismos de control que satisfagan los criterios de evaluación establecidos en las normas armonizadas pertinentes.

2. Las Comunidades Autónomas remitirán al Ministerio de Industria y Energía copia de la autorización concedida a los organismos de control que hayan solicitado ser notificados, indicando expresamente las tareas para las cuales hayan sido designados, a efectos de su difusión y eventual comunicación a las restantes Administraciones competentes, así como a la Comisión Europea y a los otros Estados miembros, previa asignación de los correspondientes números de identificación por parte de la Comisión Europea.

3. Los organismos notificados españoles serán inspeccionados de forma periódica, según lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, antes citado, a efectos de comprobar que cumplen fielmente su cometido en relación con la aplicación del presente Real Decreto.

Cuando, mediante un informe negativo de una entidad de acreditación, o por otros medios, se compruebe que un organismo notificado español ya no satisface los criterios indicados en el apartado 1, se le retirará la autorización. El Ministerio de Industria y Energía, a través del de Asuntos Exteriores, informará de ello inmediatamente a los demás Estados miembros y a la Comisión Europea, a efectos de la cancelación de la notificación.

4. Cuando un organismo notificado español decida denegar o retirar una certificación de un equipo o conjunto incluido en el ámbito de aplicación de este Real Decreto, procederá según lo establecido en el artículo 16 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. La Administración competente en materia de industria que haya intervenido en el procedimiento anterior comunicará al Ministerio de Industria y Energía toda decisión que confirme la del organismo notificado.

5. El Ministerio de Industria publicará, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial, a título informativo, la lista de organismos notificados por los Estados miembros de la Unión Europea, indicándose sus números de identificación y las tareas para las que hayan sido notificados.

### **Artículo 13. Entidades independientes reconocidas.**

1. Las entidades independientes reconocidas españolas encargadas de cumplir las tareas previstas en los apartados 3.1.2 y 3.1.3 del Anexo I deberán cumplir las condiciones de los organismos de control a las que se refiere el Capítulo I, Título III de la Ley 21/1992, citada en el artículo anterior, desarrollado en el Capítulo IV del Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, también citado en el artículo anterior, debiendo reunir, en cualquier caso, los criterios mínimos establecidos en el Anexo IV del presente Real Decreto.

Se presumirá que cumplen con los criterios del citado Anexo IV las entidades independientes que satisfagan los criterios de evaluación establecidos en las normas armonizadas pertinentes.

2. Las Comunidades Autónomas remitirán al Ministerio de Industria y Energía copia de la autorización concedida a las entidades independientes que hayan solicitado ser notificadas, indicando expresamente las tareas para las que hayan sido designadas, a efectos de su difusión y eventual comunicación a las restantes Administraciones competentes, así como a los otros Estados miembros.

3. Las entidades independientes reconocidas españolas serán inspeccionadas de forma periódica, según lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, anteriormente citado, a efectos de

comprobar que cumplen fielmente su cometido en relación con la aplicación del presente Real Decreto.

Cuando, mediante un informe negativo de una entidad de acreditación, o por otros medios, se compruebe que una entidad independiente reconocida española ya no satisface los criterios indicados en el apartado 1, se le retirará la autorización. El Ministerio de Industria y Energía, a través del de Asuntos Exteriores, informará de ello inmediatamente a los demás Estados miembros y a la Comisión Europea, a efectos de la cancelación de la notificación.

4. Cuando una entidad independiente reconocida española decida denegar o retirar una aprobación, procederá según lo establecido en el artículo 16 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. La Administración competente en materia de industria que haya intervenido en el procedimiento anterior comunicará al Ministerio de Industria toda decisión que confirme la de la entidad independiente reconocida.

5. El Ministerio de Industria y Energía publicará, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial, a título informativo, la lista de entidades independientes reconocidas por los Estados miembros de la Unión Europea con indicación de las tareas para las que han sido reconocidos.

#### **Artículo 14. Marcado «CE».**

1. El marcado «CE» estará constituido por las iniciales «CE», cuyo logotipo figura en el Anexo V.

El marcado «CE» irá acompañado del número de identificación, contemplado en el apartado 2 del artículo 12, del organismo notificado que interviene en la fase de control de la producción.

2. El marcado «CE» deberá fijarse de forma visible, claramente legible e indeleble:

En cada equipo a presión contemplado en el apartado 1 del artículo 3, o

En cada conjunto mencionado en el apartado 2 del artículo 3, completo o en un estado que permita la verificación final, tal como se describe en el apartado 3.2 del Anexo I.

3. No será necesario fijar el marcado «CE» en cada uno de los equipos de presión individuales que compongan un conjunto de los citados en el apartado 2 del artículo 3. Conservarán dicho marcado los equipos a presión individuales que ya lleven el marcado «CE» al ser incorporados al conjunto.

4. Cuando el equipo a presión o el conjunto estén sujetos a otras disposiciones que apliquen otras Directivas comunitarias, relativas a otros aspectos, que dispongan la fijación del marcado «CE», éste indicará la presunción de conformidad del equipo a presión o del conjunto con las disposiciones que apliquen esas otras Directivas.

No obstante, en el caso de que una o varias de dichas disposiciones permitan al fabricante durante un período transitorio la elección del régimen que deba aplicarse, el marcado «CE» sólo indicará la conformidad con las disposiciones que aplican las Directivas utilizadas por el fabricante. En ese caso, las referencias a dichas disposiciones, tal como se hayan publicado en el «Boletín Oficial del Estado», deberán constar en los documentos, prospectos o instrucciones requeridos por esas disposiciones que acompañan al equipo a presión y al conjunto.

5. Queda prohibido fijar en los equipos a presión y en los conjuntos marcados que puedan inducir a terceros a error sobre el significado o el logotipo del marcado «CE». Podrá fijarse en los equipos a presión o en los conjuntos cualquier otro marcado, siempre que no reduzca la visibilidad ni la legibilidad del marcado «CE».

#### **Artículo 15. Colocación indebida del marcado «CE».**

Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 8:

a) Cuando se compruebe que se ha colocado indebidamente el marcado «CE», el fabricante, o su representante establecido en la Unión Europea, tendrá la obligación de hacer que el

producto se ajuste a las disposiciones sobre el marcado «CE» y de poner fin a tal infracción en las condiciones establecidas por la legislación vigente.

b) Si la no conformidad persiste, la Comunidad Autónoma correspondiente deberá tomar todas las medidas necesarias para restringir o prohibir la comercialización del producto considerado o garantizar su retirada del mercado de acuerdo con los procedimientos previstos en el artículo 8.

**Artículo 16. Decisión de denegación o de restricción.**

Cualquier decisión que se adopte en aplicación del presente Real Decreto y que tenga por consecuencia restringir la comercialización y la puesta en servicio o imponga la retirada del mercado de un equipo a presión o de un conjunto deberá motivarse de forma precisa. La decisión será notificada cuanto antes al interesado, indicándole las vías de recurso que le ofrezca la legislación vigente y los plazos para la presentación de los recursos.

**Artículo 17. Infracciones y sanciones.**

Las infracciones al presente Real Decreto serán sancionadas de acuerdo con lo dispuesto en el Título V de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

**Disposición adicional primera. Reglamentación aplicable.**

Los equipos a presión y los conjuntos cuya puesta en servicio se hubiese efectuado con anterioridad a la entrada en vigor del presente Real Decreto seguirán rigiéndose por las prescripciones técnicas del Reglamento que les haya sido de aplicación.

**Disposición adicional segunda. Puesta en servicio.**

Para la puesta en servicio de los equipos a presión y de los conjuntos del presente Real Decreto deberán seguirse los procedimientos establecidos al efecto en el Reglamento de aparatos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

**Disposición transitoria única. Período transitorio.**

Los equipos a presión y los conjuntos que cumplan con lo establecido en el Reglamento de Aparatos a Presión podrán seguir comercializándose y poniéndose en servicio hasta el 29 de mayo del año 2002, así como la puesta en servicio de dichos equipos a presión y conjuntos una vez superada dicha fecha.

**Disposición derogatoria única. Derogación normativa.**

A partir del 29 de mayo del año 2002, queda derogado el Reglamento de Aparatos a Presión, aprobado por Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, en todo lo referente a diseño, fabricación y evaluación de la conformidad de los equipos a presión y de los conjuntos incluidos en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto, manteniéndose en vigor en su integridad para los excluidos y no contemplados en el mismo.

**Disposición final primera. Facultades de desarrollo.**

Se autoriza al Ministro de Industria y Energía para dictar las normas de desarrollo del presente Real Decreto.

**Disposición final segunda. Entrada en vigor.**

El presente Real Decreto entrará en vigor el 29 de noviembre de 1999.

**Nota:** No se han incluido los Anexos del presente Real Decreto.

# **V.- Glosario de definiciones**

❑ **Aprobación Europea de Materiales.**

A petición de uno o varios fabricantes de materiales o equipos se expide una Aprobación Europea de Materiales, que consiste en un documento técnico que define las características de los materiales, destinados a una utilización reiterada en una fabricación de equipos a presión, que no sean objeto de “normas armonizadas”.

❑ **Aprobación Particular de Materiales.**

Evaluación realizada por el fabricante a los materiales para la fabricación de un equipo de presión de categorías III y IV, cuyos materiales no sean con arreglo a normas armonizadas ni haya recibido una “aprobación europea de materiales”.

❑ **Aprobación de Procedimientos Uniones permanentes**

Aprobación de los procedimientos de uniones permanentes (soldaduras) utilizadas en la fabricación de equipos a presión de las categorías II, III y IV.

❑ **Aprobación del personal que realiza Uniones permanentes.**

Aprobación del personal que realiza uniones permanentes (soldaduras) de equipos a presión de las categorías II, III y IV.

❑ **Autoridad responsable:**

Organización competente que es independiente del fabricante. Para aplicación dentro de la jurisdicción de la unión europea, esta organización debería ser un “organismo notificado” o una “organización independiente reconocida” o un “organismo de inspección del usuario”, según proceda y designado por un estado miembro. A efectos de este documento, todas estas

organizaciones se han denominado colectivamente “autoridades responsables”.

□ **Categoría de peligro:**

Categoría del recipiente a presión teniendo en cuenta los peligros potenciales.

□ **Cupón prueba:**

Piezas a soldar durante las pruebas de cualificación.

□ **Fabricante:**

Según la definición del Nuevo Enfoque, un fabricante es la persona responsable del diseño y fabricación de un producto con vistas a su comercialización en el mercado comunitario por cuenta propia.

El fabricante tiene la obligación de garantizar que un producto destinado a ser comercializado en el mercado comunitario se diseñe y fabrique y que su conformidad con los requisitos esenciales se evalúe de acuerdo con lo dispuesto en las directivas de Nuevo Enfoque aplicables.

El fabricante podrá utilizar productos acabados, piezas o componentes prefabricados o bien subcontratar estos trabajos. Sin embargo, siempre deberá mantener el control global y tener la competencia necesaria para asumir la responsabilidad del producto.

□ **Fluido:**

Gases, líquidos y vapores en fase pura, así como mezclas de los mismos. Un fluido puede contener una suspensión de sólidos.

### ❑ **Evaluación de la Conformidad.**

Proceso modular usado por el fabricante para demostrar la conformidad del equipo con los requisitos impuestos por la Directiva. Su elección depende de la categoría de peligro del recipiente y rango de:

- Autocertificación.
- Inspección de tercera parte.
- Gestión de calidad.
- Combinación.

### ❑ **Especificación preliminar de procedimiento de soldadura (pWPS).**

Proyecto de especificación de procedimiento de soldadura, la cual es considerada por el fabricante, pero que no ha sido cualificada.

### ❑ **Especificación de Procedimiento de soldadura (WPS).**

Documento que contiene en detalle las variable requeridas para asegurar la repetividad en una aplicación específica. El soldeo de los cupones prueba necesarios para la cualificación de una especificación de procedimiento de soldeo, debe realizarse basándose en una especificación preliminar de Procedimiento de Soldeo (pWPS).

❑ **Gas inflamable:** Es cualquier gas o mezcla de gases cuyo límite de inflamabilidad inferior en aire sea menor o igual al 13 por 100, o que tenga un campo de inflamabilidad (límite superior menos límite inferior) mayor de 12 por 100.

❑ **Gas tóxico:** Es aquel cuyo límite de máxima concentración tolerable durante ocho horas / día y cuarenta horas / semana (TLV) es inferior a 50 ppm. (partes por millón).

❑ **Gas corrosivo:** Es aquel que produce una corrosión de más de 6 mm/año en acero A-37 UNE 36077-73, a una temperatura de 55 °C.

❑ **Gas oxidante:** Es aquel capaz de soportar la combustión con un oxipotencial superior al del aire.

❑ **Normas armonizadas.**

Las normas armonizadas son normas europeas adoptadas por los organismos de normalización europeos, elaboradas de acuerdo con las directrices generales acordadas entre la Comisión y los Organismos de Normalización Europeos y que siguen un mandato emitido por la Comisión.

❑ **Operador de soldadura.**

Aquella persona que realiza el soldeo manipulando un equipo de soldeo, con movimiento relativo parcialmente mecanizado entre el porta electrodo, la pistola o el soplete de soldeo y la pieza de trabajo.

❑ **Organismo Notificado.**

Un Organismo Notificado es una tercera parte competente para realizar las tareas correspondientes a la evaluación de la conformidad. Es nombrado como tal por el gobierno de un estado miembro del Área Económica Europea, para llevar a cabo la evaluación de la conformidad en su nombre, tal y como especifica la Directiva.

❑ **Organización Independiente reconocida.**

Es una tercera parte competente para realizar tareas tales como, aprobación de personal de soldadura, aprobación de procedimientos de soldadura y aprobación de personal de ensayos no destructivos.

❑ **Presión de cálculo.**

Presión adoptada para el cálculo de un componente.

❑ **Presión Máxima Admisible (PS).**

Es la presión máxima para la cual está diseñado un recipiente a presión de acuerdo con lo especificado por el fabricante.

❑ **Presunción de Conformidad**

La conformidad con una norma nacional que transpone una norma armonizada cuyas referencias han sido publicadas, confiere una presunción de conformidad con los requisitos esenciales de la directiva aplicable de Nuevo Enfoque cubierta por dicha norma.

La aplicación de normas armonizadas que otorgan una presunción de conformidad sigue siendo voluntaria en el ámbito de las Directivas de Nuevo Enfoque. Así, el producto puede fabricarse directamente sobre la base de los requisitos esenciales.

❑ **Probeta de ensayo:**

Parte del cupón prueba cortadas para llevar a cabo los ensayos no destructivos especificados.

❑ **Recipiente a presión:**

Alojamiento y sus conexiones directas hasta el punto de acoplamiento que lo conecta a otros equipos, diseñado y construido para contener fluidos bajo presión.

□ **Registro de cualificación de procedimiento de soldeo (WPQR):**

Registro que comprende todos los datos aplicables procedentes del soldeo del cupón prueba, necesarios para la cualificación de procedimiento de soldeo, así como todos los resultados de las pruebas de las probetas de ensayo.

□ **Requisitos esenciales de seguridad.**

Los requisitos esenciales establecen los elementos necesarios para garantizar la seguridad del equipo. Comprenden tanto la fase de diseño como de fabricación y están recogidos en el Anexo I de la directiva. Los requisitos esenciales de seguridad son de obligado cumplimiento. Sólo los productos que cumplen los requisitos esenciales pueden comercializarse o ponerse en servicio.

□ **Soldador.**

Aquella persona que realiza el soldeo sosteniendo o manipulando un portaelectrodo, pistola o soplete de soldeo a mano.

# **VI.- Bibliografía**

📖 **PERRY “Manual del Ingeniero Químico”**, Séptima Edición.

📖 **Manual de Recipientes a Presión, Diseño y Cálculo.**

*Eugene F. Megyesy.*

📖 **Proyecto y Construcción de Recipientes a Presión.** *C. Ruiz Rubio.*

📖 **Manual del Soldador, CESOL.** *Germán Hernández Riesco.*

📖 **Defectos y roturas en recipientes a presión y tuberías.**

*Helmut Thielsch.*

📖 **Ensayos no destructivos de tubos de acero.** Manual de normas UNE-Siderurgia que contiene 19 normas UNE, idénticas a normas europeas, que recogen los métodos de ensayo más adecuados para utilizar en cada caso, su calibración y la evaluación de los resultados obtenidos. Incluye, además, la norma sobrecualificación y competencia del personal que realiza ensayos no destructivos, en la que se establece la experiencia, formación y requisitos de cualificación necesarios.

📖 **Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales;** Tercera Edición; Mac Graw Hill, 1998. **SMITH, W.**

📖 **Handbook of Comparative World Steel Standards** (Lite E-book)

ASTM DS67A 2<sup>nd</sup> Edition. John E. Bringas, Editor

---

# **VII.- Webgrafía**

- 🖥️ Comisión de la Directiva Europea de Equipos a Presión:  
(Commission Pressure Equipment Directive website)  
**<http://www.ped.eurodyn.com>**
  
  - 🖥️ Diario Oficial de las Comunidades Europeas:  
(The CEN website)  
**<http://europa.eu.int/>**
  
  - 🖥️ Ministerio de Ciencia y Tecnología:  
(National PED web site)  
**<http://www.mcyt.es/>**
  
  - 🖥️ Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico.  
**[www.marcado-ce.com/](http://www.marcado-ce.com/)**
  
  - 🖥️ Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR:  
**[www.aenor.es/](http://www.aenor.es/)**
  
  - 🖥️ **[www.gowelding.com](http://www.gowelding.com)**  
Magnífica web dónde se encuentra la última información acerca de normativa para soldadura de equipos a presión así como todo lo último acerca de la PED.
-

