



MASTER EN INGENIERÍA DE AUTOMOCIÓN

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

GUÍA BÁSICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FLUIDOS DE UNA FACTORÍA INDUSTRIAL

Autor: D. Eduardo Otero Paniagua

Tutor: D. Francisco Castro Ruiz

Valladolid, julio de 2017

Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce 59

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España





Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce 59

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España



GUÍA BÁSICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FLUIDOS DE UNA FACTORÍA INDUSTRIAL

RESUMEN BREVE

Palabras clave: Guía, caracterización, instalaciones de fluidos, equipos a presión, legalización.

En este trabajo se ha realizado una guía básica que sirve de documentación base para el proceso de caracterización y legalización de las instalaciones de fluidos de una factoría industrial. A partir del conocimiento adquirido en las prácticas, se ha elaborado una metodología optimizada al trabajo de campo y a los procedimientos legales requeridos por la normativa. Además, se ha sintetizado la legislación vigente para facilitar la comprensión del proceso y sus implicaciones legales. Por último, se han recogido las acciones a realizar en un futuro para completar este trabajo, a modo de guía completa.

BASIC GUIDE FOR THE CHARACTERIZATION OF THE FLUID INSTALLATIONS OF AN INDUSTRIAL FACTORY

SHORT ABSTRACT

Keywords: Guide, characterization, fluid installations, pressure equipment, legalization.

A brief guide has been developed as basic information for the characterization and legalization process of the fluid installations of an industrial factory. From the knowledge acquired during the practice period, a methodology has been described, optimized to the field work and the legal procedures required by the norm. Attached to this guide, current legislation has been resumed, as a way to ease the comprehension of the process and its legal terms. Finally, some future actions have been detailed in order to fulfill this project as a complete guide.

Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce 59

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España



Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce 59

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España



AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros, tanto de Máster como de prácticas.

A los profesores, y en especial al tutor de éste trabajo.

A mi familia.

Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce 59

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España



Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce 59

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España



ÍNDICE

1. Introducción	Pág. 1
1.1 Antecedentes y Justificación del TFM	Pág. 1
1.2 Objetivos	Pág. 1
1.3 Alcance y Desarrollo del TFM	Pág. 2
2. Tipos de Instalaciones. Clasificación y Estudio	Pág. 3
2.1 Clasificación según el fluido utilizado	Pág. 3
2.2 Tipos de Instalaciones: Usos y Aplicaciones	Pág. 8
3. Reglamentación	Pág. 11
3.1 Tipos de Normativa, Jerarquía y Extensión	Pág. 11
3.1.1 Normas UNE, UNE-EN y UNE-ISO	Pág. 13
3.2 Normativa general: Reglamento Equipos a Presión	Pág. 14
3.2.1 RD 2060/2008: Reglamento Equipos a Presión	Pág. 14
3.2.2 RD 709/2015: Comercialización	Pág. 23
3.3 Normativa propia de cada instalación	Pág. 33
3.3.1 ITC's recogidas en el REP	Pág. 34
3.3.2 Reglamentos e ITC diversos	Pág. 36
4. Metodología de trabajo en una Instalación	Pág. 43
4.1 Trabajos preliminares	Pág. 43
4.2 Fase Inicial: Estructuración del Proceso	Pág. 44
4.2.1 Inventario	Pág. 45
4.2.2 Categorización	Pág. 46
4.2.3 Legalización	Pág. 47
4.2.4 Revisiones Periódicas	Pág. 48

4.3 Metodología a seguir. Anticipación de acciones	Pág. 48
4.3.1 Recopilación de Instalaciones, Aparatos y Conjuntos	Pág. 48
4.3.2 Inventariado: Mediciones. Planos.....	Pág. 51
4.3.3 Legalización: Evaluación de la conformidad con la normativa.....	Pág. 53
5. Conclusiones.....	Pág. 57
5.1 Generales y específicas	Pág. 57
5.2 Aportaciones del autor	Pág. 57
5.3 Acciones a realizar en el futuro	Pág. 58

Referencias Bibliográficas y Reglamentos consultados

Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce 59

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En la mayoría de procesos industriales, entre los cuales se encuentra la industria de la Automoción, es fundamental el uso de diversas instalaciones de fluidos, normalmente gestionadas a partir de un recinto denominado ‘Sala de Máquinas’. Además de su utilización puramente tecnológica, también se emplean en funciones complementarias a la actividad industrial, como podría ser la climatización o ventilación de las naves de la factoría, o asegurar la red de hidrantes del sistema de protección contra incendios, fundamental en la seguridad de todos los trabajadores y las instalaciones.

La enorme variedad de instalaciones se corresponde igualmente con una reglamentación vasta, que entrelaza normativas comunes de amplia aplicación, y también establece códigos propios para cada utilización concreta, en aras de profundizar en el correcto funcionamiento, la seguridad y mantenimiento, así como las correspondientes revisiones tanto por el propietario de las instalaciones, como, en algunos casos, por organismos oficiales designados por la administración correspondiente en cada caso.

Queda justificada, por tanto, la utilidad de elaborar una correcta metodología que, en lo posible, acerque y facilite la aplicación de la normativa, de forma que, a partir de unos conocimientos básicos en reglamentación y funcionamiento de los procesos industriales, se pueda trabajar de forma más precisa y, sobre todo, concisa en el cumplimiento de la legislación vigente.

La base de este trabajo se fundamenta en las prácticas realizadas en una reconocida empresa líder del sector de la automoción. El trabajo realizado se centró principalmente en la adecuación de las instalaciones a la reglamentación de Equipos a Presión, y para ello se determinó imprescindible revisar las correspondientes normativas de los diferentes circuitos de fluidos que la planta emplea en los procesos, así como los necesarios para asegurar el confort y la seguridad de la factoría.

1.2 OBJETIVOS

Una vez analizado el estado de la técnica en el campo de la aplicación reglamentaria de los diferentes Reales Decretos (RD), así como reglamentos y Códigos Técnicos, y dada la gran cantidad de documentos, teniendo en cuenta su extensión y complejidad, dentro de una multitud de aplicaciones y variedad de instalaciones, es posible fijar como objetivo de este proyecto elaborar una guía básica para abordar la correcta caracterización de las instalaciones de fluidos en cualquier industria o factoría.

Corresponde, por tanto, destacar los aspectos más importantes a tener en cuenta para realizar una clasificación de los diferentes circuitos, para a continuación determinar la normativa aplicable en cada caso.

Dada la clasificación, para facilitar la adecuación a cada normativa, se procederá a resaltar los conceptos o parámetros relevantes de cada reglamento, cómo obtenerlos, así como también las implicaciones a largo plazo que supone el mantenimiento y revisión de cada instalación.

1.3 ALCANCE Y DESARROLLO DEL TRABAJO

La organización por capítulos se corresponde al método de trabajo desarrollado en las prácticas, el cual refleja el acercamiento a la normativa y su progresiva aplicación en una instalación ya construida, aunque esta metodología es igualmente válida para caracterizar una nueva factoría. Esto supone elaborar una estructura clara y organizada que permita, a partir de unos conocimientos básicos de los procesos industriales, definir las instalaciones de la fábrica y aplicar la normativa vigente en cada caso de forma sencilla y concisa, evitando, en lo posible, el ingente trabajo que supondría estudiar cada reglamento, decreto o código técnico que fuese de aplicación.

Para ello, una parte del trabajo consistirá también en optimizar la metodología desarrollada en las prácticas para reflejar una estructura organizada y coherente, útil en la concepción del proyecto, a través del conocimiento que se adquirió en la industria, basado en el estudio de la normativa y el trabajo de campo.

El objetivo final será el desarrollo de una guía básica que facilite el trabajo de caracterización y legalización de las instalaciones de fluidos de una factoría industrial.

CAPÍTULO 2. TIPOS DE INSTALACIONES. CLASIFICACIÓN Y ESTUDIO

Los procesos industriales se caracterizan principalmente por la transformación de materias primas en productos terminados, de utilización directa o venta al público, o semiterminados en espera de ser procesados de nuevo para elaborar un producto más complejo en la misma factoría, o su utilización en otra planta como producto intermedio.

Para llevar a cabo estos procesos, ya sean productos acabados o componentes previos, se emplea, normalmente, maquinaria pesada emplazada en grandes cadenas o líneas de producción. Debido al gran tamaño de estas máquinas y la necesidad de ser colocadas en el orden adecuado para el proceso, manteniendo las distancias y posiciones idóneas que aseguren el correcto rendimiento de la línea, se necesita disponer de una superficie libre amplia y extensa. Es por ello que las factorías ocupan grandes parcelas en los polígonos industriales, y también se debe a esto la sectorización en naves de los diferentes procesos (además de por motivos de seguridad contra incendios, recogidos en el Código Técnico de la Edificación y en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios).

Las diferentes instalaciones de fluidos de la factoría deben ser capaces de salvar las grandes distancias entre los sectores de la fábrica, y su dimensionado ha de ser el adecuado para asegurar la calidad del servicio. Fundamentalmente, han de ser capaces de mantener la presión de servicio a lo largo de la instalación, así como las condiciones del fluido requeridas para el proceso (temperatura y estado físico).

Los equipos encargados de generar y distribuir los fluidos normalmente están sobredimensionados, para permitir variar las condiciones del flujo en caso de que sea necesario (por ejemplo aumentar la presión de la fuente debido a la aparición de fugas intermedias). Además, estos equipos están duplicados e incluso triplicados, para, en caso de fallo mecánico, poder continuar con el servicio a la fábrica durante la reparación o sustitución del aparato averiado.

2.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL FLUIDO UTILIZADO

Al iniciar el proceso de caracterización y categorización de las instalaciones de fluidos de una fábrica, uno de los primeros aspectos que destacan en cualquier tipo de planta es la gran variedad de fluidos que se manejan, no sólo para los diferentes procesos de producción, sino también para los servicios auxiliares, necesarios en cualquier instalación, como podría ser la climatización o la red de protección contra incendios.

Un primer aspecto a tratar en este trabajo será establecer una diferenciación de las instalaciones por fluidos adecuada a la normativa existente. La normativa se tratará en el siguiente capítulo de este trabajo.

Fluidos Líquidos y Gaseosos

La clasificación inicial tendrá en cuenta un parámetro fundamental: el estado físico del fluido en las condiciones de trabajo. En función de la presión de servicio y la temperatura de servicio, el fluido, según su diagrama de fases, se podrá encontrar en diferente estado según varíen dichos parámetros. Normalmente, dadas las restricciones impuestas por los estrictos procesos industriales, no se producirán variaciones en cuanto a presión y temperatura de servicio, ya que son dos parámetros esenciales para asegurar la calidad del proceso, y por ende, del producto final.

Las dos grandes subdivisiones que se pueden realizar en una primera clasificación son fluidos en estado gaseoso (o gases), y fluidos en estado líquido (o líquidos). Atendiendo a la definición tendremos los siguientes estados:

- Gas: Fluido que tiende a expandirse de manera indefinida y se caracteriza por su baja densidad. En este estado de agregación, la materia no tiene forma ni volumen propio.
- Líquido: Fluido de volumen constante, que puede variar su forma en función del recipiente en el que se contiene. Las variaciones de presión y temperatura pueden llevar al líquido al punto de ebullición (pasando a estado gaseoso), o al punto de congelación (pasando a estado sólido).

Esta clasificación en base a la definición es muy simplista, dado que no recoge posibles estados intermedios, que podrían considerarse dentro de una categoría u otra, en función de su cercanía a las características propias de un gas o un líquido.

Una clasificación más útil a la hora de caracterizar los fluidos de una factoría es la que se establece en el Real Decreto 709/2015, el cual se estudiará con mayor detenimiento en el capítulo 3 de este trabajo. Esta diferenciación es más completa, ya que tiene en cuenta estados intermedios, que por las condiciones en las que trabajan, se acercan más a una categoría que a otra. La clasificación reflejada en la normativa es la siguiente:

- 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.

- 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.

La Presión de Vapor de un sólido o líquido mide la volatilidad de esa sustancia, es decir, su capacidad para pasar a estado líquido (en caso de los sólidos) o a estado gaseoso (en el caso de los líquidos). Más estrictamente se define como aquella presión a la cual un líquido en estado puro y su vapor están en equilibrio a una determinada temperatura. Esta propiedad se verá incrementada con el aumento de la temperatura y viceversa.

Si se mide la presión del gas contenido en un recipiente que aloja un líquido, se comprueba que esta aumenta hasta alcanzar un valor determinado, en el cual se hace constante, estableciendo un equilibrio con el líquido contenido, a la temperatura determinada.

Los valores de Presión de Vapor de cada líquido se obtienen mediante tablas o gráficas propias de cada fluido, y será necesario comprobar los casos dentro de las instalaciones de fluidos de la factoría que pudieran variar su categoría de líquido a gas debido a este parámetro (normalmente líquidos que trabajan a elevada temperatura, como ejemplo, el agua tendrá una Presión de Vapor superior en 0,5 bar a la atmosférica a partir de una temperatura de 112 °C, aproximadamente).

Fluidos Peligrosos y No Peligrosos

Otra diferenciación que se puede establecer en las instalaciones de fluidos de una fábrica es la clasificación entre fluidos peligrosos y no peligrosos.

En el Real Decreto 709/2015, en su artículo 13, se establece que los fluidos se clasificarán en los dos grupos siguientes:

- Grupo 1, consistente en sustancias y mezclas, definidas en el artículo 2, puntos 7 y 8 del Reglamento (CE) número 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Estas sustancias y mezclas están clasificadas como peligrosas con arreglo a las siguientes clases de peligros físicos y para la salud, establecidas en las partes 2 y 3 del anexo I de dicho reglamento.

Estas sustancias y mezclas, catalogadas como peligrosas, se resumen en la ilustración 1:

- a) Explosivos inestables o de las divisiones 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5.
- b) Gases inflamables de las categorías 1 y 2.
- c) Gases comburentes de la categoría 1.
- d) Líquidos inflamables de las categorías 1 y 2.
- e) Líquidos inflamables de la categoría 3 cuando la temperatura máxima admisible sea superior al punto de inflamación.
- f) Sólidos inflamables de las categorías 1 y 2.
- g) Sustancias y mezclas autorreactivas de los tipos A a F.
- h) Líquidos pirofóricos de la categoría 1.
- i) Sólidos pirofóricos de la categoría 1.
- j) Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables de las categorías 1, 2 y 3.
- k) Líquidos comburentes de las categorías 1, 2 y 3.
- l) Sólidos comburentes de las categorías 1, 2 y 3.
- m) Peróxidos orgánicos de los tipos A a F.
- n) Toxicidad oral aguda de las categorías 1 y 2.
- o) Toxicidad dérmica aguda de las categorías 1 y 2.
- p) Toxicidad aguda por inhalación de las categorías 1, 2 y 3.
- q) Toxicidad específica en determinados órganos (exposición única) de la categoría 1.

Ilustración 1: Resumen de las Sustancias y Mezclas Peligrosas

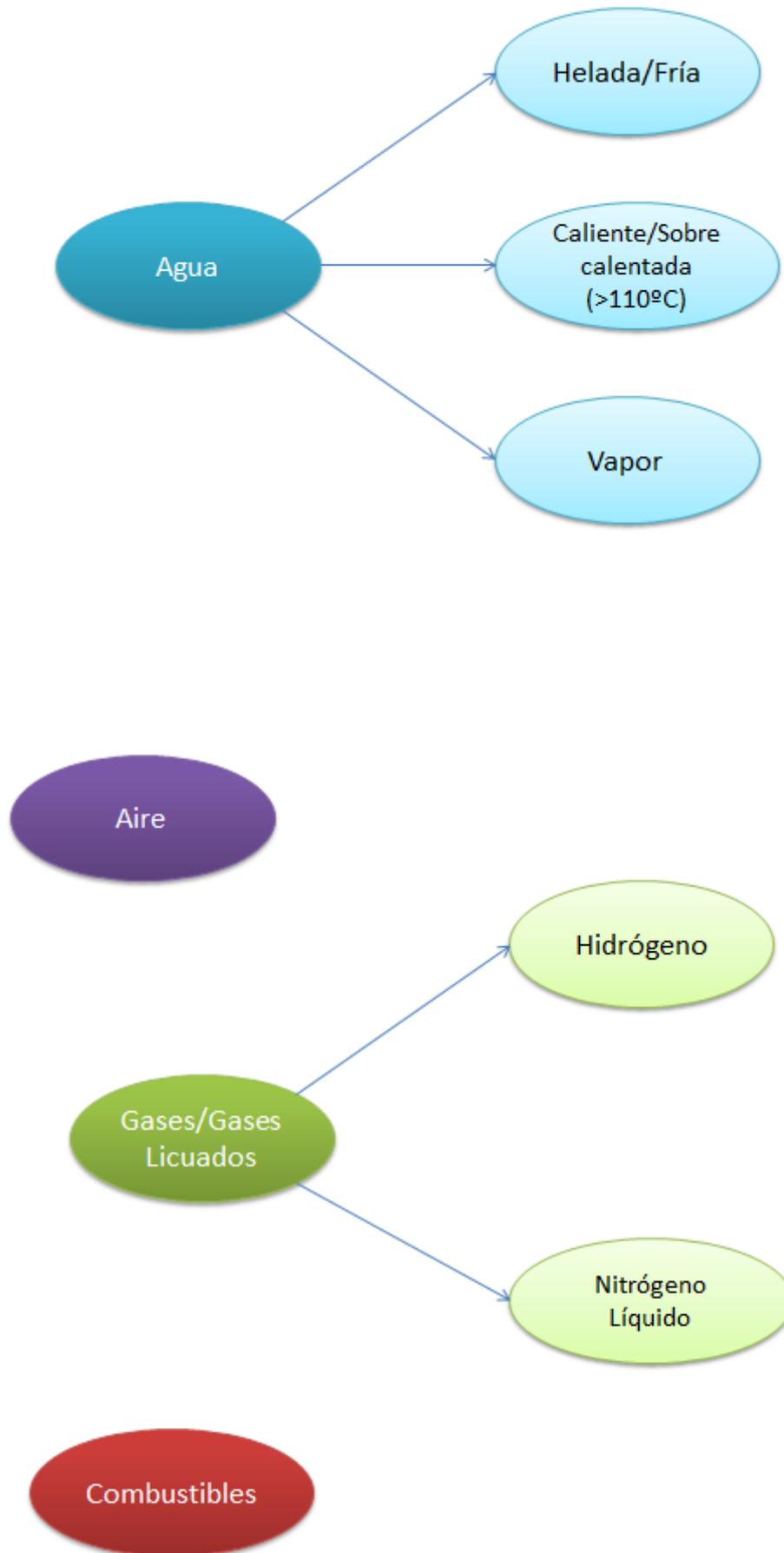
Las divisiones y categorías a las que hace referencia la ilustración 1 se recogen en el mencionado Reglamento (CE) 1272/2008 en su anexo I. En el grupo 1 (sustancias y mezclas peligrosas) se incluyen también aquellas contenidas en equipos a presión con una temperatura máxima admisible TS superior al punto de inflamación del fluido.

- Grupo 2, que comprende las sustancias y mezclas no contempladas en el Grupo 1.

Fluidos más utilizados en la industria

A pesar de la variedad presente en la industria con respecto a los procesos de elaboración y producción, la mayoría de factorías coinciden en la utilización de algunos fluidos comunes, por su versatilidad de uso y aplicación, y también por ser necesarios en el funcionamiento de la maquinaria industrial, por lo que se considera interesante recoger de forma esquemática los fluidos cuyo uso es más frecuente en las factorías.

En la ilustración 2 se exponen, a modo de esquema, los fluidos más utilizados en la industria:



Ilustración 2: Fluidos más utilizados en la Industria

2.2 TIPOS DE INSTALACIONES. USOS Y APLICACIONES

Además de la clasificación de las instalaciones de fluidos de la fábrica en función del fluido utilizado, puede resultar útil catalogar estas instalaciones en base a la función que desempeñan en la factoría, tanto por su aplicación dentro del proceso industrial o por su utilización en los servicios auxiliares externos al proceso, igual de necesarios e imprescindibles para el correcto funcionamiento de la planta.

Instalaciones a Presión y Atmosféricas

En las factorías es habitual que las instalaciones de fluidos tengan como punto de partida una localización común, denominada Sala de Máquinas. En este sector se controlan dos aspectos fundamentales: en primer lugar, la generación del fluido (por ejemplo, la compresión del aire mediante compresores emplazados en la propia Sala de Máquinas, o la obtención de vapor de agua mediante calderas industriales, también localizadas en este sector). En segundo lugar, la distribución por toda la fábrica de los distintos fluidos, asegurando las condiciones idóneas requeridas por los distintos procesos industriales (normalmente se traduce en mantener la presión de servicio y la temperatura en unos márgenes estrechos que permiten asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria, requisito imprescindible para certificar la calidad tanto del proceso como del producto).

Debido a la necesidad de distribuir los fluidos por diferentes talleres y naves industriales, separadas entre sí, y según el tamaño de la factoría, salvando distancias considerables, es común que la mayoría de instalaciones de fluidos trabajen a presión. El fluido se impulsa desde la Sala de Máquinas hacia el resto de la fábrica, o se aprovecha la presión requerida en su obtención para que se distribuya por la red de colectores hasta el lugar de utilización.

Según la reglamentación que se detallará en el capítulo 3 de este trabajo, se considerarán equipos y conjuntos a presión los aparatos que se vean sometidos a una presión superior a 0,5 bar, siendo un valor manométrico, es decir, aproximadamente 1,5 bar absolutos (*Real Decreto 2060/2008, en el que se recoge el Reglamento de Equipos a Presión*).

Algunas instalaciones sirven como almacenamiento de fluidos sin necesidad de permanecer a presión, o trabajan por debajo de 0,5 bar (manométricos) al no ser un parámetro fundamental la presión en dicha instalación y equipos. Es común denominar a estos aparatos y conjuntos por el término “atmosféricos”, dada la cercanía del valor de presión al valor normal que ejerce la atmósfera en condiciones normales (aproximadamente 1 bar).

Algunos equipos incluso están abiertos al aire libre o comunicados con la atmósfera, por lo que es difícil que se produzcan sobrepresiones en ellos.

Instalaciones Propias del Proceso y Auxiliares

Muchos de los procesos industriales requieren en alguna operación el uso de fluidos de forma auxiliar para llevar a cabo los trabajos necesarios, o bien el fluido es utilizado como un elemento a añadir al producto. Así mismo, gran parte de la maquinaria pesada trabaja mediante el uso de fluidos a presión como elementos motrices, cierres herméticos, pistones hidráulicos o neumáticos. Incluso la refrigeración de las propias máquinas se suele producir mediante aire o agua a presión.

Estas instalaciones que intervienen directamente en el proceso de fabricación se suelen denominar como Instalaciones Propias del Proceso, ya que su intervención es clave y necesaria para el funcionamiento de la fábrica y la elaboración de los productos.

Otras instalaciones de fluidos cumplen funciones fuera del proceso industrial, pero son igual de necesarias para el correcto funcionamiento de la factoría. Entre estas instalaciones se pueden destacar los circuitos de ventilación y climatización, que recorren todas las naves y edificios de la fábrica, y sin los cuales sería imposible trabajar en condiciones de confort. Dado que los procesos y la maquinaria suelen generar elevadas temperaturas, humos y en general condiciones insalubres; sin la adecuada ventilación y control de la humedad y temperatura, no sería posible trabajar.

También son importantes en la industria las redes de agua, por su variedad de utilización fuera del proceso. Este elemento se utiliza en duchas y servicios para asegurar la higiene y comodidad de los trabajadores (agua potable y agua caliente sanitaria). También es imprescindible en las instalaciones de protección contra incendios, abarcando de nuevo la totalidad de la fábrica y desempeñando un papel fundamental en la seguridad tanto de los trabajadores como de las instalaciones.

Estas instalaciones se suelen denominar Instalaciones Auxiliares, pero su labor es igual de importante y necesaria como las instalaciones que intervienen en los procesos industriales.

CAPÍTULO 3. REGLAMENTACIÓN

3.1 TIPOS DE NORMATIVAS, JERARQUÍA Y EXTENSIÓN

Como se ha introducido en los capítulos anteriores, respecto a las instalaciones de fluidos en la actividad industrial existen gran cantidad de reglamentos y códigos a seguir a la hora de diseñar y supervisar dichas instalaciones. Es por ello que se considera adecuado elaborar un pequeño resumen de los tipos de normativas que rigen en el Estado, su rango y jerarquía entre ellas, y la extensión de aplicación de las mismas.

El Ordenamiento Jurídico distingue las fuentes del Derecho entre primarias, secundarias y aclaratorias. En el primer caso se engloban las leyes aprobadas por el poder legislativo (Congreso y Senado), los Reglamentos que dicta el Gobierno y los Ministerios (poder ejecutivo), y a ésta categoría pertenecen la mayoría de las disposiciones que se aplican a las instalaciones industriales.

Las fuentes secundarias se consideran fuentes complementarias, y se corresponden a las prácticas y usos derivados de la costumbre y la sociedad, y también los principios generales del Derecho. En la actividad industrial no se encuentra aplicación de éstos principios.

Por último, se sitúan las fuentes aclaratorias, cuyo máximo exponente se halla en la jurisprudencia, que se entiende como las decisiones de magistrados y jueces, dictaminadas a la hora de dirimir conflictos, estableciendo criterios o reglas sobre lo establecido por el legislador a partir del entendimiento del magistrado. En el caso industrial, las resoluciones judiciales sirven de base para la aplicación de la reglamentación en los puntos o supuestos que podrían ser confusos u objeto de diferente interpretación.

Una vez establecidas las fuentes del Derecho, es preciso establecer la jerarquía de forma concisa, dado que en algunas ocasiones los diferentes reglamentos entran en conflicto, y es fundamental determinar la prevalencia de aplicación de la legislación. La Constitución Española, en su artículo 9.3 establece dicho principio de jerarquía administrativa. Los criterios a seguir son los siguientes:

- Una norma de rango inferior no puede ir contra lo dispuesto a una de rango superior.
- Una norma posterior deroga a una norma anterior de igual rango. Esto supone que, al entrar en conflicto dos normativas de igual rango, la norma a aplicar será siempre la más reciente.
- Una ley especial prevalece frente a una ley general.

La jerarquía del Ordenamiento Jurídico del Estado se refleja en la ilustración 1:

Jerarquía normativa establecida por la Constitución Española de 1978

JERARQUÍA DE LAS NORMAS	
● CONSTITUCIÓN	
● NORMATIVA COMUNITARIA directamente aplicable (Reglamentos y Directivas comunitarios)	
● TRATADOS INTERNACIONALES (Convenios de la OIT ratificados por el Estado español)	
● LEYES (Emanadas de las Cortes Generales)	<ul style="list-style-type: none"> • Leyes Orgánicas • Leyes Ordinarias
● NORMAS CON RANGO DE LEY (Emanadas del poder ejecutivo – Gobierno–)	<ul style="list-style-type: none"> • Reales Decretos-Leyes • Reales Decretos Legislativos
● REGLAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Reales Decretos • Órdenes de las Comisiones Delegadas del Gobierno • Órdenes Ministeriales • Circulares, Instrucciones, etc., de autoridades inferiores

Ilustración 1: Jerarquía del Ordenamiento Jurídico

La normativa que regula mayoritariamente las instalaciones de fluidos en la industria son Reglamentos que se han enmarcado dentro de una legislación de nivel superior como son los Reales Decretos. Éstos dan forma jurídica a la ley aplicable en cada supuesto particular, mientras que el reglamento desarrolla los preceptos contenidos en dicha norma, de forma que puedan ser llevados a su aplicación en la Industria.

Dentro de los diferentes tipos de Reglamentos, podemos encontrar Códigos Técnicos, como el de la Edificación, Instrucciones Técnicas Complementarias, o simplemente se mantiene la denominación de reglamento en muchos casos.

En ocasiones, la complejidad o extensión de la normativa puede suponer un duro escollo para su correcta aplicación, y es por ello que los diferentes órganos designados por el Ministerio responsable elaboran Guías, Notas Técnicas y resúmenes contrastados para facilitar el correcto trabajo de los técnicos industriales en su labor de adecuar las instalaciones a la ley vigente.

3.1.1 NORMAS UNE, UNE-EN Y UNE-ISO

En la ingeniería, uno de los aspectos que más se distinguen es la posibilidad de resolver los problemas técnicos de múltiples formas, a través del conocimiento y uso de la técnica y medios disponibles en cada caso y situación. Esto no implica, por otro lado, que todos los métodos sean igual de fiables, es decir, algunas soluciones técnicas pueden ser perfectamente aplicables, pero no ajustarse a los estándares requeridos o deseados.

Dado que en cualquier actividad industrial se dan cita varios agentes interesados, como pueden ser los fabricantes, distribuidores, usuarios finales o la propia Administración, el consenso entre las partes es fundamental para determinar si una metodología es adecuada o por el contrario se ha de modificar o descartar.

Una norma UNE, acrónimo de Una Norma Española, es una especificación técnica contrastada, cuya regular utilización y adecuación al estado actual de la técnica la determinan como la más completa y correcta. Esto no se traduce en la obligatoriedad de su uso, salvo que se recoja en la documentación de un proyecto, o se vea reflejada en una instrucción legal reglamentaria.

La elaboración de una norma UNE se lleva a cabo en los Comités Técnicos de Normalización, en los que se encuentran presentes todos los agentes interesados mencionados con anterioridad. En este proceso se recoge información sobre el contenido de la instrucción, las actividades que se ven afectadas, y se busca el consenso de todas las partes a la hora de elaborar la documentación del proyecto de norma.

Un aspecto fundamental en la elaboración de estas instrucciones es la obligación de publicar en el BOE la existencia del proyecto de elaboración de la misma, ya que se ha de permitir que cualquier persona, física o jurídica, remita las alegaciones que considere oportunas.

Con estas observaciones, el Comité Técnico procede a aprobar la propuesta final de norma, la cual es estudiada por un organismo normativo reconocido como es AENOR, y tras su consideración y adopción por éste, se procede al registro, edición y publicación de la nueva norma.

Una versión de las normas son las denominadas UNE-EN. Éstas surgen de la adopción y adaptación española de las normas europeas EN, elaboradas por el CEN (Comité Europeo de Normalización) a través de sus respectivos Comités Técnicos. El principal y fundamental objetivo de estas normas es la unificación de criterios de los países comunitarios, de forma que sustituyan a las adoptadas por cada territorio.

Estas normas han de ser necesariamente ratificadas por AENOR, y se requerirá, al igual que en el proceso anterior, de la participación de todos los agentes interesados, como pueden ser las Administraciones Públicas, fabricantes y profesionales, centros de investigación, etc.

Por último, las normas UNE-ISO se corresponden a la adaptación y transcripción como norma europea de una norma internacional ISO. Este organismo internacional (*International Organization for Standardization*) es el encargado de promover la estandarización de las normas y procesos de seguridad y medio ambiente en las empresas y organizaciones a nivel internacional.

3.2 NORMATIVA GENERAL: REGLAMENTO EQUIPOS A PRESIÓN

Una vez se ha determinado la jerarquía y extensión del Ordenamiento Jurídico que rige el Estado, se procederá al estudio de los distintos Reglamentos y Códigos Técnicos que se engloban en el campo de las instalaciones industriales de fluidos, y más en concreto, de aquellas que trabajan a presión, o fundamentan su funcionamiento en la aplicación o variación de la presión del sistema.

La inabarcable variedad de factorías, plantas de producción y procesos que engloba la actividad industrial del país podría llevar a la conclusión de que es imposible regular todas ellas con normativa generalistas. La amplitud que supone la posibilidad de variación de los procesos industriales para alcanzar los mismos resultados, así como la vasta variedad de procesos químicos da como resultado la imposibilidad de detallar cada una de las instalaciones, y su inclusión específica en la Normativa.

Es por ello que se elaboran Reglamentos de carácter generalista, que abarcan, de forma superficial pero concisa, la mayoría de las instalaciones industriales. Como se ha desarrollado en el anterior apartado, estas normas son de aplicación global, salvo que, en cada caso concreto, se disponga de legislación propia, en cuyo caso, al tratarse de una aplicación más concreta y precisa de la normativa, ha de preponderar la reglamentación propia a la de aplicación general.

Dentro de las instalaciones industriales, y más en concreto de los circuitos de fluidos que intervienen en los procesos de las factorías, la normativa que afecta a más elementos es la reglamentación de los denominados equipos a presión.

3.2.1 REAL DECRETO 2060/2008: REGLAMENTO EQUIPOS A PRESIÓN

En esta entrada del Boletín Oficial del Estado se revisa la normativa vigente aplicable a los Aparatos a Presión presentes en la Industria, y cuya fecha de implantación databa del año 1979. En esta ley se recogían y “regulaban los aspectos a tener en cuenta en relación al diseño, fabricación, reparación, modificación e inspecciones periódicas de los aparatos sometidos a presión”.

El progreso de la técnica de fabricación y obtención de los productos que conforman las instalaciones industriales (normalmente tuberías, depósitos, tanques y en definitiva elementos derivados del acero y similares), a raíz de la mayor calidad y superior resistencia de los materiales, supuso en un principio la mejora de las condiciones técnicas de las instalaciones de nueva implantación.

Así mismo, la deriva de los procesos industriales hacia fábricas más comprometidas con la seguridad, y sobre todo la necesidad de aplicar las directivas que la Unión Europea ha venido desarrollando desde 1979, se consideró necesario reelaborar el reglamento de equipos a presión, actualizándolo y ajustándolo a la situación real de la técnica.

Esta normativa agrupa además, en sus correspondientes anexos, varias Instrucciones Técnicas, que como hemos detallado anteriormente, sirven de normativa específica para ciertos elementos o instalaciones, que, por su peligrosidad, excepcionalidad o utilidad, se considera necesario elaborar una reglamentación que se ajuste a las características que diferencian estos supuestos de la generalidad de las instalaciones industriales. Se detallará más adelante la composición de estas instrucciones una vez analizada la normativa común.

El punto de partida del Reglamento de Equipos a Presión se establece en la aplicación a equipos que trabajen a una presión máxima admisible superior a 0,5 bares, entendiéndose por presión manométrica, es decir, a un valor absoluto superior a 1,5 bares. La normativa define a continuación las instalaciones que se engloban en la denominación de equipos a presión, “entendiéndose como tales los aparatos, equipos a presión, conjuntos, tuberías, recipientes a presión simples o transportables”. Así mismo, se remite a las Instrucciones Técnicas complementarias antes mencionadas para ciertos equipos concretos.

En la fecha de elaboración de este documento, se encontraba vigente el Real Decreto 769/1999 derivado de la normativa europea relativa a diseño, fabricación y certificación de los productos que acceden al libre mercado. Esta ley se ha visto derogada recientemente por el Real Decreto 709/2015, cuya implantación se hizo efectiva en julio de 2016, por lo que se detallará más adelante el alcance de esta ley que complementa la normativa principal plasmada en el Reglamento de Equipos a Presión. Cualquier mención en el presente texto al RD 769/1999 se ha de entender como una adopción literal del reglamento sin actualizar las referencias a la posterior derogación de la ley mencionada.

Un aspecto importante a tener en cuenta es la confluencia en la industria de instalaciones anteriores a la elaboración de éste reglamento con las nuevas, las cuales se acogen perfectamente a la normativa vigente desde su construcción. En el texto se refleja esta realidad y determina que “los equipos cuya instalación se hubiese efectuado con anterioridad a la entrada en vigor del presente Real Decreto seguirán rigiéndose por las prescripciones técnicas que les fueron de aplicación en el momento de la puesta en servicio”. Por tanto, no se procederá a reevaluar las condiciones de fabricación, instalación o calidades, entre otras, durante el proceso de legalización de las instalaciones de una fábrica.

Por otro lado, el reglamento establece a continuación la asimilación a las categorías de peligrosidad de las instalaciones establecidas en el mencionado RD 769/1999, a la hora de establecer las revisiones periódicas correspondientes a cada equipo. Esto significa que, aunque no se revisen las condiciones técnicas de las instalaciones, si se han de someter a las correspondientes revisiones en función de los parámetros que determina la normativa, los cuáles se determinarán más adelante para cada equipo (normalmente en función de la Presión Máxima Admisible y el Volumen/Diámetro del aparato).

La diferenciación entre los equipos existentes en la industria y los de nueva implantación se describe gráficamente en la ilustración 2:



Ilustración 2: Instalaciones Anteriores y Posteriores al Reglamento

Entre otras disposiciones de carácter más técnico, antes de recoger, en el Real Decreto, el Reglamento de Equipos a Presión, se define el procedimiento de verificación y control de los equipos procedentes de países de la Unión Europea y externos a la misma. Los equipos fabricados bajo normativa del país de origen, que no cumplan los requisitos reflejados en la reglamentación vigente en nuestro país, al ser más restrictiva, deberán acreditarse, entre otros aspectos, en el cumplimiento de la normativa de origen, así como superar las correspondientes inspecciones y certificaciones periódicas que tanto el órgano competente de la comunidad en la que se instaló, como la empresa certificadora acreditada consideren oportunas.

Los equipos que cumplan lo establecido en el RD 769/1999, al ser una transposición de la normativa europea en materia de disposiciones comunes a los países miembros relativa a los equipos a presión, podrán ser instalados de acuerdo a lo establecido en este reglamento.

Por otro lado, los equipos procedentes de países no pertenecientes a la Unión Europea deberán contar con el marcado “CE”, según se recoge en el reglamento, y cumplir con lo dispuesto en éste, siendo necesario aportar la misma documentación requerida al resto, así como una declaración del importador que indique dicho cumplimiento, y asegure el diseño y fabricación del aparato en conformidad con las buenas prácticas en ingeniería de los estados miembros.

A continuación, en el RD 2060/2008 se ve reflejado el Reglamento de Equipos a Presión propiamente dicho, tras las disposiciones anteriormente citadas.

El reglamento, en su primer artículo, establece el objeto y ámbito de aplicación del mismo. Es objeto del mismo el “establecimiento de normas y criterios de seguridad para la adecuada utilización de los equipos a presión”. Como se citó en párrafos anteriores, el ámbito de aplicación se enmarca en los aparatos que trabajan a una Presión Manométrica superior a 0,5 bares como punto de partida. En concreto, los campos de aplicación del mismo son la “instalación, inspecciones periódicas, reparación y modificación”.

En este artículo inicial se recoge la inclusión de las tuberías de conexión y conducción, y sus equipos anejos, que en algunos casos se excluían en la normativa derogada.

En otro apartado del mismo se establece la exclusión de los equipos a presión que dispongan de reglamentación específica, siendo éste un aspecto importante a tener en cuenta, ya que implica la necesidad de estudiar la legislación existente, en el caso de la industria, y determinar su aplicación o no en función del tipo de instalación.

En un inciso más detallado, el decreto excluye de forma tajante “las redes de tuberías de suministro o distribución de agua fría, combustibles líquidos o gaseosos, así como las redes de agua contra incendios”. En el resto de instalaciones se analizará la existencia de reglamentación propia, su alcance en la industria, y en menor profundidad, se reflejarán en este trabajo los aspectos más relevantes de cada normativa.

En el Artículo 2 del Real Decreto se establecen las definiciones de los términos más destacados y relevantes de la normativa de Equipos a Presión. Se considera imprescindible su lectura y estudio para la adecuada comprensión del trabajo.

Ver RD 2060/2008, Capítulo I, Artículo 2.

En el capítulo II, el Reglamento se centra en la instalación y puesta en servicio de los aparatos a presión. Dicho elementos deberán fabricarse de forma que se garantice la seguridad durante todo su periodo útil, y para ello se deberán incluir coeficientes acordes a las buenas prácticas de la ingeniería.

Reitera, además, la necesidad de asimilar dichos aparatos a las categorías de peligrosidad indicadas en el RD 769/1999. Éstas se verán modificadas, en cuanto a los criterios mínimos y máximos, en la normativa que actualiza y deroga dicho Real Decreto, ya mencionada anteriormente (RD 709/2015), la cual se abordará más adelante.

La instalación de equipos a presión deberá ser efectuada por una empresa inscrita en el registro correspondiente del órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que se vaya a realizar dicha instalación. Para obtener la autorización, se deberá acreditar, por parte de la empresa, la “disponibilidad de medios técnicos y humanos, y la cobertura de la correspondiente responsabilidad civil derivada de sus actuaciones”.

En el Anexo I del RD 2060/2008 se detallan los requisitos de las empresas instaladoras y reparadoras para su correspondiente inscripción en el órgano competente de la Comunidad Autónoma (por norma general, la consejería de Industria). Ésta tendrá validez, en principio, durante tres años, salvo disposición del propio órgano competente.

Las empresas instaladoras se clasificarán en dos categorías:

- *EIP 1: Con capacidad para realizar instalaciones que no requieran proyecto (se entiende también las reparaciones que tampoco requieran proyecto).*
- *EIP 2: Además de las anteriores, tendrán capacidad para realizar instalaciones que requieran proyecto (así como reparaciones).*

En ambos casos, entre otros requisitos, las empresas deben contar con responsables técnicos capacitados, una relación de medios disponibles adecuados, así como personal acreditado en la realización de uniones permanentes.

La diferencia entre ambas categorías se marca en la cobertura de responsabilidad civil, que varía desde los 300.000 euros en las empresas de nivel 1, y los 600.000 euros en las de segundo nivel.

Para la puesta en servicio de las instalaciones de equipos a presión incluidos en las categorías I a IV (recogidas en el mencionado RD 709/2015), se ha de acreditar previamente el cumplimiento de las condiciones de seguridad necesarias, siendo indispensable presentar la documentación necesaria ante el órgano competente de la Comunidad. Esta documentación se recoge en el Anexo II del presente Reglamento.

Además de la documentación requerida, en el Anexo II se recogen también las pruebas necesarias para la puesta en servicio en el lugar de emplazamiento a realizar por parte de un organismo de control autorizado (O.C.A).

La ampliación o modificación de una instalación, ya sea por incorporación de nuevos equipos, o sustitución de los ya presentes, se tratará como una nueva instalación. En caso de ampliación de una ya legalizada, se procederá, en caso de que sea necesaria la realización de proyecto, a legalizar sólo la parte ampliada.

En la tabla 1 se recoge el resumen del Anexo II, en el cual se reflejan, en mayor profundidad, los requisitos técnicos por los que se determina la necesidad de elaborar una documentación del proyecto que requiera, según los baremos establecidos en dicho anexo:

Tabla 1: Resumen Anexo II, Instalación y puesta en Servicio

Requisitos para la instalación y puesta en servicio de Instalaciones
<p>1. Proyecto de instalación:</p> <ul style="list-style-type: none">- Instalaciones cuyo producto de la Presión Máxima de Servicio en bar de los equipos que la componen por el Volumen en litros de los mismos, sea superior a 25.000 (excluidas las tuberías).- Instalaciones con riesgo de aumento de presión al hallarse sometidas al efecto de una llama , aportación de calor o reacciones químicas, siendo el producto de la Presión Máxima de Servicio en bar por el Volumen en litros de los equipos superior a 10.000 (excluyendo las tuberías).- Instalaciones que contengan fluidos peligrosos en las cantidades indicadas en la tabla (<i>ver Anexo II, Reglamento de Equipos a Presión, RD 2060/2008</i>).- Las tuberías de categoría II y III de peligrosidad según lo indicado en el Real Decreto 709/2015. <p>El contenido de este proyecto se recoge en el Anexo II del Reglamento de Equipos a Presión.</p> <p><i>Las instalaciones no incluidas se considerarán de menor riesgo y no requerirán de proyecto de instalación.</i></p>
<p>2. Presupuesto</p>
<p>3. Planos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Esquema de principio de instalación, con indicación de los equipos a presión, accesorios de seguridad y parámetros principales de funcionamiento (presión, temperatura...).- Plano de situación de la instalación o establecimiento.- Plano de ubicación de la instalación en el establecimiento (en su caso).
<p>Puesta en servicio:</p>
<p>Las instalaciones con equipos que correspondan a las categorías I a IV de peligrosidad, requerirán de, al menos, la presentación de la siguiente documentación:</p>

- Certificado de dirección técnica, en caso de instalaciones que requieran proyecto.
- Certificado de instalación suscrito por empresa instaladora de equipos a presión, así como de su responsable técnico. En este documento se ha de reflejar la realización de las pruebas requeridas, incluyendo en su caso la prueba hidrostática, según norma (ver Reglamento de Equipos a Presión, Anexo II, RD 2060/2008).

Todos los equipos a presión de categorías I a IV deberán disponer de una placa de instalación y revisiones periódicas. El modelo de las placas se detalla en el Anexo II y Anexo III (Tuberías) del Reglamento de Equipos a Presión.

Las inspecciones se realizarán en condiciones de seguridad y resistencia adecuadas, pudiendo realizarse comprobaciones, inspecciones con ensayos no destructivos, pruebas hidrostáticas u otras sustitutorias. Éstas se realizarán por la empresa instaladora, por el fabricante o por el usuario, si acreditan disponer de los medios técnicos necesarios, o por un organismo de control autorizado (O.C.A.).

Para determinar el nivel y periodicidad de las revisiones requeridas por el Reglamento, es fundamental determinar tanto la categoría de peligrosidad del equipo como la propia peligrosidad del fluido que contiene. En el RD 709/2015, en el Capítulo III, Artículo 13, se hace referencia al Reglamento Europeo que evalúa la peligrosidad de los distintos gases, fluidos y sólidos, transpuesto a la normativa española en el Reglamento 1272/2008.

En el anexo III se detallan los plazos de inspección, los agentes que deben llevarla a cabo y el alcance de la misma. Estos plazos, así como las pruebas o nivel de inspección a realizar, se reflejan en las ilustraciones 3, 4 y 5:

Nivel de inspección	AGENTE Y PERIODICIDAD		
	Categoría del equipo y grupo de fluido		
	I-2 y II-2	I-1, II-1, III-2 y IV-2	III-1 y IV-1
Nivel A	Empresa instaladora 4 años	Empresa instaladora 3 años	Empresa instaladora 2 años
Nivel B	O.C.A. 8 años	O.C.A. 6 años	O.C.A. 4 años
Nivel C	No obligatorio	O.C.A. 12 años	O.C.A. 12 años

Ilustración 3: Inspecciones en Recipientes para Gases y Líquidos

Nivel de inspección	AGENTE Y PERIODICIDAD
	Categorías I - II - III y IV
Nivel A	Empresa instaladora o fabricante 1 año
Nivel B	O.C.A. 3 años
Nivel C	O.C.A. 6 años

Ilustración 4: Inspecciones de Equipos sometidos a la acción de una llama o aporte de calor

Nivel de inspección	AGENTE Y PERIODICIDAD		
	Categorías I-2 y II-2	Categoría III-2	Categoría I-1, II-1 y III-1
Nivel B	O.C.A. 12 años	O.C.A. 6 años	O.C.A. 6 años
Nivel C	No obligatorio	No obligatorio	O.C.A. 12 años

Ilustración 5: Tuberías

Los niveles de inspección (A, B y C) hacen referencia, en orden ascendente, a la profundidad y nivel de exigencia de las comprobaciones, mediciones y ensayos a los que serán sometidos los aparatos en cada inspección.

- **Nivel A:** Corresponde a una inspección en servicio. El objetivo de la misma será la comprobación de la documentación, así como una completa inspección visual de todas las partes sometidas a presión en la instalación, tanto los equipos, tuberías, elementos de seguridad, etc.
- **Nivel B:** Inspección fuera de servicio. Complementa a una inspección de nivel A, además de la realización de mediciones de espesores en las zonas más solicitadas por el trabajo a presión, así como la comprobación de los elementos de seguridad y otras pruebas no destructivas que puedan considerarse necesarias.

En caso de las tuberías no será necesario dejar fuera de servicio la instalación si se pueden llevar a cabo las pruebas a la temperatura y condiciones de trabajo.

- **Nivel C:** Inspección fuera de servicio con prueba de presión. Además de llevar a cabo una inspección de nivel B, se realizará una prueba de presión hidrostática en las condiciones de la prueba de puesta en servicio, o a las establecidas en el RD 769/199 en su apartado 3.3 del Anexo I.

En caso de no considerarse viable dicha prueba, por motivos de seguridad o graves perjuicios económicos (como podría suponer parar una instalación durante varios días para vaciar los colectores, proceder a su llenado con agua, realizar la prueba y volver a vaciarlos), se procederá a realizar cualquier prueba sustitutiva que haya sido aprobada por el órgano competente de la comunidad.

Por último, el Reglamento hace mención a las posibles reparaciones y modificaciones que se puedan llevar a cabo en las instalaciones y equipos legalizados. En la tabla 2 se resumen los efectos legales que supondrían, en función de la magnitud de la acción sobre los equipos a presión. Se incluyen las ampliaciones a modo de resumen:

Tabla 2: Trabajos en Equipos a Presión

Impacto Legal de los trabajos en Equipos a Presión
<p>Ampliaciones: RD 2060/2008, Capítulo II, Artículo 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporación o sustitución de nuevos equipos, o cambio de emplazamiento - Proyecto de instalación sólo de la parte ampliada
<p>Reparaciones: RD2060/2008, Capítulo III, Artículo 7</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reparaciones en Equipos de Categoría I a IV - Realizadas por Empresa Reparadora inscrita - Equipos reparados: Inspección y Prueba de Presión
<p>Modificaciones: RD 2060/2008, Capítulo III, Artículo 8</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modificación de Equipos de Categoría I a IV (por ejemplo, PICAJES) - Requisitos iguales a Reparaciones

En el Real Decreto 2060/2008, aparte de enunciarse el Reglamento de Equipos a Presión, se dictan varias Instrucciones Técnicas Complementarias referentes a determinados aparatos que trabajan también a presión, pero bajo condiciones específicas, por lo que, desde el ministerio se consideró elaborar una reglamentación propia más detallada. Estas leyes específicas se abordarán más adelante, junto el resto de normativa específica.

3.2.2 REAL DECRETO 709/2015: COMERCIALIZACIÓN DE EQUIPOS A PRESIÓN

En el anterior apartado se ha procedido a resumir y detallar los aspectos más relevantes del Reglamento de Equipos a Presión. En algunos incisos del mismo se hace mención a la legislación vigente en el momento de su elaboración, la cual, en algunos casos, ha sido actualizada, modificada y derogada por la necesidad de adecuar la normativa a los avances de la técnica, la mejora de la seguridad de las instalaciones industriales y la obligación de adoptar la normativa común elaborada por el órgano legislativo de la Unión Europea.

Uno de los documentos más citado en el Reglamento es el Real Decreto 769/1999, sobre todo en referencia a la categorización de los Equipos a Presión. Esta normativa ha sido derogada recientemente, aunque mantiene en gran medida el mismo formato.

El Real Decreto 709/2015 recoge los preceptos de su predecesor, ajustando la legislación a los nuevos parámetros de seguridad, sobre todo en el aspecto técnico, es decir, como ejemplo, modifica los valores que determinan las categorías de peligrosidad de los Equipos, de acuerdo a los requisitos que se consideran más adecuados a las circunstancias actuales en el campo industrial.

El principal cometido de este decreto es regular y establecer los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión, y surge a raíz de la adopción de la directiva europea elaborada en 2014 que modificó la disposición vigente hasta la fecha, la cual fue adoptada en el mencionado RD 769/1999. Dada la peligrosidad inherente a la utilización de estos aparatos, se procede a establecer procedimientos de evaluación de la conformidad por parte de los agentes económicos y las autoridades competentes. En función del nivel de peligrosidad del equipo, establecido por la categorización del mismo, se disponen varios procedimientos, con la posibilidad de escoger entre varias opciones con la misma rigurosidad.

Para garantizar el cumplimiento de esta normativa, es necesario que los organismos de control y entidades independientes cumplan su cometido con rigurosidad y de forma veraz y ajustándose a la legalidad. Para ello se establecen requisitos exigentes a cumplir para aquellas empresas que quieran ser notificadas por la Comisión Europea, de forma que se pueda demostrar la competencia técnica de dichas entidades.

El ámbito de aplicación de esta normativa se ajusta al campo ya establecido en el Reglamento de Equipos a Presión, es decir, se aplica a los aparatos y conjuntos sometidos a una presión máxima admisible manométrica superior a 0,5 bar.

Dentro de este campo de aplicación, y al igual que en anteriormente mencionado reglamento, se establece una serie de exclusiones por diversos motivos, ya sea por la existencia de normativa propia, por criterios de baja peligrosidad u otros motivos. La relación de exclusiones se refleja en el apartado 3 del Artículo 1 del primer capítulo del RD 709/2015; algunas de las más relevantes son las siguientes:

- Recipientes a presión simples
- Equipos destinados al funcionamiento de vehículos
- Equipos de categoría I que forman parte de máquinas, recogida su normativa en el RD 1644/2008
- Equipos con normas de fabricación centradas en la rigidez, resistencia y estabilidad, para los que la presión no suponga un parámetro clave, como por ejemplo motores, turbinas, compresores o bombas

En el Artículo 2 se procede, al igual que en el Reglamento de Equipos a Presión, a establecer algunas definiciones de términos clave. Es por ello que se considera imprescindible su lectura y comprensión.

Con excepción de los equipos que se detallan en el apartado de exenciones a la normativa, deberán cumplir los requisitos de seguridad los siguientes aparatos:

- Recipientes 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, dentro de los límites siguientes:
 - a.1) Para los fluidos del Grupo 1 (peligrosos), los recipientes que superen 1 Litro y cuyo producto PSxV sea superior a 25 barxlitro, así como los que tengan una presión superior a 200 bar.

Estos valores establecen el mínimo para incluir los recipientes dentro de la Categoría I de peligrosidad. Ésta es la menor en una escala que varía, en caso de los recipientes, de I a IV. Los diferentes requisitos de cada una se reflejan en la ilustración 6, exclusiva para los elementos definidos en este apartado a.1):

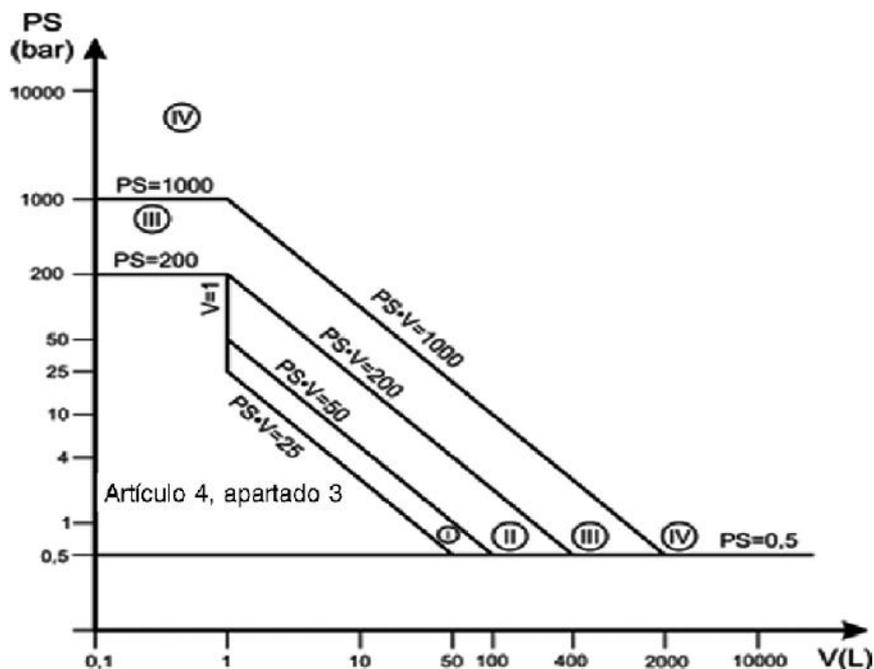


Ilustración 6: Cuadro 1, Recipientes contemplados en el artículo 4, apartado 1.1, párrafo a.1)

Como excepción, los recipientes destinados a contener un gas inestable, y que debieran pertenecer a las categorías I o II en aplicación de éste cuadro, se clasificarán en categoría III

a.2) Para los fluidos del grupo 2 (no peligrosos), cuyo volumen sea superior a 1 Litro y el producto $PS \times V$ sea mayor de 50 barlitro, tengan una presión superior a 1000 bar, así como todos los extintores y botellas destinadas a aparatos respiratorios. Se refleja en la ilustración 7:

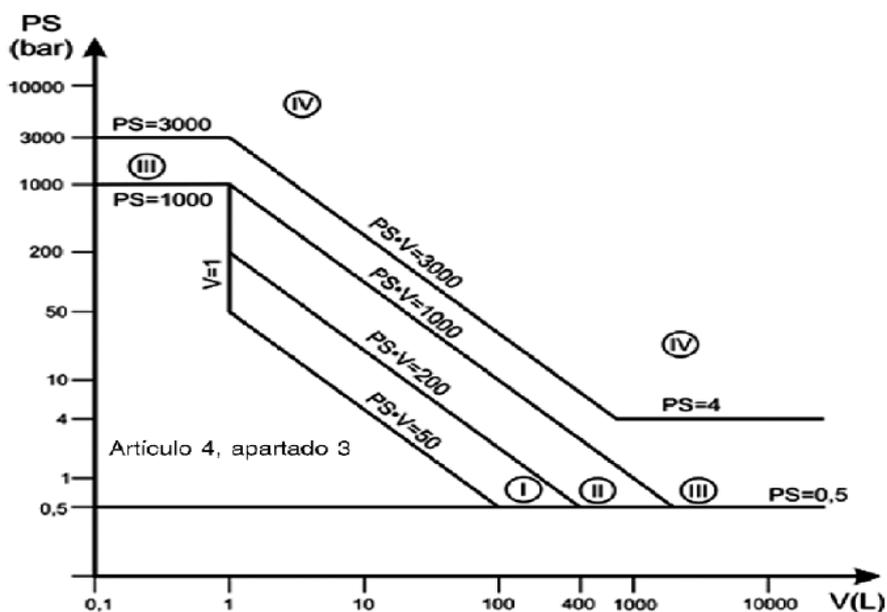


Ilustración 7: Cuadro 2, Recipientes contemplados en el artículo 4, apartado 1.1, párrafo a.2)

Como excepción, todos los extintores portátiles y botellas para aparatos respiratorios se categorizarán como, al menos, categoría III

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, dentro de los siguientes límites:

b.1) Para los fluidos del grupo 1 (peligrosos), aquellos con volumen superior a 1 Litro y producto PSxV sea mayor de 200 barxlitro, así como los que tengan un valor superior a 500 bar.

La categorización de los recipientes que superan este valor mínimo se refleja en la ilustración 8:

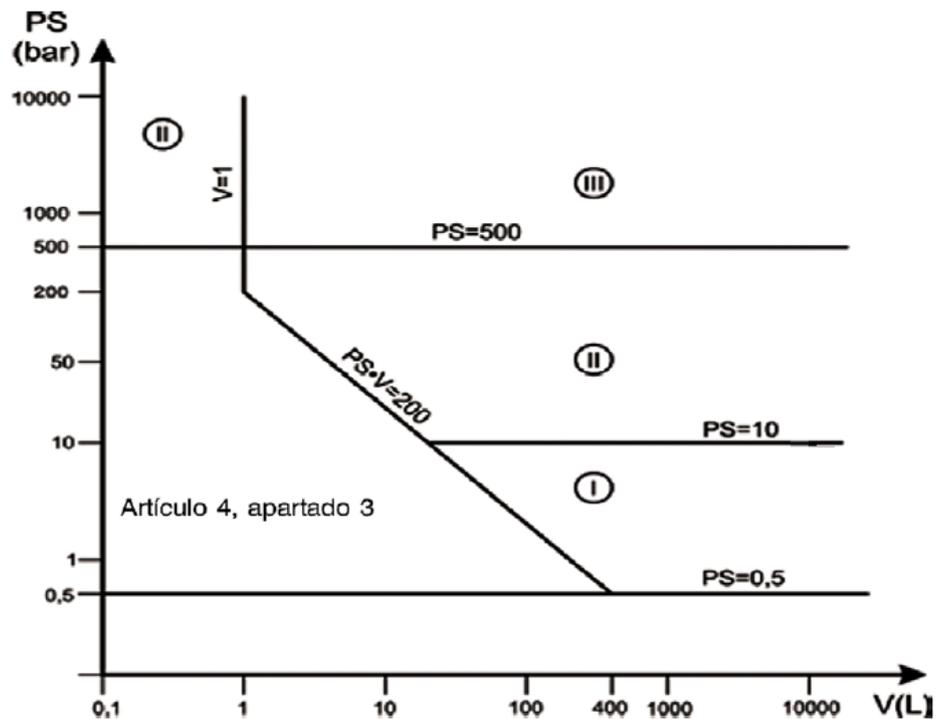


Ilustración 8: Cuadro 3, Recipientes contemplados en el artículo 4, apartado 1.1, párrafo b.1)

b.2) Para los fluidos del grupo 2 (no peligrosos), con una PS superior a 10 bar y el producto PSxV sea mayor de 10.000 barxlitro, así como aquellos con una presión superior a 1.000 bar. A continuación se detalla en la ilustración 9:

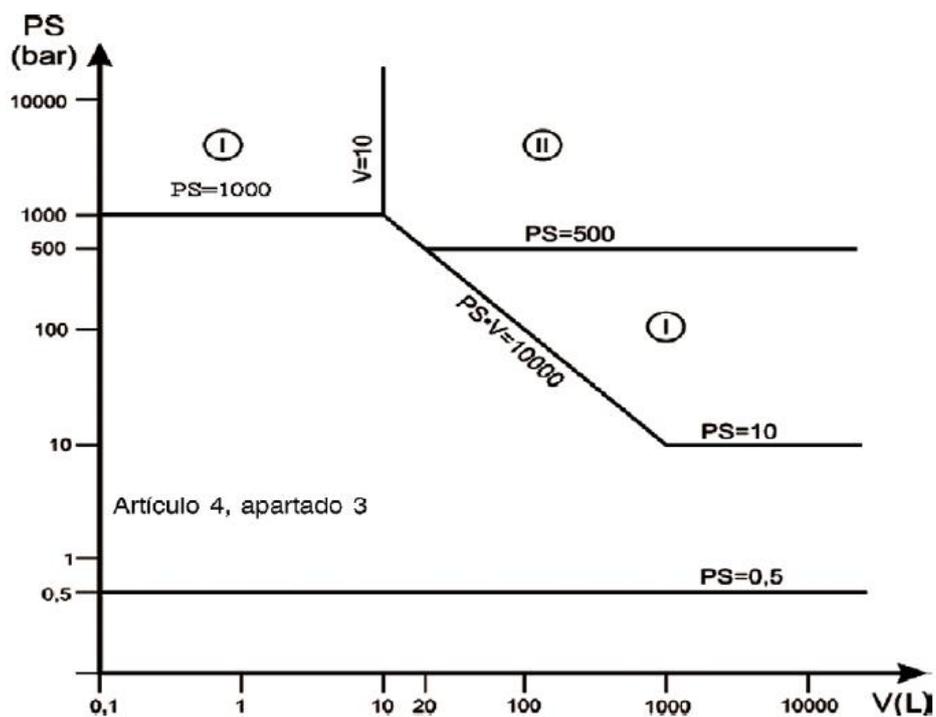


Ilustración 9: Cuadro 4, Recipientes contemplados en el artículo 4, apartado 1.1, párrafo b.2)

- Equipos a presión sometidos a la acción de una llama o aportación de calor que presente riesgo de recalentamiento, previstos para la obtención de vapor o agua sobrecalentada a temperaturas superiores a 110 °C, con un volumen superior a 2 litros, así como todas las ollas a presión.

En el caso de los equipos descritos en este apartado, los valores que determinan, a partir del mínimo establecido, la categorización de los mismos, se reflejan en la ilustración 10:

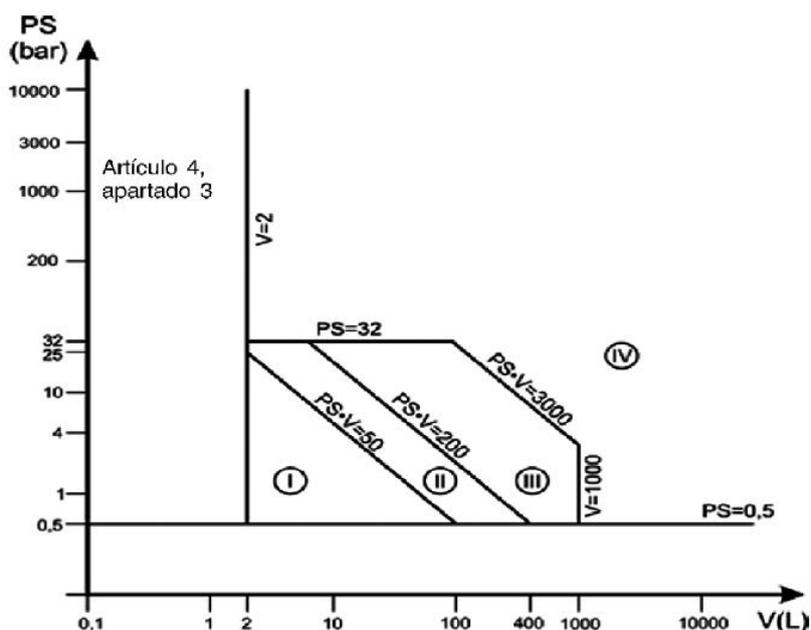


Ilustración 10: Cuadro 5, Equipos a Presión contemplados en el artículo 4, apartado 1.2

Como excepción, las ollas a presión estarán sujetas a procedimientos de evaluación de la conformidad equivalentes por lo menos a uno de los módulos de la categoría III

- 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, dentro de los límites siguientes:
 - a.1) Para los fluidos del Grupo 1 (peligrosos), si el DN es superior a 25. Este valor establece el mínimo para incluir las tuberías dentro de la Categoría I de peligrosidad. Ésta es la menor en una escala que varía, en caso de las tuberías, de I a III. Los diferentes requisitos de cada una se reflejan en la ilustración 11, exclusiva para los elementos definidos en este apartado a.1);

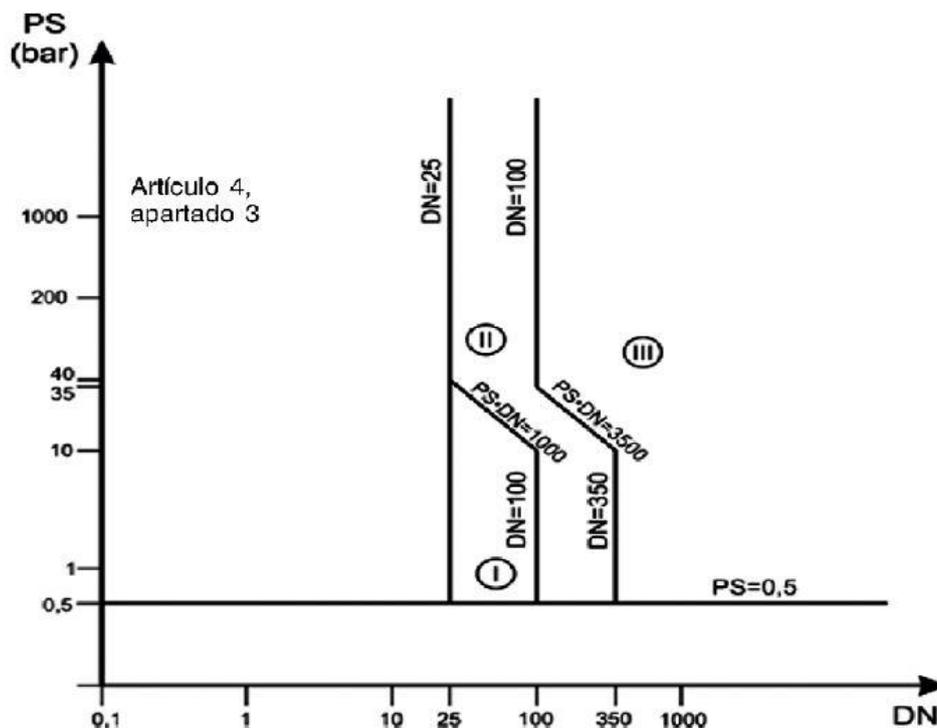


Ilustración 11: Cuadro 6, Tuberías contempladas en el artículo 4, apartado 1.3, párrafo a.1)

Como excepción, las tuberías destinadas a los gases inestables, y que pertenezcan a las categorías I o II en aplicación de éste cuadro, se clasificarán en categoría III

- a.2) Para los fluidos del Grupo 2 (no peligrosos), si el DN es mayor de 32 y el producto PSxDN es superior a 1.000 bar. La categorización se refleja en la ilustración 12:

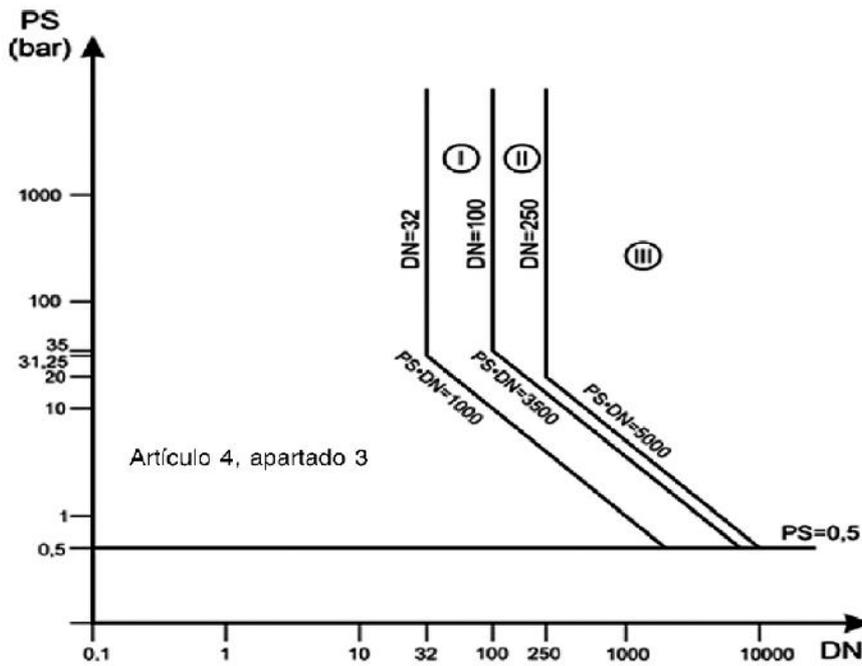


Ilustración 12: Cuadro 7, Tuberías contempladas en el artículo 4, apartado 1.3, párrafo a.2)

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, dentro de los siguientes límites:

b.1) Para los fluidos del grupo 1 (peligrosos), aquellas cuyo DN es mayor de 25 y su $PS \times DN$ superior a 2.000 bar. En la ilustración 13 se detallan los valores mínimos de cada categoría:

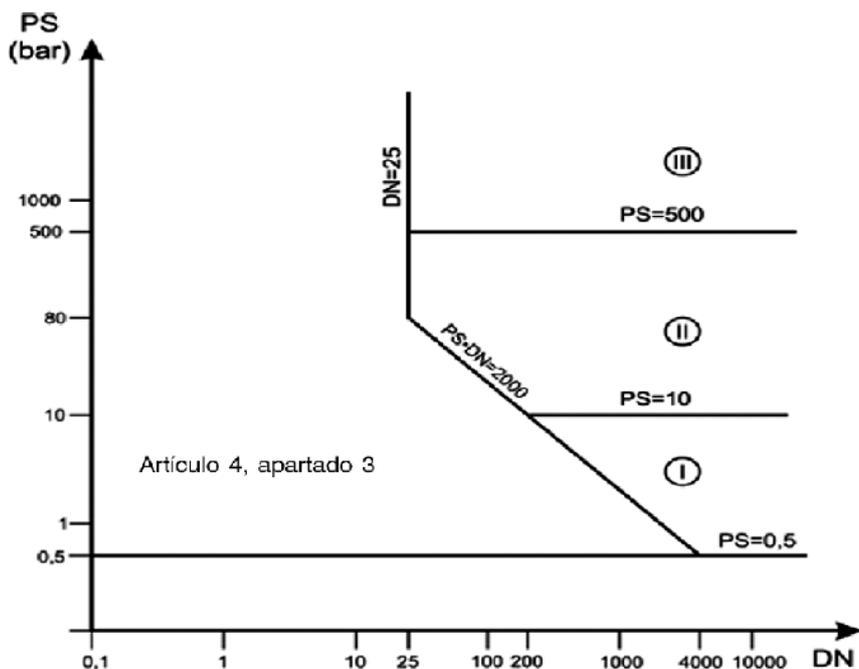


Ilustración 13: Cuadro 8, Tuberías contempladas en el artículo 4, apartado 1.3, párrafo b.1)

b.2) Para los fluidos del Grupo 2 (no peligrosos), si la PS es superior a 10 bar, el DN es superior a 200 y el producto PSxDN es mayor de 5.000 bar. En este caso sólo hay categorías I y II de peligrosidad, como se aprecia en la ilustración 14:

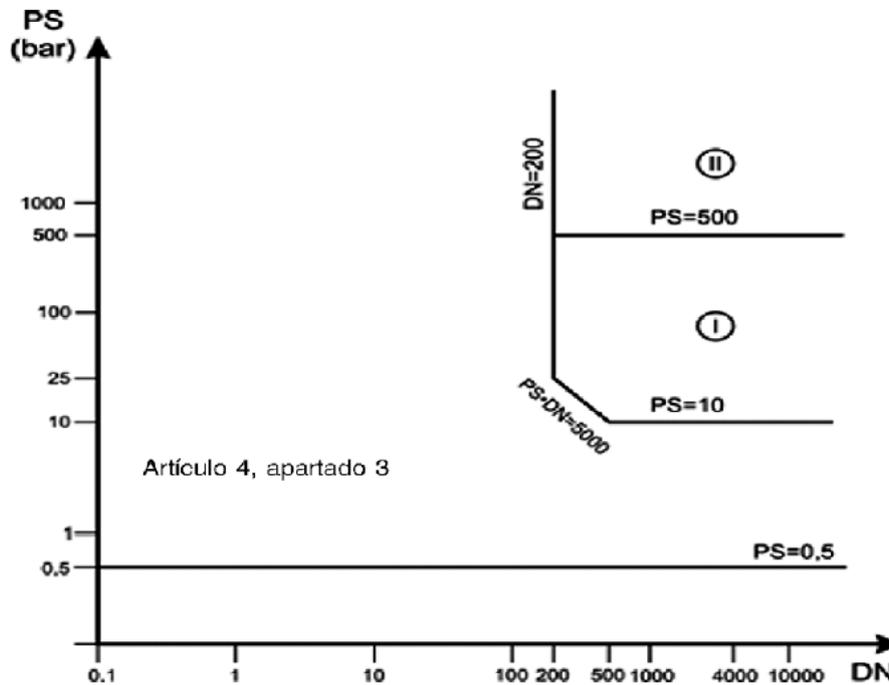


Ilustración 14: Cuadro 9, Tuberías contempladas en el artículo 4, apartado 1.3, párrafo b.2)

Los equipos a presión y conjuntos cuyas características sean inferiores a los límites establecidos anteriormente deberán estar diseñados y fabricados de conformidad a las buenas prácticas de la técnica al uso de un Estado miembro de la Unión Europea, a fin de garantizar la seguridad en su utilización. Se adjuntarán instrucciones detalladas y suficientes, y llevarán las oportunas marcas que permitan identificar al fabricante o representante autorizado.

En el artículo 5 se establecen las normas de libre circulación, aplicables a todo el territorio de la Unión Europea, por las que se permite el tráfico, venta y uso de los equipos a presión que hayan sido fabricados o certificados en algún estado miembro o asociado a la unión. En este aspecto, hay varias distinciones:

- Los conjuntos con marcado “CE”, es decir fabricados y certificados en países miembros, o aquellos que, al estar por debajo de los mínimos de categorización no necesitan dicho marcado
- Equipos cuya conformidad haya sido evaluada por un organismo de inspección de los usuarios designado por otro país miembro. Estos equipos no podrán llevar el

marcado “CE”, y tendrán que operar exclusivamente en instalaciones que formen parte del grupo del organismo de inspección.

Para facilitar el uso seguro y correcto de los equipos y conjuntos, se requerirá que los correspondientes documentos e instrucciones, así como la documentación legal obligatoria se faciliten en español.

En el Capítulo II de este Real Decreto se establecen las obligaciones legales de los fabricantes, representantes autorizados, importadores y demás agentes económicos que intervienen tanto en el proceso de fabricación, distribución, venta e instalación.

La información de este apartado es altamente interesante desde el punto de vista económico, así como referencia a la hora de la elaboración del pliego de condiciones de un proyecto de instalación de equipos o conjuntos a presión, pero se ha considerado que no es necesario reflejarla en este trabajo al quedar fuera de los objetivos del mismo.

A continuación, en el Capítulo III, se determinan las condiciones por las cuales evaluar la conformidad de los equipos y conjuntos, además de establecer los criterios que diferencian los fluidos para ser considerados dentro del Grupo 1 o peligrosos, o por el contrario, pertenecer al Grupo 2 o no peligrosos.

En primer lugar, el Artículo 12 establece la presunción de conformidad de los equipos y conjuntos clasificados anteriormente en las categorías I a IV de peligrosidad que hayan sido fabricados conforme a normas o partes de normas armonizadas y cumplan los requisitos de seguridad recogidos en ellas. Así mismo, la utilización de materiales conformes a las aprobaciones europeas también se presumirán conformes.

La clasificación de los aparatos a presión se ha reflejado anteriormente, siendo un elemento fundamental de la misma la diferenciación entre fluidos peligrosos y no peligrosos, al existir una enorme diferencia entre el criterio mínimo que marca la inclusión de los equipos y conjuntos en las categorías de peligrosidad, así como los márgenes entre las mismas (Categorías I a IV, ordenadas de menor a mayor peligrosidad). La pertenencia a una u otras es clave a la hora de establecer los requisitos de evaluación de la conformidad, así como la obligatoriedad de realizar inspecciones a través de un organismo acreditado con menor o mayor frecuencia, e incluso la necesidad de efectuar pruebas de presión de forma regular.

En el artículo 13 se enumeran los criterios a seguir para distinguir entre fluidos peligrosos y no peligrosos. Esta clasificación se basa fundamentalmente en el Reglamento (CE) número 1272/2008 del Parlamento Europeo referente a sustancias y mezclas, más en concreto en su Artículo 2, en el cual se establece la clasificación, etiquetado y envasado de dichas sustancias y mezclas. La clasificación se fundamenta en arreglo a los peligros físicos y para la salud establecidas en el Anexo I del Reglamento 1272/2008.

En el Artículo 13 se refleja el listado de las sustancias y mezclas que han sido catalogadas como peligrosas. Se referencia constantemente al Reglamento Europeo 1272/2008, por lo que se omitirá la transcripción a este documento de la lista, en aras de agilizar la lectura del mismo, no sin incidir en la necesaria lectura, junto con los apartados marcados del reglamento de sustancias y mezclas, para una correcta identificación de los fluidos.

A continuación, en el Artículo 14, se establecen los criterios de evaluación que deberán aplicar los fabricantes para asegurar la calidad y trazabilidad de sus productos, de forma que se puede justificar la adecuación a la normativa. En función de la categoría de peligrosidad del equipo a presión, se determinan unos procedimientos u otros, entre los cuales el fabricante ha de escoger uno de ellos, o en su caso, aplicar un método de categoría superior, si así lo desea.

En el Anexo III del RD 709/2015 se expone cada uno de estos procedimientos de evaluación de la conformidad. Al ser de aplicación al fabricante, quedando fuera del alcance del usuario final, no se considera objeto de este trabajo entrar en detalle o evaluar cada uno de los procedimientos. A modo de resumen, se reflejan en la tabla x los métodos correspondientes a cada categoría.

Tabla 3: Procedimientos de Evaluación de la Conformidad

Evaluación de la conformidad: Módulo de Evaluación	
Categoría	Módulos
I	A
II	A2; D1; E1
III	B(tipo de diseño) + D; B(tipo de diseño) + F; B(tipo de producción) + E; B(tipo de producción) + C2; H
IV	B(tipo de producción) + D; B(tipo de producción) + F; G; H1

En el artículo 14 del RD 709/2015 se establece una serie de excepciones y condiciones para emplear unos métodos u otros, así como el procedimiento de notificación de los mismos. Al quedar fuera del campo del trabajo, se omite.

El artículo 15 detalla el proceso de aprobación de materiales por parte de un Organismo de Control notificado, en nombre de la Comisión Europea. En el siguiente artículo, se determina la declaración UE de conformidad como el procedimiento que indica el cumplimiento de los requisitos de seguridad, reflejados en el Anexo I del RD 709/2015, según el modelo que figura en el Anexo IV del mismo reglamento. El artículo 17 establece los criterios para el marcado CE en los equipos.

Estos apartados del Real Decreto, al igual que los siguientes capítulos completos (*Capítulo IV, Notificación de los Organismos de Control; Capítulo V, Vigilancia del Mercado de la Unión Europea*) quedan fuera del alcance del proyecto, por lo que no se procederá a entrar en materia.

Por último, en el Capítulo VI, Régimen Sancionador, según el artículo 35, disposición adicional primera, respecto a la puesta en servicio de los equipos a presión y conjuntos, presentes en el RD 709/2015, se han de seguir los procedimientos descritos en el Reglamento de Equipos a Presión, detallado anteriormente en el trabajo, cuyo contenido se refleja en el Real Decreto 2060/2008.

La transposición legal entre la anterior normativa, reflejada en el RD 769/1999 y el RD 709/2015 se establece en el presente capítulo, a través de la disposición adicional segunda, en la que referencia las menciones existentes en el RD 2060/2008 al derogado RD 769/1999 y las traslada automáticamente al Real Decreto 709/2015; las disposiciones transitorias primera (por la que se permitió la comercialización de los equipos que cumplen la normativa extinta hasta el 19 de julio de 2016), y segunda (por la que se determina la aplicación de las prescripciones técnicas en vigor a la fecha de puesta en servicio de los equipos ya instalados a fecha de entrada en vigor del RD 709/2015).

La derogación del RD 769/1999 se hace efectiva con la aplicación de la disposición derogatoria única, presente en el capítulo VI, artículo 35 del Real Decreto 709/2015, por la que se exime de validez la anterior normativa a fecha de entrada en vigor del presente decreto, fijada en la disposición final quinta, a día 19 de julio de 2016.

3.3 NORMATIVA PROPIA DE CADA INSTALACIÓN

Dada la extensa diversidad de equipos y conjuntos a presión que se emplean en la industria, así como la existencia de multitud de instalaciones diferentes en la misma, cada una de ellas con diferentes fluidos y condiciones de trabajo, debido a la diversidad de procesos y necesidades a cubrir en una factoría, desde las propias operaciones industriales hasta la climatización, saneamiento, etc; se torna imposible abarcar la totalidad de los equipos y conjuntos desde la normativa general, definida en el Reglamento de Equipos a Presión (RD 2060/2008).

Es por ello que, en los casos que se ha considerado imprescindible, por su diferenciación, necesidades especiales o peligrosidad, se han elaborado normativas propias de uso exclusivo para la instalación o conjuntos referidos en la misma.

3.3.1 INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

Recogidas en el Real Decreto 2060/2008 a continuación del Reglamento de Equipos a Presión, se enfoca cada una de ellas (seis en total) a un tipo concreto de equipo o instalación de uso extendido en la industria.

En la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) primera, denominada ITC-EP 1, se hace mención a las calderas, su instalación, reparación e inspección periódica. También se incluyen los elementos asociados a éstas, como son los economizadores, sobrecalentadores...

Dentro del ámbito de aplicación de esta ITC se excluyen las calderas integradas en centrales generadoras de energía eléctrica, refinerías y plantas petroquímicas, ya que se incluyen en su instrucción propia. También se omiten las calderas de vapor y agua sobrecalentada recogidas en el artículo 3.3 y en la categoría I de las previstas en el artículo 9 y anexo II del RD 769/1999 (derogado por el RD 709/2015). Otra exclusión son las recogidas en el Reglamento de las Instalaciones Térmicas en Edificios.

La clasificación de las calderas es la siguiente:

- Clase primera: Calderas pirotubulares cuya presión máxima de servicio por el volumen total ($P_{ms} \times VT$) sea menor de 15.000; calderas acuotubulares cuyo $P_{ms} \times VT < 50.000$.

- Clase segunda: Calderas que igualen o superen estos valores.

La instalación de ambas clases requerirá una empresa instaladora de categoría EIP-2. Las calderas de la clase primera no requerirán proyecto de instalación, siendo suficiente la elaboración de una memoria técnica por parte de la empresa instaladora, con los documentos que se detallan en el artículo 4, apartado 1 de la ITC-EP 1. Las calderas de clase segunda requerirán la presentación de un proyecto que incluya, como mínimo, lo indicado en el Reglamento de Equipos a Presión en cuanto a proyectos de instalación, además de los requisitos específicos recogidos en el artículo 4, apartado 2 de la presente Instrucción.

La puesta en servicio de estos conjuntos requerirá la documentación que se recoge en el artículo 5 del Reglamento de Equipos a Presión (RD 2060/2008). En los artículos 6, 7 y 8 de la ITC-EP 1 se detallan las prescripciones de seguridad de la instalación, y, dada su extensión, no se verán recogidas en este trabajo.

En el capítulo III de la instrucción se recogen las inspecciones periódicas, reparaciones y modificaciones de las calderas presentes en la ITC-EP 1. La periodicidad de las inspecciones, así como su alcance, se detalla en el anexo I de ésta instrucción. Las pruebas son básicamente las mismas que se establecen en el Reglamento de Equipos a Presión (Nivel A, B y C), con características propias al tratarse de calderas, y el intervalo de tiempo es el siguiente:

- Nivel A: Anual
- Nivel B: Cada tres años
- Nivel C: Cada seis años

En cuanto a las reparaciones y modificaciones, se regirán por lo establecido en el Reglamento de Equipos a Presión en sus artículos 7 y 8, con las excepciones y requerimientos que se establecen en los artículos 10 y 11 de la ITC-EP 1.

Como último punto a destacar de la presente instrucción, en el capítulo IV se establecen las obligaciones de los usuarios de las calderas, que además de hacer referencia al artículo 9 del Reglamento de Equipos a Presión (RD 2060/2008), enuncia una serie de requisitos propios, y establece la imposición legal de contar con personal capacitado técnicamente para conducir las operaciones propias del trabajo con calderas, mediante la figura del Operador de Calderas y la obtención de un carné a través de la formación y evaluación correspondiente.

La segunda Instrucción Técnica Complementaria (ITC-EP 2) se centra en las centrales generadoras de energía eléctrica, siendo su ámbito de aplicación los equipos a presión incluidos en el recinto de una central generadora de potencia superior a 50 MW y que estén contemplados en el Reglamento de Equipos a Presión. Se incluyen dentro de las centrales objeto de esta instrucción las térmicas, hidráulicas, ciclo combinado, nucleares y las plantas de incineración de residuos sólidos urbanos.

Se excluyen, además de los extintores (que han de cumplir los requisitos recogidos en el Reglamento de Equipos a Presión), los equipos, tuberías o conjuntos que queden fuera de los requisitos mínimos según el artículo 3.3 del RD 769/1999 (derogado por el RD 709/2015, recogido en este trabajo), así como los correspondientes a otras Instrucciones Técnicas Complementarias o normativas propias.

Dado el alcance de esta instrucción, centrada en unas instalaciones muy concretas, se omitirá su resumen en este trabajo. Como apunte, las inspecciones se corresponderán, en tiempo y alcance, a la tabla 2 recogida en el anexo III del Reglamento de Equipos a Presión.

La tercera instrucción, denominada ITC-EP 3, establece los requisitos para la instalación, puesta en servicio e inspecciones de las refinerías de petróleo y plantas petroquímicas. Al igual que en el caso anterior, y dado que se centra en instalaciones muy concretas, se ha optado por no reflejar en el trabajo el resumen de la instrucción.

La Instrucción Técnica Complementaria número cuatro (ITC-EP 4) se centra en los depósitos criogénicos, muy presentes en la mayoría de plantas de producción, debido a la optimización que suponen a la hora de almacenar ciertos gases en estado líquido.

Dentro de la instrucción, además de los criterios y condiciones de instalación de los depósitos y sus equipos auxiliares (cuyo alcance queda fuera de este trabajo), se establecen las inspecciones periódicas. Las indicaciones son las siguientes:

- Nivel A: Se realizará con la periodicidad y en las condiciones establecidas en el anexo III del Reglamento de Equipos a Presión.
- Nivel B: Al igual que la anterior, se regirá por el Reglamento de Equipos a Presión, y sin dejar fuera de servicio los equipos, se tendrán en cuenta las siguientes observaciones:
 - Medición del vacío del depósito
 - Prueba de estanqueidad
 - Comprobación y precintado de las válvulas del depósito

- Comprobación del cumplimiento de las normas reglamentarias
 - Comprobación de la toma de tierra
- Inspección de Nivel C: Se realizará de acuerdo al anexo III del Reglamento de Equipos a Presión, modificando la prueba de presión, siendo ésta neumática (no hidráulica), y con valores de 1,1 PS (Presión Máxima Admisible).

La Instrucción Técnica Complementaria quinta (ITC-EP 5) hace referencia a las botellas de equipos respiratorios autónomos. Al tratarse de aparatos muy concretos, y cuyo uso no está muy extendido en la industria (salvo la obligatoriedad de uso en algunas condiciones de trabajo muy específicas), no se procederá a entrar en detalle.

Por último, la Instrucción Técnica Complementaria 6 (ITC-EP 6) se centra en los recipientes a presión transportables. Si bien su uso es masivo en la industria, así como en otros sectores como la alimentación o la medicina, no se consideran elementos propios de una instalación más compleja, dado su carácter de equipos intercambiables.

Se considera necesaria la comprensión y estudio de esta instrucción, a la hora de evaluar las condiciones de uso e inspección de los equipos transportables, pero no se ha considerado dentro del objeto de trabajo, enfocado a las instalaciones fijas.

3.3.2 NORMATIVA PROPIA EXCLUYENTE

En el Reglamento de Equipos a Presión, recogido en el Real Decreto 2060/2008, una de las condiciones que excluyen los elementos de una instalación de las indicaciones de este reglamento es la existencia de una normativa más detallada para ese tipo concreto de aparatos o instalación.

La existencia de multitud de procesos industriales, con unos requerimientos propios y necesidades distintas, supone, en la práctica, una gran variedad de instalaciones, las cuales no pueden ser recogidas en un reglamento generalista como es el de equipos a presión. Es por ello que, en aras de facilitar la fabricación, instalación y puesta en marcha de las instalaciones más comunes (o más peligrosas), se han desarrollado reglamentos e instrucciones técnicas que se centran en una función o utilización concreta dentro de la industria. En este trabajo se verán recogidos los más relevantes y más extendidos en las factorías.

Dada la limitada extensión y alcance del proyecto, centrándose principalmente en la adecuación de las instalaciones industriales al Reglamento de Equipos a Presión, no se ha considerado adecuado profundizar en los detalles y requisitos exigidos en las normativas propias de los equipos y conjuntos excluyentes, sino que se describirán los aspectos más destacados, así como los criterios de inspección y revisión periódica, al considerar estos aspectos los más relevantes en cuanto a seguridad.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios

Recogido en el Real Decreto 1027/2007, este reglamento es conocido en el ámbito industrial y legal como "RITE". Esta legislación abarca edificios de uso público, viviendas y naves destinadas a uso industrial, centrándose este trabajo en el último punto.

El reglamento considera instalaciones térmicas las "instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación), así como las de producción de agua caliente sanitaria (ACS), es decir, aquellas destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas" (*Artículo 2, ámbito de aplicación, RD 1027/2007*).

En el artículo 15 del presente decreto se establecen los requisitos de documentación técnica en función del dimensionado de la instalación térmica:

- Cuando la potencia térmica nominal (en generación de calor o frío) sea mayor de 70 kW, se requerirá la realización de un proyecto.
- Cuando la potencia sea mayor de 5 kW e igual o menor de 70 kW, dicho proyecto podrá ser sustituido por una memoria técnica.

La extensión y requisitos del proyecto se recogen en el artículo 16 del RD 1027/2007. En el siguiente artículo se determinan también las condiciones de la memoria técnica sustitutiva.

El artículo 22 se centra en el control de la instalación terminada, mediante las comprobaciones y pruebas de servicio recogidas en la correspondiente memoria o proyecto. Éstas se establecen según lo expuesto en la Instrucción Técnica número 2 del presente reglamento (RITE, RD 1027/2007). Los resultados de las pruebas pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.

Una vez finalizada la instalación y realizadas con éxito las pruebas de servicio, el instalador habilitado y el director de la instalación suscribirán el certificado de la instalación, conforme a lo recogido en el artículo 23 del presente Real Decreto.

En cuanto a las inspecciones, el capítulo VII del RITE recoge las condiciones y requisitos de dichas revisiones, además de referenciar la Instrucción Técnica número 4 (RD 1027/2007) en la que se establecen las instalaciones que serán objeto de inspección periódica, así como los agentes a realizarla, el contenido y alcance de las mismas, y los plazos.

En la siguiente ilustración, número 15, se refleja la periodicidad de las revisiones en las instalaciones generadoras de calor, en función de su potencia calorífica neta. Estas revisiones serán ejecutadas por un Organismo de Control Autorizado (OCA).

PERIODICIDAD DE LAS INSTALACIONES DE GENERADORES DE CALOR

$20 \leq P \leq 70$	Gases y combustibles renovables	Cada 5 años
	Otros combustibles	Cada 5 años
$P > 70$	Gases y combustibles renovables	Cada 4 años
	Otros combustibles	Cada 2 años

Para los generadores de frío todavía no se han indicado las periodicidades.

Para las instalaciones anteriores al 29 de febrero de 2008, a fecha de edición de esta guía, no se han indicado las fechas de realización de la primera inspección.

Ilustración 15: Periodicidad de las revisiones en Instalaciones Caloríficas

Reglamento de Seguridad Contra Incendios

La legislación en el ámbito de la seguridad y protección contra incendios ha variado en los últimos años, siendo su última modificación la recogida en el Real Decreto 2267/2004, en el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.

El ámbito de aplicación de este reglamento, como se indica, se extiende a los “establecimientos industriales que se construyan o implanten y a los ya existentes que se trasladen, modifiquen o cambien su actividad a partir de febrero de 2005. También a aquellos en los que se produzcan ampliaciones o reformas que impliquen un aumento de su superficie ocupada o un aumento del nivel de riesgo intrínseco”. Esta connotación es muy importante, ya que en las factorías es muy habitual acometer reformas o ampliaciones, para ajustar los procesos o aumentar las instalaciones, y dichas variaciones supondrán, en la mayoría de los casos, la necesidad de adecuar la planta a los requisitos que se recogen en el RD 2267/2004. En factorías nuevas esto no supondría ningún problema, al estar construidas bajo los preceptos de la última normativa o similares, pero el problema puede ser difícil de gestionar en instalaciones antiguas, que se edificaron bajo una normativa menos exigente, y cuya adaptación al nuevo reglamento podría suponer la casi total remodelación de parte de las naves de la planta.

En la mayoría de los casos, la solución pasa por la construcción de nuevas naves en vez de la ampliación de las existentes, separadas de las antiguas por muros cortafuegos. Esto supone adecuar únicamente la nueva construcción al reglamento, dejando de lado el resto de las instalaciones, que se regirán por la normativa en vigor a la fecha de su construcción.

La periodicidad de verificación de las instalaciones por parte de un organismo certificado, en función del riesgo de incendio de la instalación (valor que se calcula a partir del tipo de factoría y la carga de fuego correspondiente, según lo establecido en el RD 2267/2004), se recoge en la ilustración 16:

Riesgo	Periodicidad	Documentos
Bajo	5 años	Acta firmada por técnico competente
Medio	3 años	de la OCA y titular
Alto	2 años	del establecimiento industrial

OBLIGATORIO PARA TODAS LAS EDIFICACIONES INDUSTRIALES

Comunicación de Incendios al órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Ilustración 16: Inspecciones Periódicas de la Instalación de Protección contra Incendios

Así mismo, los diferentes equipos que componen la instalación de protección contra incendios tienen su propia ficha de control y mantenimiento, que se ha de llevar a cabo en las fechas y plazos indicados, normalmente por personal de una empresa mantenedora autorizada, o personal especializado del fabricante o instalador. Como ejemplo, en la ilustración 17 se detallan las acciones a seguir en los sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

Tipo de Instalación	Empresa mantenedora /usuario	Periodicidad mantenimiento	Tipo de Prueba/Revisión	Fechas revisión/ mantenimiento	Observaciones
Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios	Personal de una empresa mantenedora autorizada, o bien, por el personal del usuario o titular de la instalación	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> Verificación por Inspección de todos los elementos, depósitos, válvulas, mandos, alarmas, motobombas, accesorios, señales, etc. Comprobación de funcionamiento automático y manual de la instalación de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador. Mantenimiento de acumuladores, limpieza de bornas (reposición de agua destilada, etc.). Verificación de niveles (Comb., agua, aceite, etc.). Verificación de accesibilidad a elementos, (limpieza general, ventilación de sala de bombas, etc.). 		
	Personal de una empresa mantenedora autorizada, o bien, por el personal del usuario o titular de la instalación	Semestral	<ul style="list-style-type: none"> Accionamiento y engrase de válvulas. Verificación y ajuste de prensaestopas. Verificación de velocidad de motores con diferentes cargas. Comprobación de alimentación eléctrica, líneas y protecciones. 		
	Personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por personal de la empresa mantenedora autorizada	Anual	<ul style="list-style-type: none"> Gama de mantenimiento anual de motores y bombas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Limpieza de filtros y elementos de retención de suciedad en alimentación de agua. Prueba del estado de baterías y electrolito de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Prueba, en las condiciones de su recepción, con realización de curvas del abastecimiento con cada fuente de agua y de energía. 		

Ilustración 17: Ficha de control de revisión y mantenimiento de los equipos de abastecimiento de agua

Los extintores, además de cumplir lo establecido en este Reglamento de Seguridad contra Incendios, han de seguir las instrucciones que se dictan en el Reglamento de Equipos a Presión (RD 2060/2008), como se mencionó en el apartado correspondiente de este trabajo.

Instalaciones Petrolíferas de Uso Propio

El Reglamento de Instalaciones Petrolíferas, recogido en el Real Decreto 2085/1994, se vio modificado por el Real Decreto 1523/1999, así como la Instrucción Técnica Complementaria denominada MI-IP03, aprobada en el RD 1427/1997, mediante la cual se regulan las instalaciones de almacenamiento para su consumo en la propia instalación.

El campo de aplicación de esta legislación abarca los almacenamientos en instalaciones industriales, agrícolas, ganaderas, domésticas o de servicio. Algunos ejemplos del ámbito industrial serían:

- Instalaciones industriales fijas (hornos, quemadores)
- Instalaciones de almacenamiento para recipientes móviles que contengan carburantes y combustibles de uso industrial
- Instalaciones de combustibles para calefacción, climatización y agua caliente sanitaria
- Instalaciones fijas para uso interno no productivo (grupos electrógenos)

En esta instrucción se recogen las distintas clases de instalaciones, en función del combustible almacenado y la capacidad de almacenamiento, y los requisitos necesarios para su instalación y puesta en servicio. Además del documento justificativo del registro en el órgano competente de la Comunidad Autónoma, y el certificado de instalación por empresa autorizada, en función del tipo de combustible se requerirá proyecto en las siguientes instalaciones, según la tabla 4:

Tabla 4: Instalaciones Petrolíferas de Uso Propio

INSTALACIONES QUE PRECISAN DE PROYECTO	INSTALACIONES QUE REQUERIRÁN MEMORIA TÉCNICA
<p>CLASE B Almacenamiento interior 300 litros Almacenamiento exterior 500 litros</p> <p>CLASES C y D Almacenamiento interior 3.000 litros Almacenamiento exterior 5.000 litros</p>	<p>CLASE B Almacenamiento interior entre 50 y 300 litros Almacenamiento exterior entre 100 y 500 litros</p> <p>CLASES C y D Almacenamiento interior entre 1.000 y 3.000 litros Almacenamiento exterior entre 1.000 y 5.000 litros</p>

El resto de instalaciones de almacenamiento de capacidades inferiores a las anteriores quedan excluidas del trámite administrativo de inscripción. No obstante, deberán cumplir los requerimientos de seguridad de la Instrucción Técnica Complementaria igualmente.

En cuanto a las revisiones y mantenimiento, el propietario de la instalación deberá solicitar a las empresas instaladoras o mantenedoras, del nivel requerido según la instalación e inscritas en el registro, a fin de revisar y comprobar, dentro de los plazos exigidos en la normativa, el correcto estado y funcionamiento de la instalación y sus componentes.

Con respecto a las revisiones periódicas, se inspeccionarán cada diez años todas las instalaciones que hayan requerido proyecto, a través de organismos de control autorizados. La revisión consistirá fundamentalmente en la comprobación del cumplimiento por parte del titular de las revisiones, pruebas y verificaciones recogidas en esta Instrucción Técnica Complementaria (MI-IP03).

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO EN UNA INSTALACIÓN

4.1 TRABAJOS PRELIMINARES

A la hora de iniciar el estudio de adecuación de una instalación industrial a la normativa de equipos y conjuntos a presión, es necesario realizar con anterioridad una serie de tareas o pasos, que a posteriori facilitarán el trabajo en varias fases del proceso.

La profundidad y extensión de la normativa, tanto del Real Decreto 2060/2008 en el que se recoge el Reglamento de Equipos a Presión, así como las Instrucciones Técnicas Complementarias anexas a él, además de la normativa reflejada en el Real Decreto 709/2015, enfocada en su mayor parte al proceso de comercialización de los aparatos y conjuntos, pero de necesaria comprensión al ser constantemente referenciada por parte del Reglamento, como ya se trató en el apartado correspondiente de este trabajo. Es por ello que un punto de partida, antes de iniciar todo el proceso de estudio y categorización, será la lectura intensiva de ambos decretos.

En este proyecto se ha tratado de reflejar, de forma concisa y detallada los aspectos fundamentales tanto del Reglamento de Equipos a Presión, así como del RD 709/2015, intentando ofrecer un punto de partida sobre el que fundamentar el posterior estudio en profundidad de la normativa.

Así mismo, se han recogido, en la opinión del autor, los reglamentos e Instrucciones Técnicas pertenecientes o referidos a instalaciones concretas más relevantes, presentes en la mayoría de factorías. La gran variedad de procesos industriales imposibilita reflejar en el trabajo la totalidad de las normativas existentes, dado que extendería enormemente la realización del proyecto, aumentaría en exceso su longitud, y dificultaría su comprensión, dada la cantidad de legislación a tratar, su variedad y extensión.

El estudio en profundidad de los dos Reales Decretos principales es, por tanto, un requisito imprescindible para adquirir los conocimientos necesarios a la hora de abordar todo el proceso de legalización de las instalaciones. Pero el estudio de las diferentes normativas propias de cada instalación concreta (en caso de que haya reglamentación), será sólo necesario si en la planta industrial existe dicha instalación (por ejemplo, si en una fábrica no se almacenan combustibles, no es necesario abordar la Instrucción Técnica relativa al almacenamiento para uso propio de combustibles, recogida en la ITC MI-IP03).

Otro paso fundamental previo al estudio en profundidad de las instalaciones de fluidos de la fábrica es conocer el proceso de fabricación propio de la planta. Como se ha reflejado en varias ocasiones a lo largo del trabajo, dentro de la industria existen infinidad de procesos, con multitud de utilidades a partir de fluidos a presión, ya sea para alimentar la maquinaria mediante aire comprimido o aceite hidráulico, el uso directo de otros fluidos, como puede ser el vapor para calentar los productos, o agua a presión para limpieza de las máquinas.

Dada esta enorme variedad de utilidades industriales, es preciso conocer en profundidad el proceso de producción de la planta a caracterizar. El conocimiento de las instalaciones, su distribución, el recorrido de las tuberías, desde la fuente, normalmente impulsados desde un recinto específico común en la mayoría de fábricas, usualmente denominado “Sala de Máquinas”, y la distribución y acometida de los colectores en el proceso de fabricación, hasta las propias máquinas o lugar de utilización.

Como se verá más adelante, el trabajo de campo será un elemento clave en el proceso de legalización de las instalaciones a presión, ya que se deberá elaborar no sólo un inventario de los colectores, sino que se tendrá que diferenciar por tramos en caso de que haya variaciones de presión o diámetro. También será necesario trazar un plano de la instalación, con el recorrido de los colectores a lo largo de la fábrica.

Otro apartado propicio para adelantar trabajo antes de iniciar todo el proceso de estudio y caracterización de la instalación es el contacto con las instituciones. En primer lugar, es interesante establecer una primera reunión con el órgano administrativo correspondiente de la comunidad, normalmente la delegación de industria de la provincia, para transmitir la intención de proceder con la legalización de la factoría. Mantener el contacto desde el principio es fundamental para conocer la postura del gobierno con respecto a las actuaciones requeridas, y los posibles acuerdos a los que se podrá llegar en algunos puntos conflictivos de la reglamentación, los cuales se tratarán más adelante.

También es preciso al inicio de los trabajos contactar con alguna de las empresas reconocidas por el ministerio de industria como Organismos de Control Autorizados, conocidos también por la sigla O.C.A. Antes de iniciar todo el proceso, puede resultar muy interesante conocer los procedimientos que llevará a cabo este organismo para certificar la adecuación a la normativa, e incluso pueden aconsejar, a partir de la experiencia adquirida en otras instalaciones, sobre la metodología y los pasos a seguir durante el proceso. Dado que esta empresa será la que acredite que la legalización es correcta, será interesante mantener el contacto desde el inicio del proceso.

4.2 ESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO

A partir de los trabajos preliminares, que servirán para adquirir una primera impresión sobre el terreno de la instalación objeto del estudio, además de la información obtenida en las reuniones con los agentes reguladores e inspectores, el siguiente paso a llevar a cabo será la estructuración del proceso de estudio y caracterización de las instalaciones de fluidos de la factoría.

Dado el alcance de la normativa dentro de los diferentes departamentos que componen la organización de cualquier industria, el equipo de trabajo encargado de establecer desde el primer momento las fases del proyecto, los responsables de cada una de ellas, plazos de entrega, así como asumir el coste económico del proceso, deberá ser interdepartamental, con representantes de los distintos sectores o talleres de la planta, personal del servicio de prevención, oficina técnica y dirección.

En un primer acercamiento al proceso mediante el cual se trabajará todo el estudio de legalización, será fundamental extraer de la normativa y reglamentos los requisitos para la adecuada gestión de las instalaciones a presión de una fábrica. En este aspecto, las exigencias se pueden reflejar en cuatro puntos destacados:

- Inventariado de los equipos y colectores
- Categorización en función del tipo de aparato y sus parámetros
- Legalización de la instalación
- Inspección y revisión periódica de los equipos

La coordinación entre los departamentos de la factoría será de suma importancia ya que, como se ha expuesto anteriormente, el alcance de los trabajos engloba la práctica totalidad de la planta, además de suponer un proceso legislativo frente a los organismos correspondientes (normalmente la delegación de industria, dependiente de la comunidad autónoma correspondiente).

Así mismo, todo el proyecto supondrá un desembolso económico importante, en función de la cantidad de equipos e instalaciones a legalizar, por lo que se ha de contar con el apoyo de la oficina técnica y el equipo de dirección de la empresa.

4.2.1 INVENTARIADO

El inicio de los trabajos de campo, además de lo indicado en los trabajos preliminares (estudio del proceso de fabricación propio de la factoría como acercamiento a la planta, además de servir para ubicar las infraestructuras y el posible recorrido de los diferentes circuitos a presión existentes), se inicia con la recopilación detallada de las diferentes instalaciones de fluidos presentes en la fábrica.

Este inventario se ha de ir completando a lo largo del proyecto con los datos obtenidos no sólo del seguimiento de la instalación, sino también con la categorización de cada instalación y equipos, así como los datos obtenidos tras la legalización (números de identificación, fechas de revisión, marcado, etc.).

Como se ha reflejado en el capítulo 2 de éste trabajo, la diferenciación de las instalaciones de fluidos se basará tanto en el propio fluido (tipo y peligrosidad), así como en la función que desempeña la propia instalación, y la existencia de normativa propia.

Otro aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de separar los colectores en tramos separados por válvulas de corte. Esto puede ser muy interesante en caso de que, por disminución del diámetro de la tubería, o de la presión de trabajo a partir de algún equipo intermedio, se pueda excluir de la legalización al quedar fuera de categoría de peligrosidad dicho tramo.

Esta sectorización de la instalación se ha de indicar a través de la numeración correcta de los distintos tramos, y se deben localizar los talleres o zonas de la fábrica por los que transcurre cada uno. Como ejemplo, en la tabla 1 se muestra un inventario ficticio correspondiente a la fase inicial del proceso:

Tabla 1: Inventario inicial Colectores Fábrica

COLECTORES FÁBRICA				
Edificio	Zona	Nº Instalación	Denominación	Fluido
Sala de Máquinas	Balón Aire + Pasarela	1	Aire Comprimido (Colector General)	Aire
Almacén	Pasarela + Bajada Colectores Almacén	1.1	Ramal Almacén	Aire
Mecanizado	Pasarela + Entrada Mecanizado	1.2	Ramal Mecanizado	Aire
Sala de Máquinas	Bombas + Subterráneo	2	Agua a Presión	Agua
Lavado	Subterráneo + Entrada Lavado	2.1	Picaje Servicio Lavado	Agua
Mecanizado	Grupo Máquina	3	Grupo Hidráulico	Aceite

4.2.2 CATEGORIZACIÓN

Como se observa en la legislación, a la hora de diferenciar los fluidos, se ha de observar fundamentalmente dos aspectos: el estado físico de trabajo (líquido o gaseoso, teniendo especial atención a la presión de vapor a la temperatura de trabajo del fluido), y la peligrosidad o no del propio fluido.

La clasificación de los fluidos se ha tratado con anterioridad en el capítulo 2 de este trabajo, además de recogerse con mayor profundidad tanto en el capítulo 3 como en la propia normativa de estudio (**RD 2060/2008**, en el que se recoge el Reglamento de Equipos a Presión; y **RD 709/2015**, por el que se establecen las condiciones de fabricación y distribución de los equipos).

Una vez establecida la clasificación de los fluidos se procede a la categorización del equipo (aparato a presión, tubería, etc.). Como se recoge en el capítulo 3 de este trabajo, en el apartado sobre el Real Decreto 709/2015, en función del tipo de aparato a presión, y según los valores de Presión, Volumen o Diámetro Nominal, se establecen, a partir de unos valores mínimos, las categorías de peligrosidad del equipo, siendo la categoría I la más baja y IV la más alta. Los valores que corresponden a cada categoría se reflejan en gráficas para cada tipo de equipo, y están recogidas en el anexo II del RD 709/2015, denominados Cuadros de Evaluación de la Conformidad.

4.2.3 LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

En el capítulo 3 de este trabajo, dentro del estudio de la reglamentación que afecta y regula los equipos y conjuntos a presión, se detalla la documentación que es imprescindible presentar ante el organismo gubernamental correspondiente, para proceder a la legalización de las instalaciones de fluidos que trabajan a presión.

Además del inventario completo de los equipos y colectores, junto a la correspondiente categorización de los mismos e función de los parámetros y gráficas correspondientes al tipo de aparato, serán necesarios los siguientes documentos:

- Planos de la instalación, reflejando los equipos, secciones diferenciadas, recorrido de los colectores en la fábrica, así como los valores fundamentales de los aparatos a presión y las tuberías (presión, volumen y diámetro nominal).
- Proyecto completo de legalización, incluyendo pliego de condiciones, presupuesto, etc.
- Proyecto de instalación realizado por una empresa instaladora certificada
- Pruebas de presión inicial en los equipos que entren en categoría de peligrosidad

Estos requisitos serán imprescindibles e innegociables en las instalaciones de nueva construcción. Sin embargo, en la mayoría de las fábricas se dará la situación de legalizar antiguas instalaciones con décadas de funcionamiento, en condiciones más precarias al haber sido construidas bajo las condiciones reglamentarias propias de su época. Es por ello que en algunos casos la administración, haciendo uso de su capacidad legislativa, y apoyándose en algunos apartados de la reglamentación que incluyen excepciones puntuales para las instalaciones antiguas, puede rebajar las exigencias u ofrecer alternativas válidas a los requisitos habituales, para favorecer la legalización de estas instalaciones.

4.2.4 REVISIONES E INSPECCIONES PERIÓDICAS

Una vez se ha procedido a la legalización de las instalaciones, incluyendo la realización de la prueba de presión inicial, se establece en la normativa un calendario de revisiones e inspecciones oficiales a realizar por organismos de certificación autorizados (O.C.A's).

La fecha de la prueba inicial se establece como referencia para realizar las posteriores pruebas, dentro de los plazos marcados en la norma. Las inspecciones se catalogan en tres niveles de exigencia, denominados A, B y C; siendo el nivel A el menos restrictivo, y C el más riguroso y exigente.

Las inspecciones que ha de superar cada aparato a presión, y los plazos en los que ha de realizarlas, se establecen, para cada tipo de equipo, en función de la categoría de peligrosidad del mismo, a través de la tabla correspondiente, recogidas en el capítulo 3 de este trabajo, así como en la normativa.

4.3 METODOLOGÍA A SEGUIR. ANTICIPACIÓN DE LAS TAREAS

Una vez se conoce el proceso a seguir por todas las partes que intervienen en el proceso de legalización de las instalaciones de fluidos de la factoría, se procede a iniciar el trabajo de campo a la par que se organizan las pertinentes reuniones y gestiones con la administración, así como, desde el equipo de dirección, se trabaja en proveer de los recursos técnicos y económicos necesarios por el resto de equipos para llevar a cabo sus funciones sin retrasos ni impedimentos e imprevistos de última hora debidos a la falta de material, ya sea económico o instrumental.

A partir de la planificación de tareas, se puede establecer una metodología por pasos, que abarca la totalidad del proceso de categorización y legalización de las instalaciones de fluidos a presión de la fábrica, incidiendo en la anticipación de las tareas que puedan realizarse simultáneamente por diferentes equipos.

4.3.1 RECOPIACIÓN DE INSTALACIONES, APARATOS Y CONJUNTOS

El primer paso consiste en abarcar la totalidad de las instalaciones de fluidos de la fábrica. El trabajo realizado en la fase preliminar permite conocer de antemano la factoría y los procesos que se llevan a cabo, y a través de ello, se pueden establecer los fluidos que intervienen en la producción y, en parte, su recorrido por la fábrica.

Es por ello necesario iniciar el proceso de categorización recopilando la totalidad de instalaciones de fluidos a presión que existen en la fábrica. El punto de partida será la denominada comúnmente "Sala de Máquinas". En este sector de la factoría se generan y distribuyen la mayor parte de los fluidos existentes en la fábrica, tanto los que intervienen en el proceso productivo como los auxiliares.

Es en este recinto donde se emplazan la mayoría de equipos y conjuntos a presión, ya sean como parte de la generación de los distintos fluidos (calderas, compresores), como elementos de almacenamiento (balones de aire, depósitos a presión), así como los elementos impulsores, imprescindibles en la mayoría de instalaciones (bombas).

Si bien es cierto que parte de estos equipos no se recogen en el Reglamento de Equipos a Presión (recogido en el Real Decreto 2060/2008), como los compresores o las bombas impulsoras (al ser elementos cuyo diseño y robustez descartan la presión como un parámetro a tener en cuenta), también se han de tener en cuenta los colectores, que en la mayoría de los casos, también tienen como punto de partida la Sala de Máquinas, siendo además común que las tuberías de mayor Diámetro Nominal (DN) se encuentren localizadas en la fuente de la instalación, es decir, en la propia Sala de Máquinas.

Como se ha reflejado en el estudio de la normativa en capítulos anteriores, existen parámetros fundamentales por los que se determina la entrada en categoría de los equipos y conjuntos a presión, con unos valores mínimos por debajo de los cuales los aparatos y conjuntos quedan fuera de categorización, y por tanto exentos de legalización. Es por ello fundamental durante el proceso de recopilación e inventariado de las instalaciones obtener estos parámetros clave.

Los elementos a presión como depósitos o calderas se categorizan a partir de ciertos valores de Presión y Volumen. Por otro lado, los colectores se evalúan mediante la Presión y el Diámetro Nominal. El valor de Presión a tener en cuenta según la normativa, es el parámetro de Presión Máxima Admisible o PS. En el caso de los equipos se obtiene por el valor establecido en el diseño como Presión Máxima o Presión de Timbre. En el caso de los colectores es un parámetro más complejo de obtener. Como norma general, se tomará el valor máximo de la fuente de la instalación, es decir, de los equipos que generan el fluido, o del valor máximo al que podría trabajar la impulsión. Como ejemplos, una instalación de aire podría estimar como valor de PS de los colectores la Presión Máxima de los compresores, al tratarse de los elementos que generan el fluido y no existir otra fuente de presión en la instalación.

Por otro lado, los valores de Volumen en los equipos se pueden obtener fácilmente a partir de los datos de diseño de los mismos. En cuanto a los colectores, en el proceso de recopilación de las instalaciones, será importante recoger el valor del Diámetro Nominal del colector de mayor tamaño de la instalación, ya que marcará la máxima categoría en la que se encuentran las tuberías de esa red. Es un valor clave ya que, si el DN del principal colector (junto con el valor de PS) establece que está fuera de categorización, toda la red de tuberías de dicha instalación quedará también fuera, al tratarse de colectores de igual o menor tamaño. Si se dispone de esta información desde el principio, será posible evitar el inventariado en mayor profundidad de esta instalación en tramos, al quedar exenta de legalización, bastando sólo con reflejar el valor del máximo colector para eximir el resto.

Además de las instalaciones de fluidos que se distribuyen a partir de la Sala de Máquinas, es común que existan otras instalaciones independientes que estén localizadas en la zona del proceso productivo del que dependen, o por motivos de distancia o dificultad de comunicación, se hayan localizado en otra parte de la fábrica. Al igual que en el caso anterior, se han de recopilar todos los aparatos y conjuntos de cada una de éstas instalaciones, y también es fundamental obtener los parámetros clave anteriormente descritos (PS, V y DN), para poder determinar las instalaciones que queden excluidas del proceso de legalización).

A continuación se exponen, a modo de ejemplo, los inventarios ficticios de equipos a presión y colectores generales de una factoría, en las tablas 2 y 3:

Tabla 2: Inventario Equipos a Presión

EQUIPOS A PRESIÓN FÁBRICA										
Edificio	Zona	Nº Identif.	Nº Legal. Industria	Denomin. Equipo	Instalación	Fluido	Presión Máx. Adm. (PS) (Bar)	Volumen (Litros)	PSxV (BarxLitro)	Categoría
Sala de Máquinas	Puerta Principal	AC-001	SG-232	Balón Primario AC	Aire Comprimido	Aire	15	12000	180000	IV
Sala de Máquinas	Puerta Principal	AC-002	SG-233	Balón Reserva AC	Aire Comprimido	Aire	15	6000	90000	IV
Sala de Máquinas	Bombas Agua	AP-001	No Legalizado	Depósito Agua	Agua a Presión	Agua	20	20000	400000	I

Tabla 3: Inventario Colectores Generales

COLECTORES FÁBRICA								
Edificio	Zona	Nº Instalación	Denominación	Fluido	Presión Máxima Admisible (PS) (Bar)	Diámetro Nominal (DN)	PSxDN	Categoría
Sala de Máquinas	Balón Aire + Pasarela	1	Aire Comprimido (Colector General)	Aire	15	300	4500	II
Sala de Máquinas	Bombas + Subterráneo	2	Agua a Presión (Colector General)	Agua	20	500	10000	I
Mecanizado	Grupo Máquina	3	Grupo Hidráulico (Colector General)	Aceite	125	40	5000	Exento

4.3.2 INVENTARIADO DE COLECTORES: MEDICIONES. PLANOS

Una vez se dispone del listado de equipos a presión y de los colectores generales de la fábrica, es preciso completar el inventario de la red de tuberías de las instalaciones que, tras categorizar el colector general, se determine que son objeto de legalización.

En este proceso es fundamental el trabajo de campo detallado, ya que resultará imprescindible para dos procesos fundamentales. El primero de ellos será la división del recorrido de los colectores por secciones separadas por válvula de corte. Este punto es muy importante, ya que en algunos casos se podrán excluir varios tramos cuando el Diámetro Nominal (DN) disminuya lo suficiente para que el producto del mismo con la Presión Máxima (PS) determine la exención de ese tramo según la gráfica de control correspondiente (si se produjera una disminución de la presión en algún tramo intermedio o final por la existencia de controladores o reductores de presión, se puede justificar igualmente la exención del tramo).

El segundo proceso por el que resulta determinante la realización de un trabajo conciso sobre el terreno es la necesidad posterior de elaborar planos de las instalaciones a legalizar. Éstos podrán ser, o bien planos de implantación de cada sector en el que se encuentre la instalación, incluyendo el recorrido entre las distintas naves de la factoría; o bien un plano isométrico, en el que se recoja, de forma aproximada, toda la instalación, con los diferentes equipos y conjuntos, así como la red de colectores y su recorrido por la fábrica. Normalmente, se suele reflejar la segunda opción, al ser un plano más sencillo de elaborar, pero que refleja a su vez la instalación de forma más clara, ofreciendo mucha información sobre la instalación completa, los diferentes aparatos y las tuberías con su recorrido por la fábrica.

En estos planos no se ha de trazar con exactitud el recorrido, ni medir y reflejar las distancias de los tramos, pero sí el Diámetro Nominal de las secciones que se determinen diferenciar en el inventario de colectores.

Durante el proceso de inventariado de los tramos será necesario, por tanto, obtener los valores del diámetro de los colectores. Estos datos se pueden, o bien medir directamente en la tubería (si no está protegida por calorifugados), mediante un calibre de gran dimensión o con una cinta métrica obteniendo el perímetro del colector; o en algunos casos se podrá obtener directamente el valor del DN a partir de la inscripción reglamentaria en juntas y válvulas, aunque en muchas ocasiones, al tratarse de equipos y colectores antiguos, este grabado se ha deteriorado o no existe, impidiendo obtener ese valor directamente, siendo necesario el proceso de medición. En el caso de colectores que transporten fluidos a elevada o baja temperatura, será complicado medir debido al recubrimiento de los mismos con calorifugados, normalmente compuestos por una capa de lana de vidrio colocada directamente sobre el colector, recubierta externamente por una fina lámina de chapa de aluminio.

Para realizar las mediciones en estas instalaciones se deberá proceder a descalorifugar los puntos en los que sea preciso tomar los datos, o bien aprovechar algún punto de la instalación en la que sea posible realizar la medición, así como, en la medida de lo posible, obtener los valores directamente de juntas y válvulas.

El inventario completo de colectores, así como el inventario de los colectores generales de las instalaciones que queden exentas del proceso de legalización, es recomendable y conveniente que sea presentado ante la delegación de Industria como un documento que justifica la excepción del proceso de categorización y legalización de aquellas instalaciones que no superan los valores mínimos fijados en la normativa, además del completo listado de tramos y secciones en aquellas que si deben ser legalizadas.

En la tabla 4 se muestra un inventario detallado con los diferentes tramos separados por válvulas de las instalaciones (ficticias) de una fábrica:

Tabla 4: Inventario Completo Colectores Fábrica

COLECTORES FÁBRICA								
Edificio	Zona	Nº Instalación	Denominación	Fluido	Presión Máxima Admisible (PS) (Bar)	Diámetro Nominal (DN)	PSxDN	Categoría
Sala de Máquinas	Balón Aire + Pasarela	1	Aire Comprimido (Colector General)	Aire	15	300	4500	II
Almacén	Pasarela + Bajada Colectores Almacén	1.1	Ramal Almacén	Aire	15	150	2250	I
Almacén	Exutorios	1.1.1	Picajes Exutorios	Aire	15	40	600	Exento
Mecanizado	Pasarela + Entrada Mecanizado	1.2	Ramal Mecanizado	Aire	15	150	2250	I
Mecanizado	Procesado	1.2.1	Picajes Máquinas	Aire	15	50	750	Exento
Sala de Máquinas	Bombas + Subterráneo	2	Agua a Presión (Colector General)	Agua	20	500	10000	I
Lavado	Subterráneo + Entrada Lavado	2.1	Picaje Servicio Lavado	Agua	20	200	4000	Exento
Mecanizado	Grupo Máquina	3	Grupo Hidráulico (Colector General)	Aceite	125	40	5000	Exento

4.3.3 LEGALIZACIÓN: EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LA NORMATIVA

Una vez completado el trabajo de campo en las instalaciones de la fábrica, el proceso encara la última fase, que consiste en el propio proceso de legalización. La documentación que se ha ido elaborando durante el inventariado, así como los planos propios de cada instalación son una parte fundamental del proyecto, pero como se analizó en el capítulo 3, en la sección de documentación requerida para el proceso de legalización, será preciso elaborar una serie de documentos de carácter legalista para completar el proceso previo a la presentación de la documentación ante el organismo gubernamental correspondiente, normalmente la Delegación de Industria de la Comunidad o Provincia.

Como se ha venido desarrollando a lo largo de todo el trabajo, el objetivo es legalizar las instalaciones de fluidos a presión de una factoría. Pero a la hora de proceder a presentar la documentación e iniciar el proceso de evaluación de la conformidad de dichos documentos con la normativa vigente, y la correspondiente revisión y realización de las pruebas iniciales por parte de un Organismo Certificador Autorizado (O.C.A), se abre la posibilidad de legalizar la instalación en su conjunto, o, en función del estado previo de legalización de los equipos y conjuntos a presión de la fábrica, puede considerarse más adecuado separar los procesos de legalización, si en conjunto el procedimiento supondría una excesiva complejidad o incluso un mayor desembolso económico.

Es habitual que, durante el trabajo de campo en la factoría, se haya encontrado numerosos equipos a presión legalizados en el momento de su implantación, con su correspondiente placa de Industria, y al corriente de las revisiones y pruebas periódicas. No ocurre lo mismo con el conjunto de colectores y tuberías de las instalaciones, dado que no se ha venido considerando un aparato a presión ni se ha reclamado hasta recientemente su legalización por parte de las autoridades, en parte por la falta de claridad de la normativa, y también por la complejidad que supone todo el proceso de inventariado, categorización y legalización de todos los colectores de una fábrica.

Dada la situación, es fácil encontrar instalaciones con todos o casi todos sus aparatos y conjuntos a presión ya legalizados y al día en cuanto a revisiones, y en cambio no encontrar ningún documento, plano o información sobre la red de tuberías. Por ello, en la mayoría de situaciones, el proceso de legalización constará mayoritariamente en la puesta al día de los colectores de las instalaciones, y en algunos casos puntuales, la legalización de algún aparato a presión aislado.

La normativa no obliga a legalizar las instalaciones en conjunto en un solo proyecto, sino que se limita a requerir o exigir que todos los equipos, conjuntos y colectores estén legalizados correctamente y cumplan con el calendario de revisiones e inspecciones reglamentarias. Donde sí se encuentran limitaciones impuestas por la legislación es en la documentación requerida en función de la cantidad de equipos a legalizar y su categoría de peligrosidad. Estos requisitos de documentación se recogen en el Anexo II del Real Decreto 2060/2008, como se ha reflejado en el capítulo 3 de este trabajo, referente al marco legal vigente. A modo de esquema, la ilustración 1 expone los dos caminos a seguir en el proceso de legalización, en función de la obligatoriedad de elaborar un proyecto completo o estar por debajo del límite, en cuyo caso se permite presentar una memoria de legalización menos compleja, así como reduce la necesidad de un proyecto de instalación a la firma de un certificado por parte de un instalador:



Ilustración 1: Procesos de Legalización

El primero de los dos pasos externos a la fábrica que completan el proceso de legalización será la redacción del proyecto de instalación/certificado de instalador, en función de si se trata de una instalación de nueva o construcción o una instalación ya existente con equipos a presión a legalizar por encima del límite establecido (PSxV total mayor de 25.000 bar x litro), o si la legalización comprende únicamente los colectores, o instalaciones por debajo del límite mencionado.

Al tratar con instalaciones antiguas, el proceso de elaboración de un proyecto completo, sobre todo en el caso de las redes de tuberías de una fábrica, es posible que no se disponga de la información necesaria, o el proceso de recopilación sea complejo o incompleto. Ante esta situación, es posible, en las reuniones procedentes con Industria o el organismo administrativo correspondiente, rebajar la exigencia de la normativa de requerir proyectos completos a las instalaciones con colectores de categorías II y III, siendo suficiente la elaboración de la memoria de legalización y la firma del certificado de un instalador.

El último paso que completa todo el proceso de legalización hasta la entrega de la documentación en el organismo administrativo correspondiente será la verificación de la conformidad de la instalación con la normativa, y la realización de las inspecciones y pruebas requeridas para la puesta en servicio de los equipos y conjuntos a presión. Este proceso lo lleva a cabo un organismo certificador acreditado (O.C.A), como empresa reconocida por el ministerio de Industria para llevar a cabo este proceso.

La legislación exige, como paso previo a la puesta en servicio de los equipos y conjuntos a presión, la realización de una prueba hidráulica. Este proceso es relativamente sencillo en los aparatos como depósitos o calderas, por la posibilidad de aislarlos del resto de la instalación para realizar la prueba. Pero en el caso de los colectores, la realización de esta verificación es, cuanto menos, compleja.

La prueba exigiría vaciar la red de tuberías por completo, proceso que podría llevar días. Después se tendrían que aislar los tramos que entrasen en categoría de peligrosidad, y al tratarse de una red extensa adaptada al recorrido por la fábrica, sería difícil en algunos puntos aislar perfectamente el colector. Posteriormente, sería necesario introducir agua a presión en las tuberías hasta el valor predeterminado por la normativa (habitualmente 1,5 veces el valor de la Presión Máxima PS). Nuevamente este proceso es muy complejo de llevar a cabo en un colector sin tener que modificar la instalación.

El fundamento de la prueba de presión hidráulica es detectar las fugas presentes en la instalación, para proceder con su reparación y nuevamente realizar la prueba, hasta obtener un resultado perfecto, sin pérdidas de carga en la instalación. En los colectores nuevos esto es sencillo, ya que se realiza tras su montaje, normalmente sin excesivos problemas más allá de holguras en uniones o cierres mal ajustados. Pero en instalaciones antiguas, y sobre todo en redes de colectores calorifugados, será prácticamente imposible superar esta prueba.

La normativa contempla que, “en los casos en los que el ensayo de presión hidrostática sea perjudicial o no factible, podrán realizarse otros ensayos de valor reconocido” (*Real Decreto 709/2015, Anexo I, Apartado 3.2.2*). Además, en el encabezado de dicho anexo, también detalla que “los requisitos esenciales de seguridad se interpretarán y aplicarán de manera que se tenga en cuenta el estado de la técnica y la práctica en el momento del diseño y la fabricación”.

Por tanto, la realización de la prueba de presión hidráulica en el caso de los colectores de instalaciones antiguas, se podrá establecer, con la aprobación por parte de Industria, la realización de otras pruebas, como la medición de espesores por parte de la empresa certificadora (O.C.A).

Tras realizar las inspecciones necesarias, la empresa certificadora emite un certificado que justifica la adecuación de las instalaciones con respecto a la normativa vigente, y su calendario de revisiones a cumplir en el futuro.

Con los documentos que se han elaborado a lo largo de todo el proceso, y junto con el certificado de instalador o el proyecto de instalación, se presentará ante la administración correspondiente la solicitud de legalización de las equipos y conjuntos a presión de la fábrica, con lo que se dará como concluido el proceso de caracterización de las instalaciones a presión de la factoría.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

5.1 GENERALES Y ESPECÍFICAS

Las instalaciones de fluidos, como elemento principal de las factorías industriales, están reguladas por una serie de decretos y reglamentos que establecen los criterios para su fabricación, montaje, puesta en servicio y mantenimiento. La obligación de las empresas de cumplir con los requisitos recogidos en la normativa implica el estudio y comprensión de la legislación vigente, así como su correcta aplicación.

En este trabajo se ha realizado un proceso de síntesis del marco legal vigente, desde los reglamentos que engloban la mayor parte de las instalaciones (como es el Reglamento de Equipos a Presión), y también se han introducido los decretos que regulan instalaciones más concretas, de uso general y común en la industria (instalaciones de climatización o de protección contra incendios, por ejemplo).

Este trabajo de síntesis no es el objetivo final del proyecto, sino que es un paso fundamental a la hora de elaborar una guía básica para caracterizar las instalaciones de fluidos de una factoría, objeto principal del trabajo. Facilitar la comprensión de la normativa, destacando los aspectos más relevantes a la hora de realizar el proceso de legalización, es por tanto consecuencia inherente al trabajo de elaboración de la guía.

Esta guía se enfoca desde el planteamiento inicial de facilitar el trabajo de legalización por parte de una empresa o ingeniería, partiendo desde el desconocimiento de la normativa, pero asumiendo conocimientos fundamentales en mecánica de fluidos, oficina técnica y el sector de la industria en general.

5.2 APORTACIONES DEL AUTOR

La base de este trabajo se obtiene del conocimiento adquirido en las prácticas en la industria. Durante este período se adquirieron las capacidades y habilidades para desarrollar el proceso de legalización de las instalaciones de fluidos de la factoría, al no existir ninguna instrucción o manual que facilitara el trabajo.

A raíz de la posibilidad de realizar este Trabajo Final de Máster a partir del conocimiento adquirido en las mencionadas prácticas, se propuso como objeto de interés la elaboración de una guía básica que sirviera de referencia para futuros ingenieros que precisen realizar el proceso de caracterización de las instalaciones de fluidos de una factoría. También resultará de interés para aquellos nuevos proyectos que puedan modificar el diseño de sus instalaciones de fluidos en base a la normativa vigente. Acorde a los requisitos y parámetros estudiados, en caso que sea adecuado o beneficioso, se podrá excluir en la medida de lo posible los equipos y conjuntos a presión de posteriores revisiones o inspecciones.

Todo el conocimiento adquirido se ha reflejado en la metodología para el proceso de legalización desarrollada en el capítulo 4. Las capacidades adquiridas en las prácticas se han plasmado en forma de guía de trabajo, acentuando la optimización de los procesos al seguir el orden de acciones más adecuado, y priorizando en todo momento la adquisición de los datos más relevantes en cada apartado del proceso.

Otro aspecto fundamental se basa en la anticipación de acciones, sobre todo en procesos legales que pueden conllevar largos periodos de tiempo. En la guía se ha tratado de destacar los aspectos que pueden gestionarse desde el principio del proceso, y las tareas que son factibles de desarrollarse simultáneamente, en aras de la optimización del conjunto de trabajos y equipos que intervienen en el proceso.

Por último, destacar que, a pesar de la existencia de resúmenes de los diferentes reglamentos y códigos técnicos tratados en este trabajo, no se disponía de un documento que unificase dichos resúmenes. Además, el esfuerzo realizado en este trabajo se centra en destacar, en cada normativa, los aspectos fundamentales para proceder a la legalización de las instalaciones de fluidos, abarcando los reglamentos más generalistas, así como la normativa que rige a las instalaciones que quedan excluidas del Reglamento de Equipos a Presión. A pesar de que la guía y su metodología se centran en las instalaciones a presión, se han querido reflejar en el trabajo los requisitos básicos que rigen el resto de las instalaciones de fluidos, presentes en la mayoría de las fábricas, para proporcionar un documento más completo y útil a la hora de abarcar por completo las instalaciones de fluidos de una factoría.

5.3 ACCIONES A REALIZAR EN EL FUTURO

El trabajo, y sobre todo la guía, se ha centrado en la caracterización de las instalaciones de fluidos a presión recogidas en el Reglamento de Equipos a Presión (Real Decreto 2060/2008). También se han estudiado las normativas que regulan instalaciones más concretas, pero en menor profundidad, y con el objetivo de abarcar, en la medida posible, la mayor parte de las instalaciones de fluidos que se encuentran en la industria.

Es, por tanto, objeto de estudio en un futuro, la elaboración de las correspondientes guías específicas para cada reglamento de las instalaciones que quedan fuera del Reglamento de Equipos a Presión, o la elaboración de una guía conjunta que recoja los aspectos en profundidad para legalizar dichas instalaciones.

Este trabajo se ha focalizado desde el punto de vista de la empresa, que posee una factoría en funcionamiento, y requiere legalizar sus instalaciones de fluidos acorde a la normativa vigente; o bien una factoría recién construida que necesita legalizar y poner en funcionamiento sus instalaciones. Además, ambas factorías deberán cumplir con el calendario de revisiones e inspecciones recogidas en la normativa.

Estos aspectos se han tratado en la guía elaborada en el trabajo, pero la reglamentación estudiada recoge otros aspectos que podrían ser objeto de futuros proyectos, como los requisitos para la fabricación de los equipos y conjuntos a presión que conforman las instalaciones, desde los materiales y procesos hasta el aseguramiento de la calidad mediante pruebas e inspecciones recogidas en la normativa.

La elaboración de una guía básica de la legislación vigente para la industria de producción de dichos aparatos a presión constituye por sí misma objeto de estudio para futuros proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y REGLAMENTOS CONSULTADOS

- Crespo, A. *Mecánica de fluidos*, Ed. Thomson, 2006
- Núñez Rivero, C. Goig Martínez, J.M. Mellado Prado, P. Núñez Martínez, M.A. Martín de Llano, M.I. *La Constitución Española y las fuentes del Derecho Constitucional*, Ed. Universitas, 2014
- White, F. *Mecánica de fluidos*, Ed. McGraw Hill, 2008

- *Real Decreto 2060/2008*, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- *Real Decreto 709/2015*, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

- *Real Decreto 769/1999*, de 7 de mayo, por el que se dictaminaban las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión y se modificó el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión (DEROGADO). Ministerio de Industria y Energía.

- *Real Decreto 1027/2007*, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- *Real Decreto 2267/2004*, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- *Real Decreto 1523/1999*, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre. Ministerio de Industria y Energía.