

# REPRESENTACIÓN DE BOMBAS Y ELEMENTOS PARA INSTALACIONES DE FLUIDOS EN LA INGENIERÍA QUÍMICA

## Resumen

La presente ponencia muestra la investigación desarrollada sobre la existencia, homogeneidad y aplicación de la representación gráfica de diferentes tipos de elementos propios de instalaciones de fluidos en el ámbito de la Ingeniería Química. Las tuberías son elementos fundamentales en la mayoría de instalaciones industriales relacionadas con la rama química. Conocer cómo desarrollar estas instalaciones para fluidos y su correcta forma de representación son aspectos importantes que los técnicos deben conocer.

La representación de instalaciones de fluidos en cualquiera de sus formas de representación, requiere utilizar simbología específica que pueda ser interpretada por cualquier técnico. En investigaciones anteriores se analizó la heterogeneidad de normas en cuanto a la representación de válvulas, se pretende en esta investigación centrarnos en otros elementos propios de estas instalaciones como bombas y bridas.

En la actualidad, existen diversas normativas de ámbito nacional y/o internacional de representación de elementos de instalaciones de fluidos, sobre todo en el ámbito del 2D. Analizando esta normativa se encuentra una gran disparidad en cuanto a la simbología utilizada o la ausencia de una norma específica. El desarrollo constante de software donde se usan símbolos gráficos para la representación de estas instalaciones, hace que incluyan en sus bases simbología propia no siempre referida a unas normas, tanto en 2D como en 3D.

En esta ponencia se ha analizado la diferente normativa existente referente a la representación gráfica de bombas hidráulicas, así como otros elementos de instalaciones de fluidos, para hacer un análisis de las diferencias y similitudes entre ellas y compararlas con la aplicación que de ellos se hace en diversos programas informáticos que en la actualidad se comercializan.

### *Palabras clave*

Representación gráfica, bombas, instalaciones, diseño, normativa.

## Abstract

The aim of this paper is to show the research undertaken on the existence, homogeneity and application of the graphical representation on different types of pumps in the industrial realm.

There exist different regulations of the representation of pumps, some more widespread than others, depending on the typology they comprise. The increasing use of both 2D or 3D new technologies has influenced the market to promote the increase of 2D and 3D programmes, specially for the representation of pumps and flanges, as well as other elements. The majority of those computer programmes have basic libraries and files that include the representation of these elements.

With this paper we aim, firstly, to offer a compilation of the regulations applied in the representation of pumps; secondly, we want to show the similarities and differences amongst them, and to compare them with the applications of pumps done by programmes such as CadPipe, Cadworx, Autocad, and so on, analysing, finally, which of those applications would be the best. Moreover, we are widening up our research with a study on the real applicability in the business and industry realm, when it comes to representing graphically the pumps in their projects.

### *Keywords*

*Graphical representation, pumps, flanges, design, regulations*

# 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está dedicando una especial atención en todos los ámbitos a la normalización para la mejora de la comunicación en el campo de la ingeniería.

En el caso de las normas orientadas a usar una simbología específica en los planos, el uso de la normalización proporciona las siguientes ventajas:

- Simplificar los diseños.
- Aumentar la intercambiabilidad y mejorar la interpretación.
- Ahorro de tiempo al poder utilizar simbología predefinida con la consiguiente economización del tiempo empleado en la realización de los proyectos.

En principio una norma es un documento accesible y consensado entre diferentes partes, debiendo estar aprobado por un organismo de normalización.

En la industria afín a la ingeniería química la representación de planos donde intervienen sistemas de tuberías representa un porcentaje elevado de los trabajos donde estos técnicos desarrollan sus competencias. Dentro de este tipo de planos y para la impulsión de diferentes fluidos, las bombas son elementos fundamentales que aparecen en las representaciones.

La clasificación de los diferentes tipos de bombas en la industria es elevada, y cada vez se desarrollan más y mejores tipos. Hay diferentes

formas de clasificación de bombas, la principal forma de clasificación es según su funcionamiento y tipo de accionamiento. Según su funcionamiento, se encuentran:

- Bombas de desplazamiento positivo ó volumétricas
  - Émbolo alternativo
  - Volumétricas rotativas/ Rotoestáticas
- Bombas rotodinámicas
  - Radiales ó centrífugas
  - Axiales
  - Diagonales ó helicocentrífugas

Según el tipo de accionamiento se pueden clasificar en:

- Electrobombas
- Bombas neumáticas
- Bombas de accionamiento hidráulico
- Manuales

Este amplio tipo de bombas requiere una normalización para su uso, interpretación y para su representación gráfica en los planos industriales. En el presente estudio se han analizado las diferentes normas existentes referentes a la representación gráfica de las bombas en planos y diagramas para la impulsión en los distintos procesos industriales, así como su uso en el mercado y con programas y planos propios de Ingeniería Química.

## 2. ESTADO ACTUAL

Haciendo una visión global de la situación de la normalización de las bombas y su representación, destaca la gran cantidad de normas y especificaciones en cuanto al tipo, diseño y selección. Centrándonos en la representación gráfica de las bombas, se encuentra normativa aunque no de forma tan amplia como para el diseño. Entre las normas

consultadas en este trabajo destacan ASME (American Society of Mechanical Engineers) [1], BS (British Standard) [2], UNE (Una norma española) [3], ISO (International Standards Organization) [4], ASA (American Supply Association) MIL-STD (Military Estándar) [5], American vacuum society Standard [6] AVS 3.6.1973.[5]

### 2.1 Normativa



En la tabla 1 se han representado diferentes formas de representación gráfica en alzado o elevación a las que hacen referencia las diferentes normativas, se añade la llamada PIP (Process Industry Practices) que es una

recopilación de normas realizadas por un consorcio de industrias e ingenieros desde 1993 y que tiene en cuenta la normas ISA y ANSI así como otras representaciones comúnmente utilizadas en la industria:

Tabla 1. Representación gráfica simplificada de diferentes tipos de bombas en diferentes normas técnicas.

BOMBA	UNE	AVS Standard	BS 1553-1/BS 5070	MIL- STD-17B	ASA Y32-11	P&ID (PIP)
HIDRÁULICA						
Fluido (líquido)						
vacío genérica						
Volumétrica						
Vacío de paletas Émbolo giratorio	 (1 et 2 et)					
Con lastre de gas						
De vacío hidrorrotativa						
De pie						
Chorro de vapor		 Eyector				
Difusión de vapor de x						
Turbomolecular						
Vacío de arrastre						
De adsorción						
Sublimación						
Sublimación sobre paredes frías						
Sublimación iónica						
Criostática						
Calefactora						
Difusor eyector						
En línea de diagrama						

Sumergida						
Reciprocating						
Manual						
Arrastre de potencia						
De aire						
frio						
De arrastre motor						
Balanceo						
De hélice propulsora						
Centrífuga horizontal						
Centrífuga con ventilador						
Rotatoria						
Progresiva						
Vertical pozo húmedo						
Cavidad progresiva						
Sumidero vertical						
Diafragma						
De engranaje						
Contador						
Doble succión						
Turbina vertical						

 UNE 1-102-91 Parte 1 Símbolos gráficos para fontanería, calefacción, ventilación y canalizaciones  
 UNE 1-097-83 ISO 3753 Técnicas del vacío. Símbolos gráficos

En algunos libros [7] [8] y manuales se utilizan otros tipos de representaciones o incluso en algunas normas como en las ASA se representa además alzado planta y perfil. Detalle de este ejemplo lo encontramos en la representación de una bomba de compuerta en la figura 1.

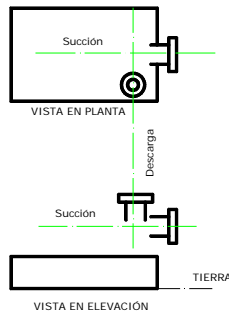


Fig. 1. Representación de una bomba en planta y elevación para sistema en tercer diedro. [7]

Según la norma ISO 6412-1: 1989, las bombas en los diagramas simplificados de representación de tuberías se representarán con la misma anchura de línea que la tubería (línea gruesa)

La dirección se indicará sobre la línea de tubería o cercana al símbolo gráfico que representa una bomba, válvulas o cualquier otro elemento característico.

### 3. ANÁLISIS

Analizadas las diferentes representaciones gráficas empleadas para representar bombas, parte de las cuales se muestran en la tabla 1, se aprecia una gran heterogeneidad entre las diferentes normas.

Destacan las Normas UNE sobre dibujo técnico UNE 1-102-91/ISO/1 ISO 4067-1: 1984, UNE 1-097-83 ISO 3753/ ISO 3753:1977, donde se especifica el tipo de símbolo a utilizar en función de en qué sistema industrial va a ser utilizada la bomba. La clasificación se realiza en dos normas; Símbolos gráficos para fontanería, calefacción, ventilación y canalizaciones y símbolos gráficos para Técnicas del vacío.

A la vista de estos datos de representación contenidos en la norma UNE, se puede generar confusión, ya que para un determinado tipo de bomba, su representación debería ser independiente de si se aplica en un sistema de fontanería o en un sistema de técnica de vacío, etc. En ningún caso la norma UNE hace una clasificación gráfica acorde con la clasificación típica del tipo de bombas anteriormente mencionadas.

En cuanto a la comparación con otras normas estudiadas, destaca que entre ellas, la clasificación que hacen para las representaciones es diferente, en una


simplemente se especifican bombas en general y en otros casos se entra más al detalle. Si que hay una coincidencia en la representación gráfica de las bombas para vacío puesto que es un tecnología que está muy desarrollada, pero luego la representación gráfica entre las dos normativa no llega a ser idéntica, habiendo importantes diferencias gráficas.

Analizando todos estos datos, sorprende la gran diferencia que hay entre unas normas y otras, si bien es cierto que la diferenciación general de existencia de una bomba en un plano se identifica rápidamente, poder asegurar que tipo de bomba es en función de la norma, si no conocemos cada una de ellas específicamente puede ser complejo. Puesto que la globalización de diseños a nivel mundial es un hecho evidente, convendría por una parte aumentar en cada norma el tipo de bombas representadas y hacer una clasificación que fuera común a todas las normas. Por otra parte se cree necesario generar una mayor homogenización entre todas las normas, por ejemplo en cada una de las normas de la tabla 1 la representación gráfica de la bomba hidráulica ó la de vacío genérica es diferente.

### 4. APLICACIÓN DE LA NORMA EN PROGRAMAS INFORMÁTICOS

En el mercado actual existe una gran variedad de programas dedicados al diseño, cálculo y representación de accesorios para tuberías, entre

ellos los aquí estudiados, las bombas. De la mayoría de los destinados al diseño de instalaciones con tuberías destaca la utilización

en muchos casos de un solo tipo de símbolo en la representación gráfica de la bomba , a pesar de que cuando se hace la selección de la misma dentro del programa, sí añade símbolos gráficos diferentes para su representación; por ejemplo, en el programa “Autocad P&ID” y “Autoflow 2D”, la elección de las bombas se hace con un cuadro de dialogo como el que aparece en la figura 2 (a y b), en el que se realiza una clasificación de las bombas para ser elegidas e insertadas en un tramo de tubería. Cada vez más los programas gráficos de diseño de tuberías aplican en sus diseños las diferentes normativas y previamente a la inserción de un determinado tipo de bomba permite elegir si se basa en las normas ISA, ISO, DIN, ó P&ID. Otros programas

en cambio, en el cuadro de selección del tipo de bomba, la representación gráfica que muestran no esta sujeta a ninguna norma y cuando se realiza la representación de la misma en el plano, dibuja para todos los casos el mismo grafismo de bomba (Pipe Flow Expert). En la mayoría de los programas para la elaboración de diagramas P&ID la simbología si está más relacionada con la normativa mostrada en la tabla 1 por PIP. Otros programas como el ChemCad, Piping Systems Fluid Flow3, Flow of Fluids también hacen una simplificación gráfica representando uno o dos tipos de bombas.

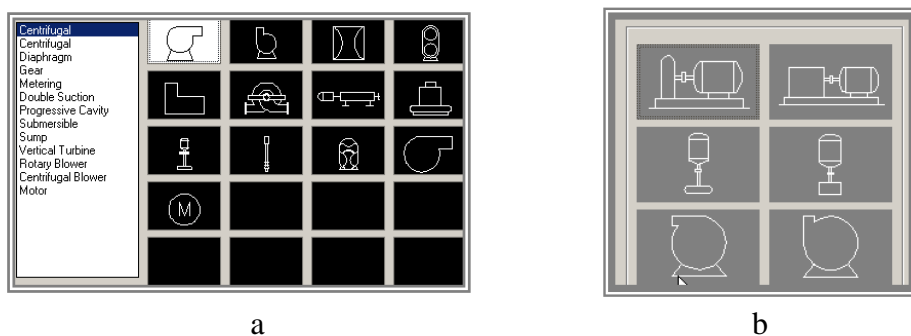


Fig. 2. Cuadro de diálogo del programa Autocad P&ID y Autoflow 2D Designer para la selección de bombas.

En cambio otros programas más específicos de diseño gráfico en su representación sí incluyen gráficamente una diferenciación entre los diferentes tipos de bombas, por ejemplo el Cadpipe, Pipe 2D, Cadworx, Procad 2d Designer, Elite Software, etc. Generalmente estos programas permiten hacer tres tipos de representaciones y en la mayoría de los casos presentan un módulo de diagramas P&ID, un módulo isométrico, un módulo para dibujo ortogonal y la mayoría ya incluyen un cuarto módulo de diseño en 3D.

En estos programas la representación de las bombas en los módulos de diagramas P&ID, módulo isométrico y ortogonal sí representan los diferentes tipos de bombas usando una terminología similar a las normas mostradas en la tabla 1. Generalmente la mayoría de los programas presentan una clasificación de bombas que no se ajustan totalmente a ningún tipo de clasificación general a la que en la introducción nos referíamos, por ejemplo, en el programa Cadpipe los diferentes tipos de bombas los organiza en Bombas de Presión, Bombas; Bombas Iwaki, Bombas centrífugas. Al igual que este programa hace referencia a una marca de bombas (Iwaki), son muchos los programas que en sus bases de datos tienen cargados determinados tipos de bombas

comerciales y las tienen referenciadas por su marca. Generalmente en diagramas PID a nivel gráfico no utilizan la simbología específica de la marca comercial pero en la representación 3D cada vez se incluyen más dibujos que muestran una aproximación bastante real a un tipo de bomba existente en el mercado.

La mayoría de los programas de gráficos donde se pueden insertar bombas en 3D incluyen un gran número de datos para realizar el diseño, lo que permiten fijar con una gran precisión el tamaño de cada una de las partes de la bomba, así como la altura exacta tanto de aspiración como de impulsión y las dimensiones geométricas de la misma.

En el caso por ejemplo del programa Autocad P&ID, la representación que hace de las bombas combina diferentes normas de representación utilizando muchos de los símbolos del compendio de normas PIP (figura 2).

En el caso de programas como el Cadworx y el CadPipe la situación es similar.

En la figura 3 y 4 se muestra la representación del tipo de bombas que se usan en estos dos programas, pudiendo comprobarse que la representación se basa en la ANSI/ ISA o BS ya que algunos símbolos se corresponden con dicha normativa, y utilizan algunos símbolos de otras

normas como el compendio de PIP. Incluso emplean otros símbolos como el 5 (Cadworx) [9] no utilizado en las normas mostradas en la tabla 1. Estos programas no suelen tener una

normativa específica de representación gráfica para sistemas de vacío, a pesar de que en las normativas se les dedican apartados específicos para el desarrollo de las mismas.

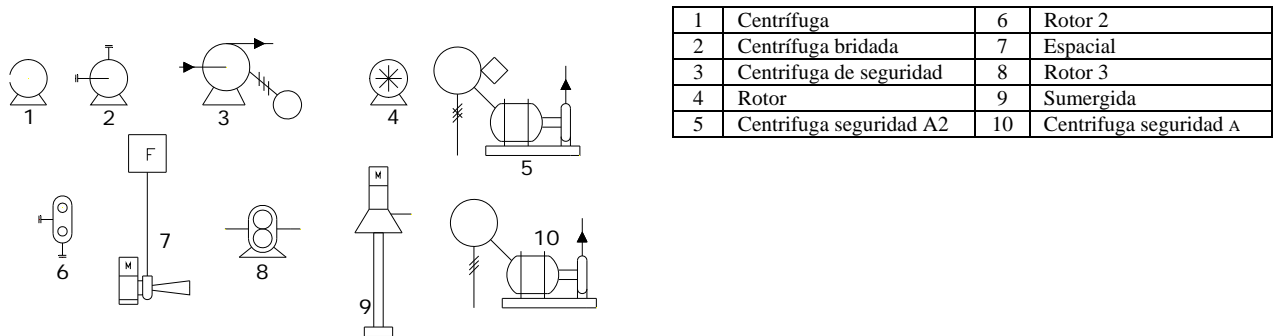


Fig. 3. Representación de algunos tipos de bombas con el programa Cadpipe.

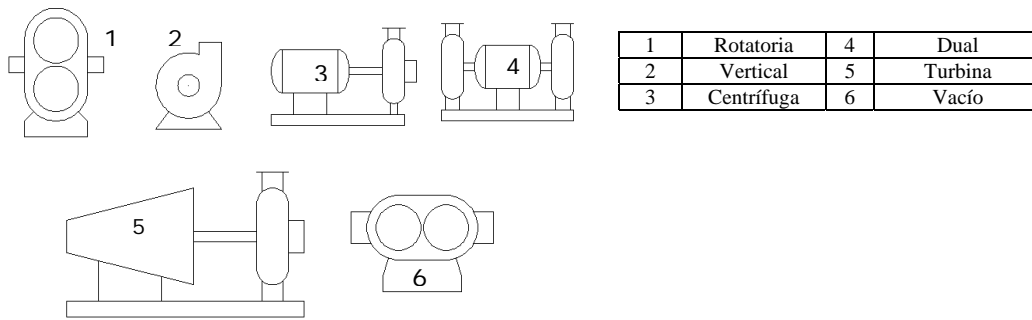


Fig. 4. Representación de algunos tipos de bombas con el programa Cadworx.

En todos los casos la representación isométrica utiliza una simbología similar representada según el sistema isométrico. La representación ortogonal también hace diferenciación gráfica de

las diferentes bombas como se muestra en la figura 5. La mayoría de los módulos ortogonales representan símbolos de bombas sin seguir ninguna norma (figura 5b).

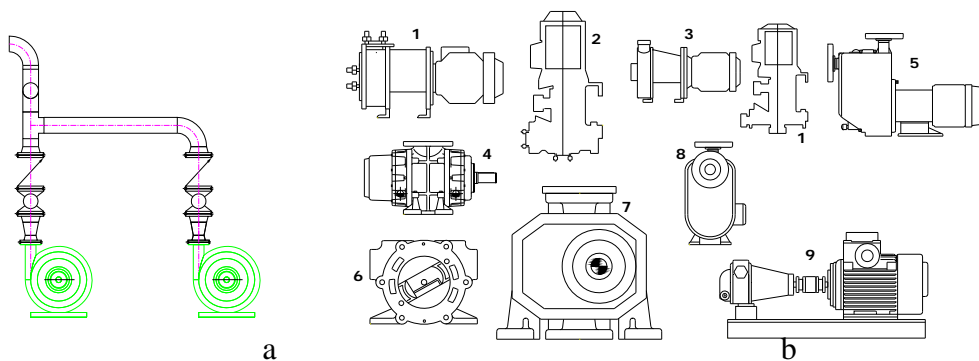


Fig. 5. Representación de bombas con el programa Cadworx (a) módulo ortogonal de Pipe 2D (b).

En el caso de los módulos que trabajan en 3D, estos programas también muestran un conjunto de selección de bombas pero en la representación las dibujan de manera similar muchas veces atendiendo solo a su diseño

exterior y a los puntos de succión e impulsión. Todas hacen especial hincapié en la forma y orientación de las bocas de aspiración e impulsión, situando muchas veces bridas para las conexiones.

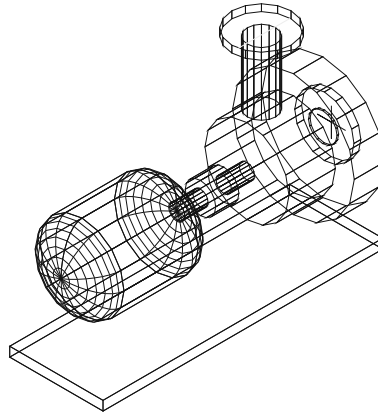


Fig. 6. Representación de una bomba 3D con CadPipe

## 5. USUARIOS

En el estudio se ha realizado analizando planos de tuberías de empresas de diferentes sectores relacionados con la química, empresas petroquímicas, fábricas de bombas, empresas de suministro de bombas y cálculo de impulsiones, nucleares, de gestión y tratamiento de aguas,.... Los resultados muestran que aproximadamente un 50% de los diagramas P&ID sólo utilizan un símbolo genérico de representación de bomba; y la diferenciación la realizan en la mayoría de los casos mediante la etiquetación en el listado de materiales.

En planos de instalaciones complejas para la representación de los diagramas prácticamente

el 80% utiliza los símbolos de representación PIP vinculados a tablas de especificaciones.

Para la representación de bombas en ortogonal, y 3D la diversidad es mucho más amplia, y dependerá del tipo de programa y la vinculación de este con empresas propias del sector lo que hace que sus bibliotecas sean diferentes.

En planos generales destacan las simplificaciones y ausencia de detalles a la hora de representar las bombas, a menos de que sea un plano específico donde se detalle el funcionamiento de la bomba y por lo tanto la representación detallada de la misma sea importante.

## 6. CONCLUSIONES

Se concluye que la normativa existente referente a la representación de bombas es amplia en cuanto a normativas que la tratan pero no en todos los casos esta totalmente desarrollada. La clasificación realizada por cada norma en cuanto a los tipos de bombas es diferente y esto hace que haya mas diferencias entre unas y otras.

Convendría potenciar la generación de una norma más consensuada de la que habrá que hacer una propuesta una vez aquí estudiados todos los casos y que por la extensión de esta publicación no se puede exponer. Para ello es fundamental partir de una clasificación similar del tipo de bombas, ampliándola en algunos casos.

Se debe potenciar y extender el uso de la norma que comprende la representación de bombas en

todos los programas informáticos que utilicen las mismas en sus diseños o partes del programa, haciendo diferenciación gráfica entre unos tipos y otros y fomentando que en los menús de selección aparezca siempre caracterizada con los mismos símbolos consensuados. Es necesario potenciar una normativa para la representación gráfica de bombas en 3D ya que no existe ninguna referencia a la misma. Por último es labor de los docentes potenciar el conocimiento y sobre todo la utilización de los símbolos gráficos de representación de bombas por parte de los alumnos, de manera que sepan interpretar correctamente diferentes planos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Y32.2.3-1949 *Graphic Symbols For Pipe Fittings, Valves And Piping*. ASME International, Codes & Standards.1999.
- [2] BSI BS 1553-1. *Specification for Graphical Symbols for General Engineering Part 1: Piping Systems and Plant*. ISBN 0 580 09551 7.1977.
- [3] AENOR. *Normas UNE sobre dibujo técnico*. 4ª Edición. Tomo 3. Normas Fundamentales, Recopilación de Normas UNE. Edita AENOR N.A.1997.
- [4] Béla G. Lipták. *Instrument Engineers' Handbook. Porcess control*. CRC Press. ISBN 0849310830. 2003.
- [5] MIL-STD-17B-2. Military Standard, *Mechanical Symbols for Aeronautical, Aerospacecraft, and Spacecraft Use*, Part 2. 1995.
- [6] James M. Lafferty. *Foundations of Vacuum Science and Technology*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-17593-5. 1998
- [7] Roy A. Parisher; Robert A. Rhea. *Pipe Drafting and Design*. Editorial Gulf professional Publishing. 2ª Edición. 2000.
- [8] Bernardo Martín Hernández. *Manual de tuberías*. Editor Bernardo Martín Hernández. ISBN: 84-605-0533-2. 1994.
- [9] Coade, Cadworx. *Plant Session Suite*. Engineering software. 2006.