

# Materiales empleados y técnicas de mecanizado y conformado.

## Caso práctico

**Nerea** y **Roberto** están deseando comenzar a trabajar los contenidos del módulo "Procesos de Montaje de Instalaciones", pues consideran que éste es uno de los pilares en los que se basará su quehacer profesional. De hecho, **Amancio**, el padre de **Roberto**, les ha asegurado que las habilidades prácticas para realizar las tareas de montaje y puesta en marcha de las instalaciones las van a adquirir con el citado módulo.



[Imagen de Werner Weisser en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

Casualmente, un amigo de **Nerea** ha comprado un caserío antiguo y está pensando en realizar una reforma de la instalación de calefacción pues dicha vivienda únicamente dispone de una cocina de leña y las habitaciones no están calefactadas. Este amigo le ha comentado que quiere realizar el montaje del circuito de calefacción por su cuenta y tiene dudas sobre qué material emplear en la instalación de tubería. Ha oído que los nuevos materiales plásticos tienen características similares al tradicional de cobre y un precio menor. De todos modos, al ponerse en contacto con los diferentes proveedores su confusión se acrecienta pues éstos le comentan las grandes ventajas de "sus" materiales frente a los competidores y no tiene claro cuál emplear en su instalación.

**Nerea** le ha comentado a **Roberto** el caso y éste le ha asegurado que los contenidos de la primera Unidad de Trabajo del módulo "Procesos de Montaje de Instalaciones" tratan esa cuestión y que pronto serán capaces de ofrecer una opinión cualificada sobre la conveniencia de uno u otro material.

**Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de  
Educación y Formación Profesional.**

[Aviso Legal](#)

# 1.- Materiales empleados en instalaciones térmicas y de fluidos.

## Caso práctico

**Nerea** y **Roberto** creen que este apartado va a ser clave para obtener una idea clara de los diferentes materiales que hay en el mercado, así como de sus ventajas y desventajas. De todos modos, muchas dudas les asaltan pues en este campo la velocidad de los cambios es tan vertiginosa que lo que hoy es un estándar puede quedar desfasado ante la optimización de las características de los materiales, sobre todo los plásticos.



[Imagen de Emilian Robert Vicol en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

De todos modos, como les ha asegurado un técnico de una empresa, lo importante es comprender cuáles son las características básicas de los distintos tipos de materiales y, con esto en mente, es más fácil elegir entre las distintas variantes específicas del mismo con ayuda de los proveedores.

¿Qué tipos de materiales nos podemos encontrar en una instalación térmica y/o de fluidos? Pues ello depende del tipo de componente al que nos refiramos y de las características que el material de dicho componente deba poseer en función de la aplicación concreta. Una instalación térmica y/o de fluidos consta de diferentes componentes:

- ✓ Circuito de distribución fluido: tuberías y accesorios.
- ✓ Elementos adicionales: soportes, aislamiento, dilatadores,...
- ✓ Elementos terminales: radiadores, fan-coils, aparatos sanitarios,...
- ✓ Elementos generadores de calor/frío (en instalaciones térmicas): caldera, unidad condensadora,...

Cada uno de estos componentes deberá estar constituido por un material que cumpla los



[Imagen de Bruno /Germany en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

requerimientos concretos que en la instalación se le exigen. Esto se podría traducir en que el material debe poseer unas propiedades físicas determinadas.

Las propiedades físicas más importantes de un material son las siguientes:

- ✓ Resistencia a la tracción (Kgf/cm<sup>2</sup>): fuerza por unidad de sección necesaria para provocar la rotura de una probeta del material sometido a fuerzas opuestas que tienden a estirarlo
- ✓ Alargamiento (%): magnitud que mide el aumento de longitud que tiene un material cuando se le somete a un esfuerzo de tracción antes de producirse su rotura.
- ✓ Dureza HB: propiedad que tienen los materiales de resistir el rayado y el corte de su superficie.
- ✓ Presión máxima admisible (bar): presión máxima a partir de la cual se producirían deformaciones en la tubería
- ✓ Coeficiente de dilatación: cociente que mide el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido experimenta un cambio de temperatura que lleva consigo una dilatación térmica.

# 1.1.- Materiales metálicos. Tuberías y accesorios.

¿Cuáles son los dos grandes grupos de materiales entre los que los instaladores se ven abocados a decidir a la hora de proyectar una instalación? Los materiales metálicos y los plásticos. En este apartado nos centraremos en los primeros. Los materiales metálicos se pueden dividir en dos grandes subgrupos: féreos (hierro y sus aleaciones) y no féreos (el resto). Estudiaremos cada uno de estos subgrupos en los siguientes apartados.

Por otra parte, en función de su empleo, dichos materiales se pueden adquirir en diferentes formatos:



[Imagen de Eugene Brennan en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

- ✓ Perfiles, empleados para la elaboración de soportes de líneas de distribución de fluidos.
- ✓ Barras rectangulares, hexagonales, cuadradas o circulares. Requieren ser procesadas mediante mecanizado, lo cual no es muy habitual en nuestro sector.
- ✓ Chapa en el caso de ser necesario el mecanizado y conformado de soportes o conductos de aire
- ✓ Tubería, mayormente empleado en la configuración de instalaciones. térmicas y de fluidos.
- ✓ Accesorios para uniones roscadas o soldadas, las cuales se verán en un apartado posterior.

## Autoevaluación

¿En qué subgrupos se puede dividir a los materiales metálicos?

Minerales.

-----

Sintéticos.

-----

Féreos.

-----

No féreos.

-----

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Correcto

## Para saber más

En el siguiente enlace podrás ampliar tus conocimientos sobre las características específicas de los materiales metálicos.

[Materiales metálicos y sus características.](#)

## 1.1.1.- Materiales férreos.

¿A qué se refiere el término férreo? Pues a aquel material cuya composición química presenta hierro. El hierro puro no se emplea en las instalaciones térmicas y de fluidos debido a que sus propiedades físicas no son buenas. Es por ello que normalmente lo encontraremos en forma de aleación férrea hierro-carbono Fe-C. A su vez, dicha aleación férrea puede subdividirse en dos grandes subgrupos, en función del porcentaje de carbono.

### Aleaciones hierro-carbono

Aleaciones Fe-C	Porcentaje de carbono
Aceros	De 0,03 a 1,67 %
Fundiciones	De 1,6 a 6,67 %

La fundición de hierro es una aleación no forjable que presenta un buen comportamiento frente a la corrosión, capacidad para absorber vibraciones y cambios bruscos de temperatura. Su uso habitual se ciñe a la fabricación de radiadores y cuerpos de calderas de agua caliente, todos ellos por procedimiento de moldeo.



[Imagen de Dyanap en Pixabay \(\(Pixabay License\)\)](#)

El acero es un material con alta resistencia mecánica a la vez que dúctil por lo que su empleo está generalizado en las instalaciones térmicas y de fluidos (tuberías, conductos, calderas, radiadores,...). Por otra parte, presenta algunos inconvenientes como:

- ✓ Facilidad de corrosión por parte del agua, por lo que precisa protección en forma de recubrimiento galvanizado, pinturas o vendas bituminosas (caso de conducciones enterradas).
- ✓ Sufre el ataque en contacto con yeso húmedo, en obra, que puede llegar a perforarlo. Por ello habrá que recubrirlo con mortero de cemento y arenas de río. Cuando vaya enterrado en obra se debe proteger con vendas bituminosas.

¿Qué tipos de acero empleamos y dónde? Principalmente, se emplean 3 tipos de aceros en nuestro sector:

- ✓ **Acero al carbono o acero negro.** Empleado principalmente en los circuitos de calefacción, pues no le afecta la temperatura del agua, y en la fabricación de soportes.



- ✓ **Acero galvanizado.** Empleado en la fabricación de conductos de aire, así como en los circuitos de suministro de agua fría y caliente. En este último caso hay que tener en cuenta que a temperaturas superiores a 60°C pierde sus propiedades. Se utiliza también en los tramos correspondientes a la red de rociadores en instalaciones de extinción de incendios al considerarse no combustible.
- ✓ **Acero inoxidable.** Se emplea en las instalaciones de industrias alimentarias y farmacéuticas además de instalaciones de agua convencionales domésticas e industriales, fabricación de calderas de condensación y conductos de evacuación de humos. Se puede utilizar también en los tramos correspondientes a la red de rociadores en instalaciones de extinción de incendios al considerarse no combustible.

## Para saber más

En el siguiente enlace podrás ampliar tus conocimientos sobre la clasificación de los aceros.

[Clasificación de los aceros.](#)

## Para saber más

Aquí encontrarás información adicional, elaborada por la [AFTA](#), referente a las tuberías y accesorios de acero que te ayudará a profundizar en su conocimiento.

[Tuberías y accesorios de acero negro y galvanizado.](#)

## 1.1.2.- Materiales no férreos – Calidades.

¿Qué te sugiere el término no férreo? Pues, por lógica, podría ser aquello que no tiene hierro en su composición química. Estás en lo cierto. Los más empleados en las instalaciones térmicas y de fluidos son el cobre, el bronce y el latón. El primero de ellos lo verás principalmente en forma de tuberías y accesorios mientras que el resto es muy empleado en la fabricación de valvulería.



[Baker v epruveti / Wikipedia Commons \(GNU/GPL\)](#)

¿Cuál es la razón de que el cobre sea considerado uno de los mejores materiales? Pues bien, he aquí algunos de los motivos:

Alta resistencia a la corrosión.

- ✓ Inalterable al paso del tiempo en características físicas y químicas.
- ✓ Alta conductividad térmica y eléctrica.
- ✓ Resistencia a las elevadas presiones.
- ✓ Mínimas pérdidas de carga.
- ✓ Facilidad de manipulación, al ser ligero, y de mecanizado y conformado.
- ✓ Resistencia al ataque de materiales empleados en construcción, con lo que es muy utilizado en instalaciones empotradas.
- ✓ Material resistente a las bajas temperaturas (empleado en inst. frigoríficas excepto en aquellas que trabajan con amoníaco).

Pero como todo, tiene sus desventajas al presentar incompatibilidad para su uso con el amoníaco además de un precio elevado.

¿En qué formatos se suministra la tubería de cobre y dónde se emplea cada uno de ellos? Pues existen dos formas de suministro: en **tiras rectas** y en **rollos**. En el primer caso, se trata de barras rectas de 5 a 6 metros de cobre duro, lo que les confiere rigidez, excelente resistencia al choque y un perfecto acabado. Este formato se emplea mayoritariamente en instalaciones de agua, gas y refrigeración en las que es necesario el tendido de grandes longitudes con mínima deformación. En el caso de los rollos, éstos se obtienen a partir del cobre duro tras conferirle un tratamiento térmico de recocido, del que se hablará más adelante. Se fabrican en longitudes de hasta 50 m y se emplean principalmente en instalaciones de agua, gas y refrigeración que precisen el trazado de recorridos irregulares o sinuosos y la adaptación al lugar en el que vayan a ser instalados.



[Imagen de D-Vu en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

Debes tener en cuenta que la designación del tubo es diferente en función de a qué sector vaya dirigido. En el caso de la tubería empleada en instalaciones de agua y gas, se rige por la norma UNE-EN 1057+A1:2010 y se designa por el diámetro exterior en mm o por el diámetro exterior y el espesor de pared, aunque hay que indicar que éste normalmente es de 1mm. En el caso de la tubería empleada en instalaciones de refrigeración y aire

acondicionado, se rige por la norma UNE EN 12735-1:2016 y se designa por el diámetro exterior en pulgadas. Hay que señalar que el tubo frigorífico se diferencia del resto por el hecho de venir taponado en sus extremos para evitar la entrada de humedad ambiental.

Además del cobre, el bronce (aleación cobre-estaño) y el latón (aleación cobre-zinc) son dos materiales, que por su fácil mecanizado y óptimas características ante la corrosión y desgaste son empleados para la fabricación de válvulas y accesorios, partiendo de producto estampado en caliente.

Por último, el aluminio se emplea principalmente para la fabricación de radiadores de calefacción.

## 1.1.3.- Materiales no férricos – Accesorios.

¿En qué tipos de accesorios se emplean los materiales no férricos? Pues veamos en cada uno de dichos materiales.

El cobre se emplea principalmente para la fabricación de los accesorios para uniones soldadas de todo tipo de instalaciones, así como en el caso de los accesorios del tipo "push-fitting" empleados en las instalaciones de agua y gas.

Por su parte, el latón se emplea para la fabricación de los accesorios para uniones mecánicas, en todo tipo de instalaciones, así como para los accesorios de "press-fitting" en las instalaciones de agua y gas.

Por último, el bronce es empleado en la fabricación de accesorios de adaptación en las instalaciones de calefacción, así como variados tipos de válvulas en todo tipo de instalaciones hidráulicas.



[Torsten Bätge / Wikipedia Commons \(CC BY-SA\)](#)



[Imagen de Eugene Brennan en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

### Autoevaluación

De entre los siguientes materiales metálicos, marca aquellos que se emplean con más frecuencia en la fabricación de accesorios.

Zinc.



Estaño.

Cobre.

Latón.

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Correcto

## Para saber más

En el siguiente enlace podrás obtener información adicional sobre el cobre, su modo de fabricación, así como su aplicación a los diferentes tipos de instalaciones térmicas y de fluidos.

[Manual de tubo y accesorios de cobre](#)

## 1.1.4.- Tratamientos térmicos empleados.

¿Qué significa el término tratamiento térmico? Pues se refiere al calentamiento de un metal o aleación en estado sólido a una temperatura definida, manteniéndola a esa temperatura por suficiente tiempo, seguido de un enfriamiento a la velocidad adecuada con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, especialmente la dureza, la resistencia y la elasticidad.

¿Cuáles son los tratamientos térmicos más habituales en el sector industrial? Principalmente, tres:



[Ichudov / Wikipedia Commons \(CC BY-SA\)](#)

- ✓ Temple: se aplica a los aceros y su finalidad consiste en aumentar su dureza y resistencia. Básicamente se calienta el material a una temperatura elevada para después enfriarlo bruscamente en un medio como agua o aceite.
- ✓ Revenido: es un tratamiento complementario al temple, aplicado también en los aceros, y cuya finalidad reside en disminuir algo la dureza del material para que aumente su tenacidad. Su diferencia estriba en la temperatura de calentamiento, así como en la velocidad de enfriamiento.
- ✓ Recocido: es el tratamiento más empleado en nuestro sector y aplicado principalmente a las tuberías de cobre. Consiste en un calentamiento a una temperatura adecuada en un horno eléctrico de atmósfera controlada y un enfriamiento posterior al aire. Hay que evitar un calentamiento excesivo del material pues éste se podría quemar con su consiguiente fragilización e inutilización para fines prácticos.

### Para saber más

En el siguiente enlace podrás encontrar información adicional acerca de los tratamientos térmicos en metales.

[Tratamientos térmicos en metales.](#)

## 1.1.5.- Corrosión – Principios y tipos.

¿Te has preguntado alguna vez por qué los materiales se "pican" y la cantidad de problemas que esto genera en las instalaciones de cualquier edificio? El fenómeno de la corrosión es uno de los principales problemas que presentan los materiales metálicos. Pero, realmente, ¿qué es la corrosión? Pues bien, es una reacción electroquímica que se da entre los metales y el medio ambiente en el que se encuentran, formándose compuestos metálicos más estables. Dicha reacción es un proceso natural e irreversible por lo que todos los procedimientos de protección están encaminados a disminuir la velocidad de las reacciones.



[Rafal Konkolewski / Wikipedia Commons \(CC BY-SA\)](#)

En las instalaciones térmicas y de fluidos, la corrosión se da en la superficie exterior de todas aquellas tuberías desprotegidas que se encuentren enterradas bajo tierra, expuestas a la atmósfera o sumergidas en el agua al mismo tiempo que en la superficie interior de aquellas que contengan agua.

Aunque existen más tipos de corrosión (corrosión a temperatura ambiente, corrosión a altas temperaturas, corrosión química) nos vamos a centrar en la **corrosión electrolytica**, la más frecuente en nuestro sector. Dicho fenómeno ocurre cuando dos metales están en contacto uno con otro y tienen diferentes potenciales electrolyticos. Cuando un metal tiene un potencial negativo tiene tendencia a desprenderse de iones positivos y se denomina ánodo. Al contrario, los que tienen potencial positivo tienen tendencia a recogerlos, son los llamados metales nobles.

Al ponerse en contacto dos metales con potencial distinto, el de mayor potencial se convierte en cátodo y el otro en ánodo. Al aumentar la diferencia de potencial entre ambos metales, aumenta a su vez la velocidad de la reacción.

¿Qué tipos de corrosión electrolytica se pueden dar en una instalación térmica y de fluidos? A continuación, se muestran las más frecuentes:

- ✓ Corrosión galvánica: contacto directo de dos metales en presencia de un electrolito como el agua. La más importante en las instalaciones convencionales.
- ✓ Corrosión erosiva: provocada por corrientes de agua aireada.
- ✓ Corrosión por tensiones: provocada por la apertura de fisuras debido a tensiones internas o externas al material.
- ✓ Corrosión por zona muerta: generada por soldaduras fisuradas que dan pie a zonas de agua con menor contenido en oxígeno.
- ✓ Corrosión por golpe de ariete: provocada por las aguas turbulentas generadas por el accionamiento brusco de las válvulas.

Hay que tener cuidado con el tendido de instalaciones mixtas en las que intervengan dos metales de diferente potencial como el cobre y el acero. Hay que separar SIEMPRE ambos tramos por medio de juntas dieléctricas, para

evitar el contacto directo y la transmisión de corriente. Además de ello, hay que tomar la precaución de poner las tuberías de diferente par galvánico en sentido ascendente en el sentido de circulación del agua.

## Debes conocer

En el siguiente enlace puedes consultar los diferentes potenciales electrolíticos de los diferentes metales.

[Potenciales electrolíticos de los metales.](#)

## 1.1.6.- Corrosión – Protecciones.

¿Cómo podríamos proteger las instalaciones frente a la corrosión? Pues bien, tenemos diferentes técnicas:

- ✓ Protección pasiva mediante ánodo de sacrificio.  
Consiste en la inserción de una pieza de material más electronegativo que el material que queremos proteger (por ejemplo, en el caso del acero es muy empleado el magnesio o el zinc) conectada eléctricamente al mismo mediante un cable conductor.  
  
Una vez realizada la instalación, el material de acero se convierte en cátodo protegido y el metal de sacrificio empieza a descomponerse. Es muy importante controlar el ritmo de consumición del ánodo para proceder a su reposición.
- ✓ Protección activa mediante ánodo de sacrificio y rectificador (Corrientes impresas).  
Consiste en la colocación de un rectificador que obliga a circular la corriente con una intensidad determinada, controlando la vida de los ánodos de sacrificio y evitando los problemas del sistema anterior.
- ✓ Recubrimientos y pinturas.  
Consiste en la deposición de recubrimientos (vitrificados, pinturas epoxy bituminosas o galvanizados), o imprimación de capas de pintura precedidas de una película de minio protector antioxidante.



[Imagen de Anni\\_mh en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

### Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

El  de sacrificio proporciona protección frente a la corrosión y, en el caso del acero, es muy empleado el  o el .

## Para saber más

En este enlace vas a obtener información adicional sobre los diferentes métodos de protección frente a la corrosión que, aunque focalizado en los acumuladores de ACS, pueden generalizarse a cualquier componente de una instalación térmica y de fluidos.

[Sistemas anticorrosivos para acumuladores de agua caliente sanitaria.](#)

# 1.2.- Materiales plásticos y compuestos. Tuberías y accesorios.

¿A qué se refiere el término plásticos y compuestos? Pues se refiere a unos materiales con unas características comunes, en cuanto a propiedades físicas y químicas, que se están generalizando en el sector de las instalaciones térmicas y de fluidos debido a sus cada vez mejores características, así como competitivos precios. Las principales características se sintetizan a continuación:



[Pxfuel](#) (Dominio público)

- ✓ baja densidad.
- ✓ Facilidad de manipulación, siendo ésta generalmente en frío.
- ✓ Inalterabilidad ante productos químicos.
- ✓ Inertes ante el contacto con diferentes fluidos sanitarios.
- ✓ Baja conductividad térmica y eléctrica, lo que evita la corrosión.
- ✓ Bajas pérdidas de carga.

La aplicabilidad de estos materiales a los diferentes componentes de las instalaciones térmicas y de fluidos es muy variada:

- ✓ Conducción de fluidos.
- ✓ Aislamiento térmico y eléctrico.
- ✓ Fabricación de elementos auxiliares de las instalaciones (bombas, soportes de tuberías,...).

Los materiales compuestos son materiales que están formados por más de un tipo de material. En nuestro sector los más empleados son los materiales multicapa que constan de un material metálico, usualmente aluminio, recubierto de una capa interior y exterior de material plástico.

En los siguientes subapartados nos vamos a centrar en los diferentes tipos de materiales plásticos empleados en la fabricación de tuberías pues éste es el campo de aplicación más importante de los mismos.

El sistema de designación de este tipo de materiales es diferente al empleado en los materiales metálicos, siendo función del binomio presión-temperatura en el que trabajará (dependiente de la aplicación) así como de la duración estimada prevista para el mismo, siendo ésta normalmente de 50 años.

**Para saber más**

En el siguiente enlace puedes obtener una visión global de las aplicaciones de los materiales plásticos y compuestos en la edificación.

[Diferentes aplicaciones de los materiales plásticos y compuestos.](#)

## 1.2.1.- Polietileno.

---

El polietileno es una materia plástica fabricada por síntesis química a partir del etileno, obteniéndose como resultado moléculas gigantes denominadas polímeros. A este polímero básico, previo a la extrusión para la fabricación de tuberías y accesorios, se le añaden aditivos cuya finalidad es mejorar la resistencia del material a los efectos de la luz y el calor.

Las principales características del material son:

- ✓ Alta inercia química, excepto a los detergentes y agentes tensoactivos.
- ✓ Flexibilidad y facilidad de manipulación, especialmente los de baja densidad.
- ✓ Incompatibilidad de uso a altas temperaturas.
- ✓ Ausencia de corrosión electroquímica.
- ✓ Afección a los rayos ultravioleta de la luz y al calor, produciéndose pérdida de resistencia mecánica y envejecimiento.
- ✓ Alto coeficiente de dilatación con la consiguiente dificultad para tender trazados largos.

Los polietilenos se clasifican según la norma UNE EN 12201:2012 en función de la Resistencia mínima exigida alcanzable con los mismos en MPa, en PE 40, PE 80 o PE100. Esta clasificación reemplaza a la anterior que era en función de la densidad (Baja Densidad-LD, Media Densidad-MD y Alta Densidad-HD). Los polietilenos que más se están generalizando en el mercado son el PE80 y PE100 debido a sus buenas características y a que no es necesaria ninguna protección frente a los rayos ultravioleta. Pese a ello, hay que tener en cuenta la disminución de la presión de trabajo con el aumento de temperatura que presentan estos materiales.

Por otra parte, la principal aplicación de estos materiales es en las instalaciones de suministro de agua fría, así como en las instalaciones de gas enterradas. El material se suministra en barras de hasta 6 m para diámetros inferiores de 75 mm y en rollos para el resto.

En cuanto a la denominación, estos tubos se denominan por el diámetro exterior en mm y la serie de la presión de servicio a la que correspondan.

Por lo que respecta a los accesorios, éstos son diferentes en función del método de unión de que se trate, es decir, uniones por electrofusión o uniones mecánicas. En el primer caso, se trata de accesorios especiales que llevan internamente una resistencia eléctrica para calentamiento por efecto Joule mientras que en el segundo caso se trata de accesorios en polipropileno con una serie de juntas tóricas. Dichos accesorios se estudiarán más en detalle cuando se expliquen los diferentes sistemas de unión en la siguiente unidad de trabajo.



[Imagen de Alexei Chizhov en Pixabay \(Pixabay License\)](#)



[Imagen de akiragjulia en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

## Autoevaluación

De entre las siguientes características, marca aquellas que se le pueden atribuir al polietileno.

Rigidez.

-----

Ausencia de corrosión Correcta.

-----

Bajo coeficiente de dilatación.

-----

No válido para alta temperaturas.

-----

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Incorrecto
4. Correcto

## Para saber más

En el siguiente enlace encontrarás un manual técnico de tuberías y accesorios de polietileno donde podrás ampliar tus conocimientos.

[Manual técnico polietileno.](#)

## 1.2.2.- PVC.

---

¿A qué se refiere ese término tan popular como es PVC? Pues dicho término, en realidad el cloruro de polivinilo, hace mención a un material sintetizado a partir del cloruro de sodio o sal común (57 %) y del petróleo o gas natural (43 %). Existe también una variedad, con adición de cloro, con mejores características, el PVC-C. Por lo tanto, podemos considerar dos clases diferentes de PVC:



[Imagen de annawaldl en Pixabay. \(Pixabay License\)](#)

- ✓ PVC-U no plastificado, regulado por la norma UNE EN 1452:2011 y aplicado en las instalaciones de agua fría.
- ✓ PVC-C, regulado por la norma UNE EN ISO 15877:2009 y aplicado en instalaciones de agua fría y agua caliente sanitaria.

Las principales características del material son las siguientes:

- ✓ Gran ligereza e incombustible.
- ✓ Baja resistencia a la radiación ultravioleta.
- ✓ Bajo coeficiente de dilatación, dentro de los plásticos.
- ✓ Reducida pérdida de carga.
- ✓ Gran resistencia a los agentes químicos y a las incrustaciones de las impurezas que puedan contener las aguas.
- ✓ Gran conformabilidad en caliente.
- ✓ Muy resistente a la cal.
- ✓ Por debajo de 0 °C y encima de los 60 °C presenta problemas de fragilidad.
- ✓ Bajo precio y facilidad de manipulación y conformado.
- ✓ El PVC-C tiene una gran estabilidad dimensional en caliente, haciéndolo apto para las instalaciones de agua caliente sanitaria.

Al igual que el resto de materiales termoplásticos, se designan por el diámetro exterior nominal en mm. y por la serie de presión de servicio que les corresponda. El material se suministra, normalmente, en barras de rígidas de hasta 5 m de longitud.

En cuanto a los accesorios, hay que señalar que son del mismo material y presentan, mayormente, dos tipologías; los que están preparados para uniones por junta elástica y los que se emplean en las uniones encoladas. Dichas uniones se describirán con mayor detalle en la siguiente unidad de trabajo.



[Imagen de cattalin en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

## Para saber más

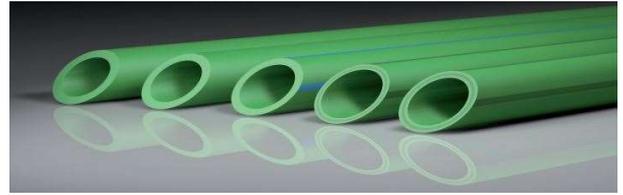
En el siguiente enlace podrás acceder a un manual técnico de tubería y accesorios de PVC para ampliar tus conocimientos.

[Manual Técnico PVC.](#)

## 1.2.3.- Polipropileno.

---

¿Qué características tiene el polipropileno empleado en las instalaciones? Pues bien, la variedad de polipropileno empleada en la fabricación de tuberías es la random PP-R. Este es un material termoplástico rígido que no admite curvaturas, por lo cual los cambios de dirección se realizan por medio de accesorios. Tiene una resistencia hidrostática aceptable, para temperaturas normales de agua fría, pero para agua caliente sanitaria a temperaturas entre  $50^{\circ}\text{C}$  y  $60^{\circ}\text{C}$  requiere de un mayor espesor, ya que su resistencia baja ostensiblemente. Está regulado por la norma UNE EN ISO 15874:2013 y sus aplicaciones van desde la fontanería a la calefacción (suelo radiante) y climatización (fan-coils).



[Aquatherm](#) (Todos los derechos reservados)

Las características más destacables son:

- ✓ Muy buena resistencia química, tanto a los ácidos como a las bases.
- ✓ Absorción de ruidos y vibraciones.
- ✓ Ausencia de corrosión e incrustaciones.
- ✓ Baja conductividad térmica, evitando condensaciones.
- ✓ Muy baja pérdida de carga.
- ✓ Elevada resistencia a la fisuración por presión y a la abrasión.
- ✓ Ligereza y fácil manipulación.
- ✓ Alto coeficiente de dilatación.
- ✓ Baja resistencia a la radiación ultravioleta.

Al igual que el resto de materiales termoplásticos, se designan por el diámetro exterior nominal en mm y su espesor, juntamente con la serie de presión de servicio que les corresponda. El material se suministra, normalmente, en barras de rígidas de 4 m de longitud.

En cuanto a los accesorios, en función del método de unión empleado, podemos distinguir los manguitos para termofusión, manguitos para electrofusión, los cuales contienen una resistencia de calentamiento, y los accesorios roscados que llevan incorporada su rosca metálica de latón. Estos componentes se comprenderán mejor cuando se expliquen los métodos de unión en la siguiente Unidad de Trabajo.



[Aquatherm](#) (Todos los derechos reservados)

## Para saber más

En el siguiente enlace podrás acceder a un manual técnico de tubería y accesorios de polipropileno.

[Manual técnico de polipropileno.](#)

## 1.2.4.- Polietileno reticulado PE-X.

---

El material PE-X se obtiene a partir del polietileno de alta densidad, sometiéndolo a un proceso de reticulación con el que se consiguen unos lazos de unión entre las cadenas de polietileno que proporcionan una elevada resistencia a la presión y temperatura. Dicho material está regulado por la norma UNE EN ISO 15875:2004 y posee una estructura molecular muy estable, de manera que su aplicación se encuentra en las instalaciones de fontanería y calefacción. Además de ello, se fabrica PE-X con barrera anti-oxígeno, indicado especialmente para las instalaciones de suelo radiante.



[Blansol](#) (Todos los derechos reservados)

Las características más destacables de este material son:

- ✓ Resistencia a temperaturas y presiones elevadas (hasta 95°C en servicio permanente y hasta 16 bares).
- ✓ Resistencia a la corrosión y ausencia de incrustaciones.
- ✓ Baja pérdida de carga.
- ✓ Memoria plástica, tras la aplicación de aire caliente recuperan su forma original.
- ✓ Alto coeficiente de conductividad.

Al igual que el resto de materiales termoplásticos, se designan por el diámetro exterior nominal en mm y su espesor, juntamente con la serie de presión de servicio que les corresponda. Por su parte, el material se suministra en forma de barras rígidas de 4-5,8m de longitud y rollos de 50m de longitud.



[Blansol](#) (Todos los derechos reservados)

En cuanto a los accesorios, al igual que con los materiales multicapa, al ser no soldable, las uniones se realizan por variados métodos de compresión, partiendo de piezas de latón o plástico polifenilsulfona. Esta cuestión se detallará más en detalle en la siguiente Unidad de Trabajo.

# Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

El  reticulado no se puede  por lo que sus uniones se realizan accesorios de .

## Para saber más

En el siguiente enlace podrás acceder a un manual técnico de tubería y accesorios de polietileno reticulado para ampliar tus conocimientos.

[Manual técnico polietileno reticulado.](#)

## 1.2.5.- Polibutileno PB.

El polibutileno se produce mediante la polimerización del butileno y es un material termoplástico de elevadas prestaciones que se emplea en instalaciones de agua potable, agua sanitaria, calefacción y climatización por agua refrigerada pudiendo soportar perfectamente la presión de diseño con temperaturas de hasta 90°C. Dicho material está regulado por la norma UNE EN ISO 15876:2017 y sus principales características se describen a continuación.



[Nueva Terrain](#) (Todos los derechos reservados)

Material inocuo apto para su empleo con fluidos alimentarios.

- ✓ Alta resistencia a las bajas temperaturas.
- ✓ Bajas pérdidas de carga.
- ✓ Alta resistencia a los agentes químicos.
- ✓ Resistencia a la abrasión.
- ✓ Buena resistencia a los rayos ultravioleta.
- ✓ Flexibilidad y facilidad de manejo.
- ✓ Bajo coeficiente de dilatación, el menor entre los plásticos.
- ✓ Bajo coeficiente de transmisión térmica.

Al igual que el resto de materiales termoplásticos, se designan por el diámetro exterior nominal en mm y su espesor, juntamente con la serie de presión de servicio que les corresponda. Por su parte, el material se suministra en rollos de 25, 50 y 100 metros (según aplicación y fabricante) y en barras de 3 a 6 metros.

En cuanto a los accesorios de este material, disponemos de tres tipos:

- ✓ Accesorios para termofusión
- ✓ Accesorios para electrofusión
- ✓ Accesorios para uniones mediante anillos de retención, de los cuales existe una variedad de patentes en el mercado



[Nueva Terrain](#) (Todos los derechos reservados)

**Para saber más**

En el siguiente enlace podrás acceder a un manual técnico de tubería y accesorios de polibutileno para ampliar tus conocimientos.

[Manual técnico de polibutileno.](#)

## 1.2.6.- Materiales multicapa.

Estos materiales se denominan multicapa porque están fabricados a base de capas alternativas de distintos materiales, entre los que intervienen por lo general, el polietileno y el aluminio. Existen dos tipos según su formación:



[Blansol](#) (Todos los derechos reservados)

- ✓ Tubo multicapa de polímero/aluminio/polietileno resistente a temperatura (PE-RT), regulado según norma UNE EN ISO 21003:2009.
- ✓ Tubo multicapa de polímero/aluminio/polietileno reticulado (PE-X), regulado según norma la misma norma anteriormente citada.

Las principales características de estos materiales son:

- ✓ Estabilidad, manteniendo la forma una vez curvado. La capa intermedia de aluminio posibilita esto, con la consiguiente reducción en el empleo de accesorios.
- ✓ Ausencia de corrosión e incrustaciones.
- ✓ Impermeabilidad al oxígeno por la existencia de la capa de aluminio.
- ✓ Reducida dilatación térmica por la existencia de la capa de aluminio.
- ✓ Mayor resistencia al fuego.
- ✓ Facilidad de manipulación y conformado.

Estos materiales se denominan por su diámetro exterior nominal, su espesor y la clase de aplicación y presión de trabajo. Por su parte, el material se suministra en rollos de 50, 100 o 200 metros (según aplicación y fabricante) y en barras de 4 a 5 metros.

En cuanto a los accesorios, al igual que con el PE-X, al ser un material no soldable, las uniones se realizan por compresión partiendo de piezas de latón. Esta cuestión se detallará más en detalle en la siguiente Unidad de Trabajo.

### Para saber más

En el siguiente enlace podrás acceder a un manual técnico de tubería y accesorios de material multicapa.

[Manual técnico multicapa.](#)

## 1.3.- Materiales aislantes.

¿Qué deben impedir este tipo de materiales? Dependiendo de los casos, la transmisión de calor y/o ruido. Para ello existe una amplia variedad de materiales que se podría clasificar en dos grandes grupos: las lanas minerales y las espumas elastoméricas y poliméricas.

### ✓ **Lanas minerales (Lana de vidrio y lana de roca)**

Son productos aislantes constituidos por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil. Están reconocidos como

aislantes acústicos y térmicos, siendo además incombustibles. Son productos naturales (arena silícea para la lana de vidrio, roca basáltica para la lana de roca) transformados mediante el proceso de producción.

Como materiales de porosidad abierta pueden retener agua líquida en su interior, por lo que deben emplearse en aplicaciones que estén protegidas del contacto directo con el agua. Su empleo está especialmente indicado para la fabricación de conductos de climatización autoportantes (tema que se abordará posteriormente en un apartado de esta UT), así como el recubrimiento de conductos de chapa galvanizada.

### ✓ **Espumas elastoméricas y poliméricas**

Son materiales aislantes térmicos cuya principal aplicación está en el aislamiento de conducciones de fluidos y sus accesorios, así como en el aislamiento de cámaras frigoríficas, bien sea de fábrica o mediante aplicación in-situ.

Los materiales más empleados en nuestro sector son los siguientes:

✓ Espumas elastoméricas de caucho sintético: muy empleadas en el aislamiento de tuberías y accesorios en dos grandes grupos de instalaciones; las de climatización y refrigeración y las de calefacción e hidrosanitarias. Los formatos más empleados son las coquillas cilíndricas y las planchas.

✓ Espuma de polietileno: muy empleada en instalaciones de calefacción e hidrosanitarias. Viene en formato coquilla.

✓ Espuma de poliuretano: muy empleado en cámaras frigoríficas. Puede venir en forma de panel sándwich de fábrica o aplicarse in-situ mediante pistola.

✓ Espumas de poliestireno extruido y expandido: muy empleado en instalaciones de refrigeración con alta humedad, así como en fabricación de paneles aislantes de cámaras frigoríficas.



[ISOVER](#) (Todos los derechos reservados)



[IDAE](#) (Todos los derechos reservados)

En el caso de estos últimos materiales es muy importante la determinación previa del espesor de aislante necesario para evitar problemas de condensación superficial o pérdidas/ganancias térmicas excesivas.

## Autoevaluación

De entre los siguientes materiales, marca aquellos que se emplean frecuentemente como aislantes térmicos.

- Espuma de polipropileno.

-----

- Espuma de polibutileno.

-----

- Espuma de polietileno.

-----

- Espuma de poliuretano.

-----

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Correcto

**Para saber más**

En el siguiente enlace podrás acceder a una guía técnica de aislamiento con espumas flexibles para ampliar tus conocimientos.

[Guía técnica de aislamiento con espumas flexibles.](#)

## 1.4.- Materiales estancos y pinturas.

¿Qué son los materiales estancos? Pues son aquellos que no permiten la fuga o difusión de un contenido al exterior ni la entrada de los elementos externos al interior. En general, es en las juntas donde se tienen que buscar soluciones de estanqueidad y donde suelen ocurrir problemas. Pero ¿qué tipo de juntas nos podremos encontrar en las instalaciones de nuestro sector? Principalmente dos, las juntas de tuberías roscadas y las juntas en conductos de aire.

En cuanto a las juntas de tuberías roscadas, los productos más empleados son:

- ✓ Cinta de PTFE o teflón.
- ✓ Pasta de teflón líquido.
- ✓ Hilo de teflón.
- ✓ Esparto.



[HENKEL](#) (Todos los derechos reservados)

Hay que decir que el esparto o estopa tradicional está dando paso a la cinta de teflón como material estanco más empleado en las instalaciones. Por otra parte, se está generalizando la aplicación en forma barra "stik" de los selladores.

Por otra parte, en cuanto a las juntas de los conductos de aire, se aplican diferentes soluciones en función del material de los mismos.

En el caso de los conductos de chapa galvanizada, se emplean las uniones engatilladas y las juntas de yeso. En el caso de los conductos fabricados en lanas minerales, se emplean la construcción con grapas, así como las cintas de papel de plata.

Los procedimientos operatorios se especificarán en la siguiente Unidad de Trabajo.

### Para saber más

En el siguiente enlace podrás obtener información adicional sobre los diferentes productos sellantes de juntas roscadas

[Características de los materiales sellantes de juntas roscadas.](#)

Las pinturas son los productos que se usan para proteger y decorar superficies. Se presentan de forma líquida o pastosa, para aplicarla según un procedimiento adecuado, de forma que se transformen en una película sólida, adherente y plástica.

Se pueden clasificar en:

- ✓ Imprimaciones o minios: tienen la función de asegurar la adherencia de las posteriores capas de pintura, así como, en los materiales metálicos, actuar como inhibidor de la corrosión.
- ✓ Capas de pintura intermedias y de acabado: son las que componen el resto del grosor del recubrimiento.

La principal aplicación de la pintura es la de recubrir las superficies exteriores de las tuberías así como la de los depósitos, bien sea exteriormente, así como interiormente, en función de la agresividad del fluido contenido.

Existen diferentes formas de aplicación de las pinturas:

- ✓ Brocha.
- ✓ Rodillo.
- ✓ Pistola aerográfica.
- ✓ Pistola sin aire o air-less.

## 1.5.- Ventajas e inconvenientes de los materiales empleados en instalaciones térmicas.

---

¿Qué material es el idóneo en la ejecución de una instalación térmica y de fluidos? Esta es una pregunta que quizá te puedas realizar, pero de difícil respuesta. Todo depende de las especificaciones técnicas del caso concreto, así como de la disponibilidad económica. Como sabes, la instalación en cuestión tendrá unas condiciones de trabajo concretas y éstas definirán cual o cuales pueden ser los materiales a emplear. En la siguiente tabla se presenta una comparativa entre los dos grandes grupos de materiales, es decir, metálicos y plásticos.

De esta tabla se pueden extraer algunas conclusiones, a pesar de que estamos hablando de un área en la que la investigación es continua y, tal vez, lo que hoy comentamos puede no ser verdadero en el futuro próximo.

Se podría decir que los puntos fuertes de los materiales metálicos son su elevada resistencia mecánica, su resistencia al fuego, su baja dilatación térmica, estandarización de accesorios y su resistencia a los rayos solares. De la misma forma sus puntos débiles estarían en la elevada densidad, necesidad de tratamientos anti-corrosión así como la resistencia a la abrasión y precio.

Por otra parte, los puntos fuertes de los materiales plásticos y compuestos son su baja densidad, su resistencia a la corrosión, baja conductividad térmica y eléctrica, facilidad de coloración y manipulación, y bajo precio. Por el contrario, sus puntos débiles son la resistencia a elevadas presiones y temperaturas, alta dilatación térmica, resistencia al fuego y resistencia a los rayos solares.

A todo lo anterior habría que añadirle la disponibilidad comercial de las dimensiones y accesorios requeridos en el material concreto, así como todo lo necesario para la ejecución de las uniones. No cabe duda de que no es una decisión fácil pues además de lo anterior éste es un mundo con innovaciones constantes y un factor como el precio que es variable con la coyuntura del momento.

### Para saber más

En el siguiente enlace podrás obtener información adicional sobre las ventajas comparativas de los materiales metálicos.

[Ventajas comparativas de los materiales metálicos.](#)

### Para saber más

En el siguiente enlace podrás acceder a una guía de tuberías plásticas en obras hidráulicas donde puedes ampliar tus conocimientos y donde se detallan las ventajas de las tuberías plásticas.

[Guía técnica de tuberías plásticas.](#)

## 2.- Mecanizado y conformado de materiales empleados en instalaciones térmicas y de fluidos.

---

### Caso práctico

Tras el estudio del primer apartado de la UT, **Nerea** y **Roberto** ya conocen las propiedades de los diferentes materiales, lo cual les da una idea de sus características. Pero, ¿cómo se realiza el mecanizado y conformado de esos mismos materiales?

**Amancio**, el padre de **Roberto**, les ha pedido que le echen una mano en el montaje

de una instalación de climatización nueva en una vivienda ya que, por motivo de enfermedad, el instalador que estaba ayudando al oficial está de baja.

**Amancio** comenta que van a ser operaciones sencillas de mecanizado y conformado de soportes, trazado y tendido de tuberías y construcción de conductos de lana de vidrio. Labores básicas. **Roberto** y, sobre todo **Nerea**, no saben si darán la talla. De todos modos, al consultar el índice de la UT, han visto que dichos contenidos se trabajan en un apartado del mismo y eso les ha tranquilizado un poco el nerviosismo.



[ISOVER](#) (Todos los derechos reservados)

¿Qué tipo de operaciones básicas de mecanizado y conformado son necesarias en el montaje de los diferentes componentes de las instalaciones de nuestro sector? Esto depende de las especificaciones del plano o de las necesidades que se nos presenten in-situ. A la hora de decidir la secuencia del proceso habrá que seguir los siguientes pasos:

1. Interpretación del plano del componente o de la necesidad concreta si es una modificación in-situ.
2. Identificación del material en bruto y realización de las operaciones de trazado necesarias para las posteriores operaciones de mecanizado y conformado, en caso de tratarse de una pieza nueva.
3. Realización de las operaciones de mecanizado y conformado con los útiles apropiados y la secuencia adecuada.

Por ejemplo, si es necesaria la realización de un agujero roscado en una pieza soporte ya existente, primero habrá que trazar y marcar la localización del mismo, luego habrá que taladrar el agujero y, por último, habrá que roscar dicho agujero.

Las operaciones de mecanizado suponen la eliminación de material y básicamente, como instaladores, las que más emplearemos serán:

- ✓ Desbaste/Acabado: limado, esmerilado, amolado.
- ✓ Corte: puede ser mediante arranque de material, cizalladura, penetración.
- ✓ Taladrado.
- ✓ Roscado.

Las operaciones de conformado, por su parte, comprenden básicamente:

- ✓ Plegado y curvado de chapas.
- ✓ Curvado, abocardado y ensanchado de tuberías.
- ✓ Construcción de conductos a partir de planchas de lana mineral.

## 2.1.- Instrumentos de medición – Regla graduada y metro flexible.

¿Qué instrumento de medición hay que emplear en una situación determinada? Todo depende de la precisión que demande dicha medición y de la apreciación del instrumento. La apreciación de un instrumento es la menor medida que se puede leer con él con exactitud. Si, por ejemplo, la medida especificada en el plano es de 28,5 cm, está claro que el instrumento tiene que tener una apreciación mayor que dicha precisión, es decir, como mínimo de 0,1 mm. En el caso de que la medida en cuestión fuese de 20 cm, el instrumento apropiado podría ser uno con una apreciación de 1mm.



Elaboración propia.

A continuación, se va a realizar la descripción de estos instrumentos, de menor a mayor apreciación.

- ✓ **Regla graduada:** instrumento destinado a efectuar mediciones con una apreciación de 1mm y, en ocasiones, de 0,5 mm. Se fabrican en acero inoxidable o duraluminio y vienen graduadas en milímetros y medios milímetros. Su longitud oscila entre los 200 y los 500 milímetros.  
A la hora de medir la distancia entre dos caras paralelas hay que poner cuidado en situar la regla perpendicularmente a ambas caras; de no ser así, la distancia medida sería mayor que la que realmente separa a ambas superficies.
- ✓ **Metro flexible:** son láminas de acero flexible que se presentan enrolladas en un eje dentro de una carcasa. Están graduados en milímetros y su longitud oscila entre los 3 y los 10 metros. Al igual que en las reglas metálicas, el cero coincide con el extremo de la cinta.

### Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

Un instrumento de medición debe tener una  como mínimo de 1  para poder medir una medida de 10 cm.

## 2.2.- Instrumentos de medición – Calibre pie de rey y micrómetro.

---

¿Es válido el empleo del metro para la medición de cualquier tipo de cota? Como ya intuirás, lógicamente, no. Existen muchos tipos de medidas, como la del diámetro de una tubería, que son imposibles de realizar con ese instrumento. Además de ello, la apreciación del metro no es suficiente para todas las mediciones lineales.

¿Qué instrumento emplearías en ese caso? Pues uno de los más empleados es el calibre pie de rey. Este instrumento permite efectuar mediciones de tres diferentes tipos de dimensiones: las exteriores de objetos colocados entre sus pinzas, la medida de dimensiones interiores y profundidades de huecos.



[Francisco Javier Martínez Adrados / INTEE \(CC BY-NC-SA\)](#)

Las partes principales del calibre pie de rey son las siguientes:

- ✓ Cuerpo: incluye la boca fija del calibre, así como la regla graduada (fracciones de pulgada en el borde superior y milímetros en el borde inferior).
- ✓ Corredera: se desliza a lo largo de la regla y dispone de una escala graduada, llamada nonio, que permite apreciar longitudes inferiores al milímetro.
- ✓ Tornillo de fijación: inmoviliza la corredera para que se mantenga la abertura del calibre.

El micrómetro es un instrumento más preciso que el calibre pie de rey (los más empleados tienen una apreciación de 0,01mm.) y, aunque existe más de un tipo, el más empleado es el de exteriores. Se fabrican, en medidas pequeñas, en intervalos de 25 a 25 mm. Es decir, el intervalo 0-100 mm. se cubre con 4 micrómetros: 0-25, 25-50, 50-75 y 75-100.



[Óscar Javier Estupiñán / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

## Autoevaluación

De entre los siguientes instrumentos de medición marca aquellos con los que sea posible realizar una medición de 10,5mm.

Regla graduada.

-----

Micrómetro.

-----

Metro flexible.

-----

Calibre pie de rey.

-----

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Incorrecto

4. Correcto

## Para saber más

En este enlace vas a obtener información adicional sobre los diferentes instrumentos de medición empleados en las operaciones de mecanizado y conformado.

[Catálogo de instrumentos de medición.](#)

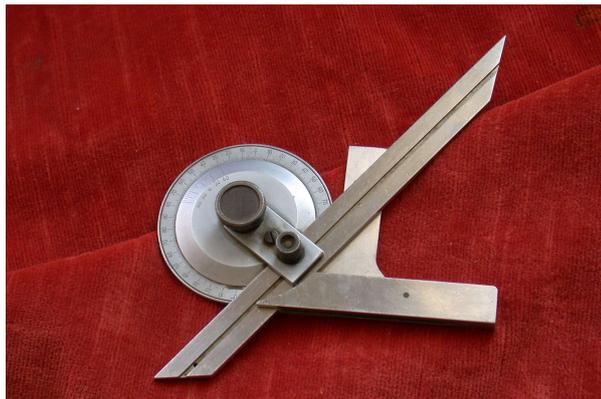
## 2.3.- Instrumentos de medición – Medición y verificación de ángulos.

---

¿Existe la necesidad, por parte del instalador, de medir otro tipo de magnitud al margen de la longitud? La respuesta es afirmativa. Un componente muy importante en el trazado de instalaciones es la medición y verificación de ángulos, ya sea en piezas o en el trazado de tuberías. Debido a ello, vamos a analizar los diferentes instrumentos de medición y verificación de ángulos empleados en nuestro sector.

La medición y de ángulos se puede llevar a cabo mediante el empleo del goniómetro.

El **goniómetro** permite medir ángulos con mayor precisión que el transportador de ángulos ya que incluye un nonio circular. De todos modos, difícilmente el técnico en instalaciones se verá en la necesidad de emplear apreciaciones más pequeñas que  $1^\circ$  y la principal ventaja de este instrumento es la posibilidad que ofrece de medir piezas que por su forma no se pueden medir con el transportador simple. La regla del goniómetro es desplazable sobresaliendo más o menos sobre el cuerpo. La medición se realiza al igual que con el transportador simple teniendo en cuenta que el cero del nonio es el que señala la medida en grados sobre la escala graduada.



[INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

La verificación de ángulos se lleva, mayormente, mediante el empleo de escuadras de precisión, así como niveles de burbuja.

La **escuadra** de precisión es un útil de medición por comparación de ángulos, consistente en una L de acero. Se utiliza colocando el ángulo de la pieza que queremos comparar sobre la escuadra, observando si algún rayo de luz pasa entre la pieza y la escuadra. Si esto ocurre, la pieza no tiene el ángulo que queremos comprobar.



Elaboración propia.

Por otra parte, el **nivel de burbuja** es una herramienta que permite determinar la existencia de varios ángulos respecto de la horizontal. Normalmente están preparados para comprobar la horizontal ( $0^\circ$ ), la vertical ( $90^\circ$ ) y la posición intermedia ( $45^\circ$ ). Tienen una burbuja que se mueve sobre un recipiente y unas líneas de límite. Si la burbuja se encuentra entre esas dos líneas el nivel es correcto, si no hay un desplazamiento.

Actualmente, la tendencia es el empleo de niveles láser que permiten establecer la horizontal en grandes distancias cara al trazado de instalaciones en edificio.



Elaboración propia.

## 2.4.- Procedimientos de trazado.

---

¿En qué consiste el trazado? Pues bien, en dibujar sobre el material en bruto las partes más relevantes de la pieza que deseamos obtener como son sus contornos, agujeros o líneas por las que hay que doblar. Para ello se emplean variados útiles de trazado, algunos de los cuales ya se han descrito en el apartado anterior.

### ✔ Puntas de trazar.

Sirven para el trazado de líneas sobre las superficies de las piezas. El modelo más sencillo consiste en una varilla de acero endurecido.



Elaboración propia.

### ✔ Reglas y escuadras.

Estos útiles ya se han descrito en el apartado anterior y su cometido es el de proporcionar un apoyo a la punta de trazar a la hora de dibujar líneas rectas o paralelas/ perpendiculares a determinadas líneas o bordes de pieza.

### ✔ Compás y granete.

El compás es un instrumento de acero templado con puntas que se pueden afilar que permite el trazado de circunferencias y arcos. Previo a su empleo hay que trazar, ayudados de los útiles antes mencionados, la posición del centro del arco.

Para marcar la posición de un punto, sea éste el del centro de un arco o la posición de un taladro, es necesario realizar una muesca ayudados del granete. Este es una barra de acero del diámetro de un lápiz acabado en punta. Para marcar el punto se golpea sobre el granete con un martillo.



Elaboración propia.



Elaboración propia.

### ✔ Gramil.

El gramil consiste en una regla graduada vertical fijada a una base de sustentación, sobre la que desliza verticalmente una corredera provista de una punta de trazar. A su vez, éste útil exige una superficie de apoyo perfectamente plana sobre la que deslizar su base pues, de lo contrario, los defectos de la superficie se trasladarían al trazado. Existen en el mercado los denominados **mármoles**, fabricados en fundición o granito, que sirven para este fin. Por otra parte, las piezas se pueden apoyar en **calzos**, que son piezas con superficies perfectamente perpendiculares entre sí, especialmente cuando hay que trazar sobre superficies cilíndricas.



Elaboración propia.

## 2.5.- Procedimientos de nivelación.

---

¿En qué consiste la nivelación? Pues en mantener una superficie, línea u objeto completamente horizontal. En la mayoría de las instalaciones hay que mantener un elemento a nivel o, por el contrario, con un determinado desnivel, para lo cual es necesario determinar la horizontal de referencia.

Existen varios métodos de comprobación de nivel:

### ✓ Nivel de burbuja

Este instrumento se ha descrito anteriormente y se emplea para la comprobación de la horizontalidad o pendiente de un determinado elemento.

Para comprobar la horizontalidad hay que colocar el nivel encima o hacer coincidir uno de sus bordes con lo que se verifica. Si el nivel está horizontal, la burbuja queda centrada entre dos marcas señaladas en la ampolla. En caso contrario, la burbuja se desplazará al punto más alto.



Elaboración propia.

### ✓ Trazado de nivel con manguera

Método empleado cuando se quiere determinar puntos distantes al mismo nivel y no se dispone de nivel láser. Consiste en llenar una manguera transparente con agua y aprovecharse del fenómeno de los vasos comunicantes por el que el agua siempre estará al mismo nivel en los extremos.

### ✓ Nivel láser

Consiste en un proyector de rayo láser que hay que colocar sobre un trípode perfectamente nivelado. En este caso, la proyección de dicho rayo marcará la horizontal. Se emplea para sacar niveles sobre grandes longitudes y es muy empleado en la actualidad.



[BOSCH](#) (Todos los derechos reservados)

## 2.6.- Procedimientos de conformado – Chapas metálicas.

---

¿Qué significa el término conformado? Pues como su nombre indica, la modificación de la forma de una pieza mediante la deformación plástica de la misma. En el caso de las instalaciones térmicas y de fluidos, dicho proceso se aplica a las chapas metálicas y a las tuberías.

Centrándonos en el primer tipo de pieza, el conformado de las chapas metálicas se lleva a cabo, en nuestro sector, mediante las operaciones de plegado y curvado.

### ✓ Plegado de chapas metálicas.

Consiste en doblar las chapas a distintos ángulos. Este proceso se puede llevar a cabo mediante el empleo de plegadoras automáticas, plegadoras manuales o manualmente en el tornillo de banco.

Plegadora automática: es una máquina que permite el doblado de chapas en frío. Dependiendo de la máquina, se pueden plegar chapas desde 0,5 hasta 20mm de espesor y longitudes de hasta 6 metros. Las partes principales de dicha máquina son:

- Bancada: parte de máquina que sostiene al resto de los elementos.
- Trancha: pieza metálica accionada por cilindros hidráulicos. En su parte inferior se encuentra el punzón, que desciende verticalmente sobre la matriz de plegado.
- Mesa: pieza metálica situada en la parte inferior de la máquina que contiene la matriz de plegado.
- Topes posteriores: permiten delimitar la distancia del pliegue al borde de la chapa.
- Mandos de accionamiento: puede ser un pulsador, una barra accionada con el pie o un pedal.

El plegado se efectúa al hacer descender el punzón sobre la matriz de doblado. Aunque el plegado más frecuente es el de ángulo recto, se pueden utilizar otros ángulos o conformaciones sustituyendo el punzón y la matriz de doblado.

Plegadora manual: es una máquina cuyo proceso es sensiblemente distinto al de la máquina anterior y limitado a chapas cuyo espesor no supere los 3 mm y cuya longitud sea inferior a 2 metros. En este caso, no existen ni punzón ni matriz. La pieza se sujeta entre dos mordazas y una tercera mordaza dobla la chapa el ángulo deseado mediante un giro ascendente que se ejecuta manualmente.

En cuanto al procedimiento operativo, éste se sintetiza en

- Introducir la chapa entre las mordazas hasta que haga contacto con el tope posterior que habremos regulado previamente para que el pliegue quede a la distancia requerida.
- Cerrar las mordazas por medio de la manivela.
- Efectuar el doblado elevando con ambas manos la mordaza giratoria.

### ✓ Curvado de chapas metálicas.



[Ángel Bravo Rincón / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

Se emplea cuando se quiere realizar una pieza de forma cilíndrica y su diámetro no existe en piezas comerciales. Las virolas son empleadas para la construcción de depósitos, calderas y tuberías no comerciales.

La curvadora está compuesta de las siguientes partes principales:

- Bancada: pieza de fundición sobre la que descansa la máquina.
- Bastidor: pieza de hierro que se apoya sobre la bancada y soporta los rodillos.
- Cilindros: tres rodillos, dos inferiores separados y uno superior colocado en medio de ambos.

Las chapas son introducidas entre los tres cilindros que, haciéndolos rodar y a base de varias pasadas, va adquiriendo la forma final.

## Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

El  y la  de la chapa metálica son los factores clave que nos permitirán apreciar si la operación de plegado puede ser llevada a cabo en la plegadora manual.

## Para saber más

En este enlace vas a obtener información adicional sobre el proceso de plegado de chapas metálicas.

[Plegado de chapas metálicas.](#)

## 2.7.- Conformado–Tuberías metálicas (Curvado).

---

¿Qué operaciones de conformado de tuberías metálicas aplican los técnicos de instalaciones? Principalmente tres: curvado, ensanchado y abocardado. Vamos a describir cada una de las operaciones y sus principales características.

### Curvado de tuberías.

Cara a eliminar el efecto de aplastamiento producido por el curvado manual en la zona de curvado, la operación de curvado de tuberías se lleva a cabo con diferentes herramientas en función del esfuerzo a aplicar durante dicha operación que es, a su vez, dependiente del tipo de material y del diámetro en cuestión. A continuación, se describirán brevemente tres herramientas empleadas para realizar dicha operación.

Muelles doblatubos: se emplean para curvar con las manos tubos de cobre recocido en diámetros pequeños (6-16 mm). El diámetro interior del muelle coincide con el exterior del tubo, evitando su aplastamiento durante el curvado, ya que el muelle lo obliga a mantener su sección circular en toda su longitud.

Hay que evitar realizar curvaturas muy cerradas ya que, en esos casos, es muy difícil la extracción del muelle una vez doblado el tubo. En caso de que esto nos ocurra, es necesario girar el muelle sobre sí mismo, como si estuviéramos desenroscándolo del tubo, ya que así se facilita su extracción.



Elaboración propia.

Curvadora de tubos manual: se emplea para el curvado de hasta 180°, tanto de tubos de cobre recocido (blando) como de tubos de cobre rígido (duro) y aceros (suave e inoxidable), en diámetros que van desde 12 hasta 22mm.

La herramienta consta de dos brazos; uno de ellos sujeta una pieza semicircular, llamada horma cuyo borde tiene una acanaladura semicircular del mismo diámetro que el del tubo. Sobre dicha acanaladura se desliza otra pieza, llamada patín, que, accionada por el otro brazo, fuerza al tubo a doblarse sobre la horma. Las acanaladuras de la horma y del patín son del mismo diámetro que el tubo evitando así su aplastamiento. Por otra parte, cuando el esfuerzo a aplicar es grande, se puede atar uno de los brazos con el tornillo de banco realizando mayor fuerza así sobre el brazo restante.

Existen, además de la anterior, otras configuraciones de curvadora manual. Tal es el caso del curvatubos múltiple, en forma de tenaza, muy empleado para el trabajo con diámetros pequeños de cobre recocido en refrigeración y las curvadoras manuales a 90°, empleadas también con materiales blando cuando el espacio de trabajo es reducido.



[Ángel Bravo Rincón / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

Curvadora de tubos eléctrica/hidráulica: se emplean cuando se quiere dar comodidad al operario, aumentar la producción de curvas o cuando la fuerza a realizar hace imposible el curvado a mano. Son máquinas idénticas a las mencionadas anteriormente excepto en el hecho de que están equipadas con un motor eléctrico que hace girar el eje por medio de una transmisión de engranajes o un cilindro hidráulico que desplaza la horma.

## 2.8.- Conformado – Tuberías metálicas (Ensanchado-abocardado).

---

¿A qué se refiere el ensanchado de tuberías? Pues a la operación que permite aumentar el diámetro interior de la tubería en uno de sus extremos para permitir la introducción de otro tubo del mismo diámetro y poder soldarlos por capilaridad. Dicha operación se lleva a cabo, normalmente, en tubos de cobre recocido. Pese a ello, es posible ensanchar tubos de cobre rígido siempre y cuando se lleve a cabo, previamente, un tratamiento de recocido.

El recocido consiste en calentar al rojo con un soplete la parte que se va a ensanchar y enfriarlo, a continuación, al aire o lentamente con un trapo húmedo.

El procedimiento de ensanchado se puede llevar a cabo con diferentes herramientas. A continuación, haremos una breve descripción de las mismas.

- ✔ **Expandidor:** herramienta que dispone de una boquilla que se introduce en el interior del tubo. Dicha boquilla, al cerrar los brazos del expandidor, se expande por efecto de un punzón cónico que separa las múltiples mordazas que la constituyen. Cada modelo viene equipado con un juego de boquillas, cada una de ellas adaptable a un diámetro de tubo.



[Ángel Bravo Rincón /INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

- ✔ **Ensanchador de husillo:** se compone de las siguientes partes:
  - **Sujetatubos:** dos piezas que, unidas entre sí por una tuerca de mariposa, contienen un conjunto de agujeros destinados a la sujeción de los tubos.
  - **Horquilla:** dispone de dos acanaladuras que permiten que, durante el ensanchado, se mantenga unida al sujetatubos.
  - **Cabezal ensanchador:** pieza que dispone de dos diámetros; uno coincide con el diámetro interior del tubo y el otro con el exterior. Son recambiables.
  - **Husillo:** va roscado en la parte superior de la horquilla y es movido por una maneta. Al girar la maneta el cabezal ensanchador se introduce en el tubo.



Elaboración propia

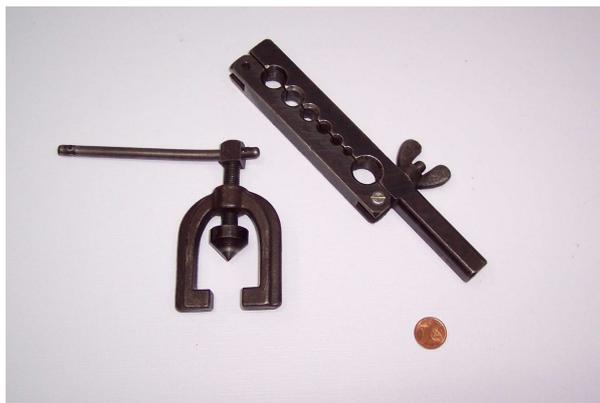
## Abocardado de tuberías.

El abocardado es una operación de conformado que consiste en expandir la punta del tubo en forma de cono a  $45^\circ$ . Dicha operación es imprescindible para realizar uniones roscadas con ajuste cónico, muy empleadas en instalaciones de refrigeración de tubo de cobre recocido.

La herramienta empleada para abocardar es el abocinador de husillo que, en la práctica, es el mismo aparato que el ensanchador de husillo. La única diferencia entre ambos es que, en este caso, se emplea un cabezal en forma de cono en lugar de las cabezas expandidoras.

El procedimiento operatorio es el siguiente:

- ✓ Cortar el tubo a la longitud deseada y quitar la rebaba.
- ✓ Introducir la tuerca en el tubo.
- ✓ Colocar el tubo en el diámetro correspondiente del sujetatubos.
- ✓ Colocar la horquilla sobre el sujetatubos y hacer girar el husillo hasta que el cabezal en forma de cono presione el tubo contra el sujetatubos y se forme el abocardado.
- ✓ Soltar el tubo del sujetatubos y comprobar que el abocardado es correcto



[Manuel Ayuso Sousa /INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

**Para saber más**

En este enlace vas a poder observar la ejecución de una operación de abocardado de tubería.

[Vídeo operación abocardado de tubería.](#)

## 2.9.- Procedimientos de mecanizado.

¿Qué tipos de operaciones de mecanizado son las que usualmente lleva a cabo un técnico de instalaciones en su práctica diaria? Pues todas aquellas que tienen que ver, principalmente, con la fabricación de piezas a partir de chapa metálica y tubo. En el caso de que hiciéramos una clasificación de los diferentes procesos de mecanizado, nos referiríamos a los siguientes:



Elaboración propia.

- ✓ Procesos de desbaste/acabado: limado, amolado y esmerilado.
- ✓ Procesos de corte.
  - Arranque de viruta: serrado y amolado.
  - Cizalladura: cizalla, tijeras para chapa, cincel.
  - Penetración: cortatubos.
- ✓ Procesos de taladrado.
- ✓ Procesos de roscado tales como la fabricación de roscas exteriores e interiores cilíndricas y el aterrajado de tubos.

Debes tener en cuenta, en este apartado, la importancia de una correcta interpretación del plano pues es esta información la que nos va a guiar sobre los diferentes procedimientos a emplear, así como su secuencia. Además de ello, es necesario realizar un trazado correcto de manera que la pieza resultante esté conforme a las cotas del plano.

En los siguientes apartados se va a realizar una descripción detallada de cada uno de los procedimientos y las máquinas y útiles necesarios en cada caso.

### Autoevaluación

**De entre los siguientes procesos operativos marca aquellos que podemos considerar como procesos de mecanizado.**

- Corte de tubería con cortatubos.

\_\_\_\_\_

- Roscado de tubería.

\_\_\_\_\_

- Abocardado.

\_\_\_\_\_

- Plegado.

\_\_\_\_\_

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Correcto
2. Correcto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

## 2.10.- Procedimientos de mecanizado – Corte por arranque de material.

---

Los principales procesos de corte por arranque de material son el serrado y el amolado. ¿Cuál es la principal diferencia entre ellos? Pues que en uno de ellos se arranca material en forma de viruta y en el otro en forma de finas partículas tras un proceso de abrasión. Vamos a analizar en detalle cada uno de estos procesos.

### ✓ Serrado.

A continuación, vamos a describir las diferentes herramientas o máquinas con las que el técnico de instalaciones puede realizar la operación de aserrado.

- **Sierras automáticas:** se emplean generalmente para el corte de perfiles y tubos. Los modelos más usuales son las sierras de cinta y las circulares o de disco.

Las sierras de cinta están formadas por una hoja de sierra metálica flexible que gira en torno a dos poleas, una de las cuales recibe la fuerza de un motor eléctrico. La pieza a cortar se sujeta en una mordaza y el corte se produce al hacer descender manualmente la sierra sobre la pieza.



[Ángel Bravo Rincón / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

Las sierras de disco o circulares tienen como elemento de corte un disco que gira accionado por un motor eléctrico. Dicho disco se hace descender al mover una palanca y la pieza se mantiene sujeta por medio de mordazas. Dependiendo del material a cortar, el disco puede ser de distinto tipo (de puntas de tungsteno, de diamante, abrasivo, ...)

En ambos casos se pueden cortar los materiales a distintos ángulos.

- **Sierra de calar:** es una máquina equipada con un motor eléctrico en la que se transforma el movimiento circular del eje, mediante un mecanismo de excéntrica, en un movimiento rectilíneo alternativo de la hoja de sierra. Hay que tener en cuenta que la hoja sobresale unos centímetros por debajo de la chapa por lo que hay que cuidar que en su trayectoria no se encuentre con la mesa de trabajo u otro obstáculo.
- **Sierra de mano:** es una herramienta que se compone de dos partes; la hoja, que es el elemento cortante y el arco, destinado a sujetar la hoja. La hoja de sierra se fabrica en acero para herramientas y tiene un agujero en cada extremo

para poder sujetarla al arco. El tamaño de la sierra queda determinado por la distancia entre los ejes de los agujeros de la hoja.



Elaboración propia.

### ✔ Amolado.

El amolado o corte abrasivo se realiza por medio de discos abrasivos que giran a gran velocidad y producen el desgaste del material a cortar. La máquina empleada para este fin es la amoladora.

Esta máquina está constituida por un motor eléctrico que transmite el movimiento a un eje sobre el que va acoplado el disco abrasivo. Dicho disco está especialmente pensado para el corte de chapas, perfiles y tubos, y, además de ser de poco espesor (1-3 mm), tiene una malla que lo hace resistente por ambas caras. El diámetro del disco depende de la potencia de la amoladora, variando éste desde 115 mm hasta 230 mm.



[Blas Rubio Ortega / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

## 2.11.- Procedimientos de mecanizado – Corte por cizalladura.

---

¿Cómo realizar un corte limpio sin arranque de viruta? Pues al igual que hacemos cuando cortamos una hoja de papel, es decir, por cizalladura. ¿Y qué es eso de corte por cizalladura? Pues el corte por cizalladura consiste en someter la chapa a dos fuerzas iguales, opuestas y paralelas. Dicho corte puede llevarse a cabo a través de tres tipos de procesos; corte con cizalla, corte con tijeras de chapa y corte con cincel. A continuación, se explicará detalladamente cada uno de ellos.

### ✓ Cizalla.

La cizalla es una máquina-herramienta empleada para el corte de chapa. Puede ser automática, accionada por motor eléctrico o manual, accionada por palanca.

La máquina, sea manual o automática, consta de los siguientes componentes:

- Cuchillas. Una superior que desciende en vertical y otra inferior que se mantiene fija.
- Pisones. Posicionados delante de las cuchillas. Efectúan presión sobre la chapa durante el corte para evitar que se doble o mueva.
- Tope posterior. Limita la longitud que se va a cortar y se desplaza bien sea automáticamente o mediante manivela.
- Tope lateral. Situado en la parte izquierda de la mesa. Es giratorio y controla el ángulo que forma la chapa con la cuchilla. Permite realizar cortes oblicuos.
- Selector de espesor de chapa. Aumenta separación horizontal entre cuchillas en función del espesor de chapa a cortar.
- Accionamiento de cuchilla. En las máquinas automáticas es por pulsador o pedal y en las manuales por palanca accionada a mano.



Elaboración propia.

El procedimiento operatorio es el siguiente:

- Comprobar el correcto funcionamiento de la máquina efectuando un corte en vacío.
- Desplazar el tope posterior a la longitud deseada.
- Regular la distancia entre cuchillas en función del espesor de la chapa.
- Colocar la chapa sobre la mesa cuidando de que haga contacto con el tope posterior.

- Accionar la cuchilla.
- Una vez finalizado el corte, extraer la chapa así como los retales que queden sobre la mesa.

#### ✔ Tijeras para chapa metálica.

Son similares a las tijeras para podar y están fabricadas en acero templado. Se emplean para cortes en chapa cuyo espesor sea inferior a 1 mm ya que el esfuerzo manual requerido es grande.

#### ✔ Cincel o cortafríos.

Es una herramienta empleada para el corte de chapa por medio de golpes de martillo y consiste en una barra de acero templado que tiene un extremo plano y afilado para cortar la chapa y el otro extremo para recibir los golpes del martillo.



Elaboración propia.

En el procedimiento operatorio, es importante sujetar la pieza en el tornillo de banco de manera que el trazo de corte quede en posición horizontal, a la misma altura que el borde superior de las mordazas.

## Para saber más

En este enlace vas a poder tener acceso a información sobre los productos de los diferentes fabricantes de cizalladoras.

[Fabricantes de máquina-herramienta.](#)

## 2.12.- Procedimientos de mecanizado – Corte por penetración.

---

¿Cuándo hablamos de corte por penetración? Pues cuando un objeto en forma de cuña se introduce en la superficie de una chapa produciendo una huella que se irá haciendo más profunda a medida que penetra el objeto. Cuando la huella alcance la cara opuesta de la pieza se considera que se ha producido el corte.

### ✓ **Cortatubos.**

El cortatubos es una herramienta que trabaja conforme a este principio y su uso está generalizado en el sector de las instalaciones. Dicha herramienta consta de una cuchilla circular y unos rodillos giratorios. El tubo se sitúa entre la cuchilla y los rodillos durante el corte. La cuchilla va montada en un vástago que se desplaza perpendicularmente al eje del tubo por la acción de un pomo. Existen diferentes tipologías de cortatubos diferenciándose aquellos empleados para materiales blandos (cobre, latón, plástico) de los empleados para materiales duros (acero).



[Ángel Bravo Rincón / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

El procedimiento operatorio es el siguiente:

- Marcar el lugar en el que realizaremos el corte con lápiz o rotulador.
- Abrir el cortatubos y colocar el tubo entre los rodillos y la cuchilla. Seguidamente cerrar hasta que la cuchilla haga contacto con el tubo sobre la marca efectuada.
- Seguir girando el pomo hasta que sintamos una ligera resistencia (media vuelta, aproximadamente).
- Sujetando firmemente el tubo con una mano, girar el cortatubos una vuelta completa a su alrededor. Repetir el proceso hasta que se complete el corte.

En el caso de los tubos de acero, es necesario fijar el tubo en una mordaza especial y lubricar con aceite mientras se ejecuta el corte.

### ✓ **Tijeras cortatubos de plástico.**

Las tijeras cortatubos disponen de una cuchilla inoxidable en forma de V que realiza el corte por penetración en el material del plástico. Están indicadas para el corte de tubos de plástico en diámetros inferiores a 50 mm.



[Ángel Bravo Rincón / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

Hay que tener en cuenta que el cortatubo genera una rebaba en la cara interior del corte. Es por ello que ha de realizarse siempre una operación de escariado para eliminar dicha rebaba, evitando así que se generen problemas en las posteriores operaciones de conformado y unión de los tubos. Los escariadores más empleados son los mostrados en las figuras adjuntas.



[Ángel Bravo Rincón / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

## Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

Los procedimientos de corte por penetración requieren la realización posterior de una operación de  para eliminar las  generadas en la sección del corte.

Enviar

## 2.13.- Procedimientos de desbaste/acabado.

---

¿Cuáles son los procedimientos de desbaste/acabado? Pues aquellos que se emplean para rebajar las dimensiones de las piezas metálicas (desbaste) y darles una mejor apariencia y calidad superficial (acabado). Las técnicas más empleadas en el sector de las instalaciones son el limado, el amolado y el esmerilado. Dichas técnicas se van a analizar detalladamente a continuación.

### ✓ **Limado.**

La operación de limado se realiza con la herramienta denominada lima. El útil está fabricado en acero para herramientas, templado. Por otra parte, dispone de un mango de madera o plástico para poder manipularlo.

Las características que definen a una lima son:

- **Tamaño:** longitud entre punta y talón en milímetros.
- **Forma:** sección transversal de la lima. En función de la superficie a mecanizar se elegirá una u otra.
- **Grado de corte:** basta, entrefina o fina. Ello está en función del tamaño de los dientes de la lima. Las bastas se emplean en el desbaste y las finas en operaciones de acabado.



Elaboración propia.

En cuanto al procedimiento operatorio, hay que tener en cuenta que, al igual que con las sierras de mano, las limas mecanizan sólo hacia delante, por lo que durante el limado debemos ejercer presión sólo en el movimiento de avance. Durante el movimiento de retroceso, la lima se desliza sin presión.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que las limas, sobre todo al trabajar con materiales blandos, tienden a "embotarse" con lo cual hay que pasarlas con un cepillo de cerdas metálicas con cierta frecuencia.



Elaboración propia.

### ✓ **Amolado.**

El amolado se ha mencionado anteriormente en el apartado de operaciones de corte de materiales, por lo que en este apartado se van a comentar sus especificidades cuando dicha máquina se emplea en el desbaste de materiales (eliminación de rebabas en los bordes de chapas metálicas, preparación de piezas para soldadura, ...).

La única variación consiste en el hecho de que el disco a emplear debe ser un disco de desbaste, más grueso que los de corte. Por otro lado, hay que tener en cuenta que dichos discos presentan una malla en la cara opuesta a la de uso, por lo que sólo tienen una cara de trabajo.

### ✓ **Esmerilado.**

El esmerilado es un proceso de desbaste de materiales que, mayoritariamente, se emplea para el afilado de herramientas de corte como cinceles, brocas, puntas de trazar o granetes.

Dicho proceso se lleva a cabo en una máquina denominada electroesmeriladora, la cual consta de un motor al que se le ha acoplado una muela esmeril a cada lado. La muela está hecha con granos de abrasivo unidos con un aglomerante.



Elaboración propia.

## 2.14.- Procesos de taladrado.

---

El taladrado es uno de los procesos básicos de mecanizado que se emplea para realizar agujeros sobre distintos materiales. Antes de nada, ¿cuál es el elemento que corta el material en la operación de taladrado? Pues éste es la broca. Seguro que has oído alguna vez este término porque lo has visto a tu alrededor en cualquier operación de reparación o de bricolaje que se haga en casa.

La broca es la herramienta que efectúa el mecanizado del agujero. Consiste en una pieza metálica cilíndrica con un extremo afilado para facilitar la penetración y dos acanaladuras en forma de hélice por las que se evacúa el material desprendido. El extremo superior de la broca es cilíndrico o cónico para permitir su sujeción al portabrocas o directamente al eje de la máquina.

La geometría de las brocas es similar a la de los dientes de sierra y, por ello, cortan en un solo sentido de giro, que es el de las agujas del reloj. Existen diferentes variantes dependiendo del material al que se apliquen (madera, metal duro y acero).



Elaboración propia.

¿Qué elemento hace girar a la broca? Pues la taladradora. ¿Qué tipos de taladradora se emplean por parte del técnico instalador? Pues la taladradora portátil para trabajos in-situ en instalaciones y la taladradora de mesa en el taller de mecanizado.

### ✔ Taladro portátil

Es una máquina que incluye un motor que, por medio de engranajes, transmite movimiento giratorio al eje de trabajo en el extremo del cual se halla el portabrocas en el que va amarrada la broca. Dicho motor puede ser alimentado por la corriente de red o por baterías recargables.



Elaboración propia.

### ✔ Taladradora de mesa

Es una máquina fija en la que la transmisión del movimiento al eje se puede llevar a cabo por engranajes o por correa de transmisión y cono de poleas.



Elaboración propia.

## Para saber más

En este enlace vas a obtener información más detallada sobre el proceso de taladrado.

[Información adicional sobre el proceso de taladrado.](#)

## 2.15.- Procedimientos de roscado – Tipos de roscas.

---

¿Te has fijado alguna vez en la instalación de calefacción de tu casa? Probablemente disponga de radiadores unidos por 2 puntos a unas tuberías. ¿Qué elementos de unión emplean para ese cometido? Pues elementos roscados al igual que en la instalación de agua. La rosca es un elemento básico de unión y, si bien la mayoría de ellas vienen realizadas de fábrica, muchas veces es necesario fabricar las roscas en las tareas de montaje de instalaciones.



Elaboración propia.

### ✓ Tipos de roscas y características.

Una rosca puede definirse como una acanaladura helicoidal tallada en una superficie cilíndrica. La rosca puede ser exterior, como en el caso de los tornillos, varillas roscadas, etc., o interior, como en el caso de las tuercas o los agujeros roscados. La forma de dicha acanaladura da lugar a distintos tipos de rosca: triangular, trapecial y redonda.

En el sector de las instalaciones, las roscas más empleadas son las de perfil triangular. Sus principales características son:

- Diámetro nominal: diámetro exterior de la rosca que define su tamaño
- Paso: distancia entre dos crestas consecutivas de la rosca, medida en la dirección del eje del tornillo
- Angulo entre flancos: ángulo que forman entre sí las caras de la acanaladura de la rosca

Dentro de las roscas de perfil triangular, los tipos más empleados son las roscas métrica y whitworth, en el caso de los elementos de unión, y la rosca gas whitworth en el caso de las uniones de tubos y accesorios.

- Rosca métrica: tiene un ángulo entre flancos de  $60^\circ$  y todas sus dimensiones se expresan en mm. Su denominación es con una M mayúscula seguida de su diámetro nominal expresado en milímetros. Por ejemplo, M6 indica que se trata de una rosca métrica de 6 milímetros de diámetro nominal.
- Rosca Whitworth: tiene un ángulo entre flancos de  $55^\circ$  y todas sus dimensiones se expresan en pulgadas. Se denomina con su diámetro expresado en pulgadas. Por ejemplo, la expresión  $\frac{1}{2}$ " indica una rosca whitworth de media pulgada de diámetro nominal.
- Rosca gas Whitworth: se emplea en los tubos de acero roscados y en la mayoría de accesorios de unión empleados en instalaciones. Su perfil es el mismo que el de la rosca Whitworth pero su diámetro nominal corresponde con el diámetro interior del tubo, aunque la diferencia entre ambos es notable. Existen dos variantes: la rosca cilíndrica y la cónica. Esta última permite mayor estanqueidad pues el diámetro va aumentando a medida que penetra el accesorio. Su denominación es con la letra R mayúscula seguida de su diámetro nominal expresado en pulgadas. Por ejemplo, R  $\frac{1}{2}$ " significa una rosca gas Whitworth de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro nominal.

# Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

En las roscas convencionales, tales como la métrica y Whitworth, el diámetro nominal de la rosca coincide con el diámetro  de la misma, mientras que en la rosca gas Whitworth corresponde con el diámetro  del tubo.

Enviar

## 2.16.- Procedimientos de roscado – Tornillos y agujeros roscados.

---

¿Cómo se fabrican las roscas de los ejes o de los agujeros roscados? He ahí componentes de nuestra vida diaria que también son necesarios para nuestra actividad profesional. Pues bien, el proceso, según se describirá a continuación, es diferente para uno u otro.

### ✓ **Fabricación de roscas exteriores para tornillo.**

Las roscas exteriores se mecanizan manualmente utilizando un útil denominado terraja. Tiene forma cilíndrica con un agujero central en el que se encuentra tallada la rosca que mecaniza. Cada terraja sólo mecaniza un tipo de rosca.

Las terrajas están fabricadas en acero HSS y se identifican por su diámetro exterior y la rosca que mecanizan, datos que figuran grabados en una de sus caras. Para manejar la terraja se precisa de un portaterrajas que es un útil provisto de un alojamiento para sujetar la terraja y unos brazos que facilitan realizar a mano los giros necesarios para el mecanizado.



Elaboración propia.

El mecanizado de la rosca se realiza sobre una varilla o perfil redondo cuyo diámetro exterior ha de coincidir con el nominal de la rosca. Por ejemplo, para mecanizar una rosca M6 emplearemos una varilla de diámetro 6. El procedimiento es el siguiente:

- Realizar un chaflán en el extremo de la varilla para facilitar la introducción de la terraja, bien sea en la esmeriladora o con la lima
- Sujetar la varilla firmemente en el tornillo de banco en posición vertical
- Colocar la terraja en el extremo de la varilla ejerciendo presión hacia abajo al tiempo que se efectúa un giro hacia la derecha (sentido horario). Hay que comprobar que la terraja está horizontal forzando, en caso necesario, su posición para corregir la colocación.
- Una vez que la terraja esté en la posición correcta, continuar el mecanizado de la rosca. Para ello giraremos la terraja media vuelta en sentido horario y a continuación un cuarto en sentido antihorario permitiendo de esta manera que se desprendan las virutas originadas en el corte. Lubricar la operación periódicamente con aceite.

### ✓ **Fabricación de roscas interiores.**

Las roscas interiores se mecanizan manualmente empleando unos útiles denominados machos de roscar. Se fabrican en acero HSS y llevan grabado en su cuello la rosca que mecanizan. Para poder girar a mano los machos se necesita un giramachos. Este está provisto de unas mordazas que se cierran sobre el extremo superior del macho, que es de forma cuadrada para facilitar la sujeción.



Elaboración propia.

Para mecanizar una rosca se necesita un juego de tres machos, los cuales tallan de forma progresiva la rosca en la superficie interior del agujero. Los tres machos se introducen en orden sucesivo. Para identificar este orden el primer macho lleva una raya tallada en el mango; el segundo lleva dos y el tercero puede llevar tres o ninguna.



Elaboración propia.

El procedimiento de roscado es el siguiente:

- Introducir el primer macho en el agujero al tiempo que hacemos presión hacia abajo y efectuamos un giro en sentido horario
- Continuar el tallado dando media vuelta en sentido horario y, seguidamente, un cuarto en sentido antihorario para desprender las virutas formadas en el corte. La operación se lubrica con aceite.
- Una vez introducido el primer macho, repetir la operación con los otros dos en orden sucesivo.

## 2.17.- Procedimientos de roscado – Roscas de tubo.

¿Cómo hacer posible la unión roscada de tuberías de acero galvanizado? Pues, como es lógico, mecanizando el perfil de la rosca en la tubería de manera que el accesorio pueda roscarse sobre la misma. ¿Y cómo se lleva a cabo esto? A continuación, se realiza una breve descripción.

La fabricación de roscas de tubo precisa del empleo de terrajas de diferentes características a las empleadas en las roscas para tornillos. El cuerpo de la terraja es de fundición y lleva instalados en su interior los peines, de acero HSS, destinados al tallado de la rosca. Además de ello, en su exterior, dispone de ranuras para el accionamiento. El accionamiento puede ser manual mediante un girador o bien automático mediante una máquina. El girador manual tiene un dispositivo de carraca para que efectúe el giro en un solo sentido, patinando en sentido inverso; el sentido de giro puede invertirse a voluntad. En las máquinas de roscar el sentido se invierte mediante un interruptor.



[Ángel Bravo Rincón / INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

Por otro lado, los peines pueden ser extraídos para ser cambiados por otros nuevos cuando se deterioren por el uso.

El procedimiento de roscado manual es el siguiente:

- ✓ Sujetar el tubo en una mordaza especial para tubos.
- ✓ Colocar el girador en la terraja e introducir la terraja en el tubo por la parte que no tiene peines de rosca. Esta parte es cilíndrica y ajusta en la superficie del tubo, quedando la terraja perfectamente colocada para iniciar la rosca.
- ✓ Iniciar el mecanizado haciendo presión sobre la terraja hacia el tubo, al tiempo que giramos el girador en sentido horario (tener en cuenta la posición del inversor de giro). Una vez que notemos que la terraja ha agarrado, podemos seguir girando la terraja hasta completar el mecanizado.

Es importante lubricar la operación con aceite.

### Autoevaluación

De entre los siguientes útiles de mecanizado marca aquellos que se emplean en los procedimientos de roscado.

Macho.

\_\_\_\_\_

Terraja.

\_\_\_\_\_

Cortatubos.

Lima.

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Correcto
2. Correcto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

## 2.18.- Trazado y construcción de conductos de aire a partir de paneles de lana de vidrio – Conducto recto.

---

El trazado, corte y construcción de conductos de fibra requiere unas técnicas específicas para obtener unos productos adecuados a su función, duraderos y estéticos, que describiremos a continuación.

El material base para la construcción de dichos conductos consiste en planchas de fibra mineral de 3 metros de largo por 1,20 metros de ancho. Su espesor es de 20 a 25 mm. La fibra está aglomerada con una resina que le confiere rigidez y una lámina de refuerzo que puede ser de papel o de aluminio (papel plata).



[ISOVER](#) (Todos los derechos reservados)

A la hora de realizar el trazado de una red de conductos hay que establecer una diferenciación entre los conductos rectos y las figuras. Los conductos rectos son, como su nombre indica, los tramos de conducto en los que no hay ninguna bifurcación y se montan por el método del tramo recto. Por otra parte, las figuras son elementos constructivos que suponen cambio de dirección o bifurcación o cambio de sección en la red de conductos. Estos se realizan por el método por tapas, aunque algunas de ellas es posible realizarlas también con el método del tramo recto.

Hay que señalar que los fabricantes de panel, que coinciden con los fabricantes de herramientas de corte, establecen criterios propios y denominaciones de colores para las herramientas que a veces no coinciden entre sí. En este apartado daremos a conocer las figuras más sencillas que se presentan en las instalaciones.

Para realizar los cortes en las planchas, utilizaremos las herramientas apropiadas; existen juegos de cuchillas que realizan cortes estándar en los paneles y juegos que los fabricantes recomiendan para el uso con sus paneles. Es más, cada cuchilla está marcada con un color para simplificar el proceso de elección de la misma durante su construcción.

Los conductos se unen mediante grapas metálicas realizadas con una grapadora especial. Las grapadoras para conductos de fibra suelen ser manuales o mediante aire comprimido. Las grapas se abren hacia los lados dentro de la fibra.

### ✔ Conducto recto

Un conducto recto fabricado por el método del tramo recto se realiza partir de plancha en una pieza. En el caso de que las dimensiones del conducto fuesen superiores a las obtenibles con el ancho de una plancha habría que fabricarla en 2 ó incluso 4 piezas,

empleando el método por tapas. Hay que tener en cuenta que los cantos pueden ser, en función del fabricante:

- Canto en V.
- Canto en media madera.

## 2.19.- Trazado y construcción de conductos de aire a partir de paneles de lana de vidrio – Figuras.

---

¿Cómo es posible la fabricación de las distintas figuras que conforman una red de conductos? Pues esto es lo que se describirá, para las figuras más frecuentes, a continuación.

- ✓ **Curvas 90°:** ésta figura se puede hacer por el método del tramo recto o el de tapas  
Método de tapas: consiste en realizar dos pares de piezas. Por una parte, 2 tapas que corresponderían a las caras superior e inferior de la figura y 2 paredes o caras laterales, una exterior y otra interior. Juntando las 4 partes conseguiríamos completar la figura.

Método del tramo recto: consiste en construir un tramo de conducto recto y tras realizar sendos cortes, formar, pegar a tope y encintar la curva de 90°. La cola empleada es especial para las uniones de fibra. El encintado hay que realizarlo apretando fuertemente las caras y hay que dejar reposar un tiempo para que el adhesivo se seque.

- ✓ **Derivación**  
La derivación es la figura que permite que parte del caudal se desvíe hacia la derecha o la izquierda, mientras el resto del caudal continúa recto. Su fabricación se puede llevar a cabo por el método por tapas o el método del tramo recto.
- ✓ **Pantalón**  
El pantalón puede considerarse como el caso de una derivación, pero en que un brazo de salida gira 90° a la derecha y el otro gira 90° a la izquierda. Su realización es similar a la de la derivación y se puede realizar por ambos métodos.
- ✓ **Reducción**  
La reducción es un cambio en la sección del conducto y se emplea para adaptar el caudal de aire y la velocidad a las características de la instalación. Esta es la única figura que sólo permite el método por tapas para su fabricación.

### Debes conocer

En el siguiente enlace podrás acceder a una serie de vídeo donde verás cómo se realiza de manera práctica el trazado y construcción de conductos.

[Vídeos trazado y construcción de conductos.](#)

# Autoevaluación

La única figura cuyo montaje debe ser realizado empleando el método por tapas es la .

## 2.20.- Medidas de seguridad en operaciones de mecanizado y conformado.

---

La ejecución de los diferentes procesos de mecanizado y conformado descritos en la presente Unidad de Trabajo conlleva unos riesgos de accidente que deben ser tenidos en cuenta. La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece que es necesario el análisis de los riesgos existentes en los diferentes procesos, así como, en el caso de no poder eliminar dichos riesgos, el establecimiento de medidas preventivas frente a los mismos. Los Equipos de Protección Individual (EPIs) son la solución frecuente para aminorar los riesgos inherentes a los diferentes procesos.

A continuación, se van a citar los riesgos más frecuentes además de indicar los procesos de mecanizado y conformado en los que se presentan y las medidas preventivas a tomar en cada caso.

### ✓ Cortes y/o quemaduras

Este riesgo se puede presentar en los procesos de conformado de chapa metálica (plegadora, curvadora) así como en la práctica totalidad de procesos de mecanizado (aserrado con sierra automática, limado, esmerilado, amolado para corte y desbastado, corte de chapa bien sea con cizalla, tijeras o cincel, taladrado).

Medida preventiva: empleo de guantes.

### ✓ Proyecciones de objetos y/o fragmentos

Este riesgo se puede presentar en la práctica totalidad de procesos de mecanizado mencionados en la Unidad de Trabajo (aserrado con sierra automática, esmerilado, amolado para corte y desbastado, corte de chapa bien sea con cizalla, tijeras o cincel, taladrado).

Medida preventiva: empleo de gafas protectoras.

### ✓ Atrapamientos y enganches

Este riesgo se puede presentar en diversos procesos tales como el conformado de chapas con plegadora, aserrado con sierra automática, corte de chapa con cincel, esmerilado, amolado o el taladrado.

Medida preventiva: en el caso de la plegadora, evitar el trabajo con piezas de dimensiones muy pequeñas de manera que el punzón y la matriz no puedan atrapar las manos del operario. En el caso del corte de chapa con cincel, poner una protección de goma en el cincel que cubra la parte superior de la mano. En el resto de procesos, evitar llevar sueltos cinturones, mangas, pulseras, etc. así como, en el caso de tener cabello largo, recogerlo mediante una cinta.

## Para saber más

En este enlace vas a obtener información sobre multitud de aspectos relacionados con la seguridad y salud laboral.

[Seguridad y salud laboral del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.](#)

# Anexo I.- Tipología de aceros empleados en instalaciones térmicas y de fluidos.

---

## **Acero sin recubrimiento (Acero negro).**

Los diferentes formatos de acero se fabrican por procesos de laminación y/o extrusión a partir de productos semielaborados de colada. En el caso de las tuberías empleadas en nuestro sector, éstas se fabrican a partir de banda de acero laminada en caliente con soldadura longitudinal y conforme a la norma UNE EN 10255:2005+A1:2008.

El acero negro es un acero al carbono común sin ningún tipo de tratamiento antioxidante ni anticorrosivo.

Por lo que respecta a la oxidación atmosférica, la única manera de protegerlo es mediante la aplicación de una capa de pintura. Por lo que respecta a la corrosión, cuando va en contacto directo con el suelo se recubrirán con vendas bituminosas y cuando, en obra, vayan en contacto con yeso húmedo se recubrirán con mortero de cemento y arenas de río.



Elaboración propia.

Hay que decir que a pesar de resistir bien las temperaturas altas de los fluidos no es apto su uso en instalaciones higiénicas por lo que está prohibido su uso en instalaciones de agua potable. Por lo que respecta a las instalaciones de refrigeración o calefacción, al ser circuitos cerrados sin exigencias específicas de higiene, no hay un aporte continuo de fluido, por lo que, si bien en un principio se crea una fina capa de óxido, esta se estabilizará y su empleo no presentará ningún inconveniente. Sin embargo, en el caso de que el fluido sea ácido ( $\text{Ph} < 7$ ) será necesario realizar un tratamiento previo del mismo.

Por lo que respecta a los accesorios, tanto para las uniones roscadas como para las uniones por compresión mecánica y de accesorio ranurado, se fabricarán en fundición maleable. Dichas uniones se estudiarán en profundidad en la unidad de trabajo PMI02.

Unión roscada: acoplamiento entre rosca exterior cónica (macho) e interior cilíndrica (hembra).

Unión por compresión mecánica: cuerpo base y tuerca de apriete (en fundición maleable) ensamblados a través de elementos de adaptación interna (junta elastomérica, arandela y anillo metálicos).

Unión mediante extremos ranurados: requieren de tubos ranurados en sus extremos, así como accesorios ranurados especiales y juntas de estanqueidad adecuadas.

## **Acero galvanizado.**

Este tipo de acero se emplea, principalmente, para la fabricación de tuberías. Dichas tuberías son tuberías de acero soldadas longitudinalmente y protegidas interior y exteriormente con un recubrimiento galvanizado (inmersión en baño de zinc caliente), capa que tiene un espesor medio equivalente a 55 micrómetros, conforme a la Norma UNE EN 10240:1998.

Este recubrimiento tiene la misión de proteger la tubería contra oxidaciones y corrosiones, asegurando así las propiedades del agua que recorre el circuito. La tubería de acero

galvanizado se fabrica en formato de tiras rígidas de 5 ó 6 metros de longitud, pudiendo curvarse en frío mediante el empleo de curvadoras eléctricas.

Tiene un punto de fusión muy alto (1540 °C), característica que los hace insustituible en instalaciones contra incendios y en todas aquellas donde exista un riesgo potencial de incendio o explosión (aparcamientos, sótanos donde se almacenen materiales combustibles, ...)

## Propiedades de los aceros negros y galvanizados

Propiedades	Acero negro/Acero galvanizado
Resistencia a la tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )	5000
Alargamiento (%)	22
Dureza HB	140
Presión máxima admisible (bar)	258
Coefficiente de dilatación x 10 <sup>-6</sup> (°C <sup>-1</sup> )	11,6
Punto de fusión (°C)	1540
Temperatura máxima de trabajo en continuo	95°C
Presión máxima de trabajo en continuo	20 bar

Las tuberías, tanto de acero negro como galvanizado, se designan por el tamaño de la rosca gas con la que vienen mecanizadas sus extremos. En la tabla adjunta se señalan las diferentes dimensiones según norma UNE-EN 10255:2005+A1:2008.



Elaboración propia.

Por lo que respecta a los accesorios, se emplean los mismos indicados para el apartado de acero negro con la salvedad de que deben venir protegidos con un recubrimiento galvanizado cuya capa de zinc tiene un espesor equivalente a 70 micrómetros.

### **Acero inoxidable.**

Este tipo de acero se emplea principalmente, en nuestro sector, para la fabricación de tuberías, así como de conductos de humos y cuerpos de calderas de condensación (por su compatibilidad con los gases corrosivos).

El acero inoxidable es un acero aleado con un porcentaje mínimo de cromo (+/- 10 %). El cromo aporta a la aleación la cualidad de resistencia a la corrosión, ya película de óxido de cromo. Las tuberías de este material se fabrican en dos series:

- ✓ AISI 304, conocida como 18/8.
- ✓ AISI 316, conocida como 18/8/2.

La diferencia entre ellas está en el porcentaje de los diferentes componentes químicos. La serie 304 incorpora un 18 % de cromo y un 8 % de níquel, mientras que la 316 incluye un componente llamado molibdeno que eleva la resistencia a la oxidación y corrosión. Actualmente, se está generalizando el uso de la serie AISI 316, norma UNE EN 10312:2003, por su mejor comportamiento en todo tipo de ambientes y aguas.

Las tuberías de acero inoxidable se fabrican en tiras rígidas de 5 ó 6 metros de longitud, pudiéndose curvar en frío mediante el empleo de curvadoras eléctricas.

### Propiedades del acero inoxidable

Propiedades	Acero inoxidable
Resistencia a la tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )	76,7
Alargamiento (%)	48,2
Dureza HB	190
Presión máxima admisible (bar)	100 aprox.
Coefficiente de dilatación x 10 <sup>-6</sup> (°C <sup>-1</sup> )	1,73
Punto de fusión (°C)	1400
Temperatura máxima de trabajo en continuo	95°C
Presión máxima de trabajo en continuo	16 bar

Las dimensiones de las tuberías de acero inoxidable se designan en mm y corresponden a la medida del diámetro exterior de la misma, siendo el diámetro interior distinto en función de la serie empleada

Los accesorios se fabrican también en acero inoxidable y la tipología de ellos es muy variada en función del tipo de unión que se realice (press-fitting, soldada, roscada, compresión mecánica). Dichas uniones se estudiarán en profundidad en la unidad de trabajo PMI02.