

15031
261.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EL USO DEL COBRE EN
LA CONSTRUCCION

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a

ANDRES AARON CUEVAS ALONSO

Director de Tesis:
Ing. Ernesto R. Mendoza Sánchez



México, D. F.

1992

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCION

Dentro del campo de la Ingeniería Civil se utiliza una gran variedad de materiales, de los cuales existe información de los más comunes, como son: concreto, acero, madera; existiendo otros materiales no menos importantes que estos y que sin ellos no se podría concebir una construcción; uno de estos materiales es el COBRE. Este material, por sus diversas formas comerciales y medidas, es de gran aplicación dentro de la construcción.

El objetivo de esta Tesis es el de servir como apoyo a los alumnos que cursan la materia de Recursos de la Construcción, para proporcionarles información acerca de este material en particular.

Al tratar, en la Tesis, los aspectos de extracción y proceso industrial, se hace dando un panorama general de los procesos que involucran, sin pretender meterse en aspectos metalúrgicos, ya que se alargaría en estos tópicos y este no es el propósito de la Tesis.

Debido a que la forma comercial del cobre más común dentro de la construcción es el tubo, se ocupó un capítulo para mostrar la forma en que se emplea dentro de la obra, esto, sin restarle importancia a otros elementos como alambre, cables, láminas, etc.

A continuación se hará una síntesis de cada capítulo.

El primer capítulo trata de la forma en que se puede encontrar el cobre en la naturaleza, de la manera en que puede ser extraído de la mena y posteriormente del proceso siderúrgico que se emplea para obtener placas, tochos y lingotes de cobre, más adelante se describe la manera de obtención de los elementos comerciales, como son: tubos, cables, alambres, etc.; a partir de los tres elementos mencionados anteriormente.

El segundo capítulo se refiere al uso del cobre en la construcción; aquí se habla principalmente de las instalaciones hidráulicas y de gas, se describe la herramienta a usar, los diferentes tipos de unión tubo-conexión, la variedad de soldaduras y en que caso se usa cada una de estas soldaduras, se menciona el proceso a seguir para realizar cualquiera de estas dos instalaciones y se describe la manera en que la tubería de cobre se puede dejar acabada.

El tercer capítulo trata el tema de costos; se muestra una lista de precios de los elementos de cobre que existen en el comercio y se hace el análisis del costo de una instalación hidráulica.

Por medio de esta Tesis, se espera abrir el interés para utilizar más los elementos de cobre, ya que es un material muy resistente y durable.

I N D I C E

Capítulo I GENERALIDADES.

I.1 HISTORIA.....	1
I.2 OBTENCION.....	2
I.2.1 Minerales de Cobre.....	4
I.2.2 Tipos de Cobre.....	5
I.3 PROPIEDADES.....	6
I.3.1 Propiedades Físicas.....	6
I.3.2 Propiedades Químicas.....	8
I.3.3 Propiedades Mecánicas.....	8
I.4 FUNDICION.....	10
I.5 MOLDEO.....	10
I.6 FORMAS COMERCIALES.....	12
I.6.1 Barras, alambres y perfiles.....	12
I.6.1.1 Extrusión.....	12
I.6.1.2 Laminación.....	13
I.6.1.3 Estirado.....	13
I.6.1.4 Recocido.....	14
I.6.1.5 Decapado.....	14
I.6.2 Productos planos.....	15
I.6.2.1 Laminación en caliente.....	15
I.6.2.2 Fresado.....	15
I.6.2.3 Laminación y estirado en frío.....	15
I.6.2.4 Recocido.....	16
I.6.2.5 Decapado.....	16
I.6.3 Tubos.....	16
I.6.3.1 Extrusión.....	16
I.6.3.2 Punzonado.....	17

I.6.3.3	Estirado.....	17
I.6.3.4	Dimensiones.....	18
I.6.3.4.1	Tuberías de temple rígido.....	18
I.6.3.4.2	Tuberías de temple flexible.....	22
I.6.3.5	Formas de suministro.....	24
I.6.3.6	Características y ventajas.....	24
I.7	CONTROL DE CALIDAD.....	26
I.8	EL COBRE COMO ADICION AL ACERO.....	27

Capítulo II APLICACION DEL COBRE EN LA CONSTRUCCION.

II.1	INSTALACIONES HIDRAULICAS.....	29
II.2	INSTALACIONES DE GAS.....	35
II.3	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	40
II.3.1	Herramientas.....	40
II.3.2	Soldadura capilar.....	45
II.3.3	Soldaduras blandas y fuertes.....	45
II.3.3.1	Soldaduras blandas.....	45
II.3.3.2	Soldaduras fuertes.....	51
II.3.4	Sistema de unión para tuberías de cobre de temple flexible.....	52
II.3.4.1	Sistema flare 45°.....	52
II.3.4.2	Sistema de compresión.....	54
II.3.4.3	Ventajas de las uniones flare 45° y compresión.....	55
II.3.5	Colocación de las tuberías.....	55
II.3.6	Dilatación.....	57
II.3.7	Prefabricación.....	58

II.3.8 Acabado de las instalaciones.....	60
II.3.9 Contacto con otros materiales.....	61
II.3.9.1 Materiales de construcción.....	61
II.3.9.2 Circuitos mixtos cobre-hierro.....	61

Capítulo III COSTOS.

III.1 COSTOS DE MATERIALES DE COBRE.....	64
III.1.1 Tubería de cobre.....	64
III.1.2 Conexiones.....	67
III.1.3 Conexiones para gas.....	74
III.2 ANALISIS DE COSTO DE UNA INSTALACION HIDRAULICA.....	77

CONCLUSIONES.....	78
-------------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	80
-------------------	----

CAPITULO I

GENERALIDADES

I.1 HISTORIA.

La palabra COBRE, proviene del nombre griego Kypros (isla de Chipre) a través del latín cuprum. La producción de cobre en esta isla se inició en el año 2500 A.C. Chipre fué uno de los principales lugares de adoración de la deidad romana "Venus" y el signo del zodiaco para el planeta Venus, es el jeroglífico egipcio ♀ que también significa "vida perdurable" y que fué utilizado para representar al cobre en los tiempos antiguos. En la actualidad este signo ha sido adoptado y aceptado para simbolizar este metal. El cobre ya era utilizado por los egipcios hace 6000 años y muy pronto descubrieron que este metal era fácilmente moldeable y según la habilidad para trabajarlo se le podía dar diferentes formas y aplicaciones.

Se encontraron moldes de artículos prehistóricos fabricados de cobre en Egipto, Asia Menor, Palestina, Mesopotamia y en Europa Central. Los hombres antiguos hacían de cobre puntas agudas, puñales, agujas, anzuelos; luego procedieron a fabricar de cobre cuchillos, utensilios de cocina, adornos, etc.

Las propiedades del cobre hicieron que este metal tuviera múltiples funciones a través de la edad media, en la revolución industrial y aún más en nuestros días. Con el desarrollo de la energía eléctrica, el cobre ha pasado a ser el metal por excelencia. En las primeras décadas del siglo XIX comenzó la edad eléctrica y desde entonces la demanda de cobre ha crecido considerablemente.

La ductibilidad del cobre lo llevó a ser usado en la canalización de las aguas en el Antiguo Egipto. La resistencia del cobre a la corrosión indujo a los romanos a usarlo para forrar el techo del templo de sus Dioses. La conductibilidad eléctrica del cobre, fué utilizada por Michael Faraday en sus experimentos.

Un ejemplo importante de su aplicación, se encuentra en la cúpula del Palacio de los Deportes de la Ciudad de México, en la cual se

utilizaron 96 Ton. de cobre. En esta colosal obra, el cobre se se leccionó tanto por su belleza arquitectónica, como por sus cualidades de impermeabilizante.

La superficie techada abarca 20,000 m² con bandas de cobre electrolítico laminadas en frío, con un espesor de 0.33 mm y 45.7 cm de ancho. Se necesitaron 1,400 Kg de clavos de cobre de 7/8". Las bandas de cobre, están colocadas en una estructura de aluminio sobre láminas de madera y dos capas de fieltro asfaltado.

Las numerosas aplicaciones del cobre se desprenden de sus cualidades: conductibilidad eléctrica, conductibilidad térmica y resistencia a la corrosión atmosférica.

Otra ventaja del cobre, es su alto grado de fusión, casi al doble del aluminio, lo que lo hace extremadamente resistente al fuego.

El cobre es un metal esencial del futuro. Calefacción solar, desalinización en gran escala del agua de mar y mil aplicaciones más, son innovaciones en las que el cobre tendrá un papel importante y progresivo.

I.2 OBTENCION.

El cobre se encuentra en la naturaleza tanto en estado nativo como en forma de minerales en las menas de cobre, de cobre y cinc, de cobre y níquel y otras.

Se llama mena de cobre a la roca de la cual, por medio de la extracción, el enriquecimiento y la fusión se puede obtener cobre bastante barato. Según sea el contenido de cobre, las menas se subdividen en pobres y ricas.

El metal se obtiene por diversos procedimientos, según la índole y riqueza de los minerales.

Primeramente el cobre se obtenía de las menas que contenían el cobre nativo. Luego comenzó a producirse por medio de la fisión de una mena de cobre oxidada. Esta última se machacaba, se mezclaba con carbón de leña y se fundía en los hornos revestidos con arcilla refractaria. Para alcanzar la temperatura necesaria se introducía el aire por medio de un fuelle.

En la naturaleza se encuentran principalmente las menas de cobre sulfuradas en las cuales el cobre está unido con el azufre, se suelen tratar por el método ilustrado en la figura 1. Tienen tam**bi**én mucha difusión las menas de cobre oxidadas en las cuales el cobre se halla en combinaciones con el oxígeno. Las menas de cobre nativo se encuentran muy raramente y en pequeñas cantidades.

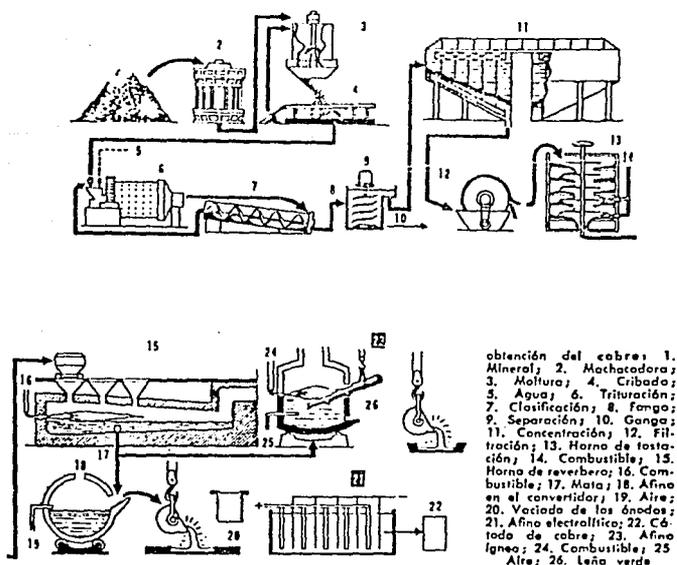


Fig. 1

La extracción de la mena aplicando el método de exploración a cielo abierto es conveniente económicamente siempre que la relación de la masa o del volumen de excavación de la roca en elaboración a la masa o al volumen de la mena en obtención no supere el límite con el cual la mena extraída resulta más cara que la obtenida por el procedimiento subterráneo. Cuando el coeficiente de destape es pequeño, es decir, cuando el cuerpo mineralizado sale cerca de la superficie terrestre, el método de exploración a cielo abierto garantiza una alta productividad del trabajo y la obtención de una mena barata.

La trituración gruesa de la mena se efectúa en la mina directamente bajo la tierra, para lo cual en una cámara especial dispuesta cerca de equipos de elevación del pozo de extracción se instalan las trituradoras para gruesos.

El enriquecimiento da la posibilidad de dividir la mena en dos productos: concentrados de cobre y ganga.

Las menas se enriquecen por el procedimiento de flotación. Si se burbujea aire a través de una suspensión de los minerales de cobre en una mezcla de aceite-agua, se forma una espuma oleosa que consiste en su mayor parte de la porción del mineral que contiene cobre, el cual puede ser separado de la ganga.

1.2.1 Minerales de Cobre.

En la naturaleza el cobre se encuentra en diversos minerales, la mayoría de las veces asociados con otros elementos metálicos; los cuales son:

MINERAL	COMPOSICION	%Cu
Cobre nativo	Cu	100
Cuprita	Cu ₂ O	88.8
Tenorita	CuO	79.8
Malaquita	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	57.3

MINERAL	COMPOSICION	%Cu
Azurita	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	55.1
Crisocola	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36
Antlerita	$\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	54
Brocantita	$\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	56.2
Atacamita	$\text{CuCl}_2\text{Cu}(\text{OH})_2$	59.4
Calcopirita	CuFeS_2	34.5
Bornita	Cu_5FeS_4	63.3
Calcocita	Cu_2S	79.8
Covelita	CuS	66.4

I.2.2 Tipos de Cobre.

Tipos de Cobre	{	Refinado térmico.
		Refinado térmico de alta conductividad.
		Electrolítico.
		Exento de oxígeno.
		Desoxidado con fósforo.

Los minerales generalmente sulfurosos, se concentran para obtener una mata rica en cobre y azufre. El azufre se elimina por oxidación al fuego. Se obtiene así el "Cobre Refinado Térmico", que contiene 99.85% de cobre, siendo el resto oxígeno e impurezas.

Su conductividad eléctrica es media. Mejorando las condiciones de refinación, es posible reducir el contenido de impurezas y obtener así lo que se denomina "Cobre Refinado Térmico de Alta Conductividad".

De todas formas el cobre refinado térmico, de relativa impureza, generalmente no es utilizado como tal sino que se cuele en ánodos, que se refinan electrolíticamente; los cátodos obtenidos en la electrolisis son refundidos y colados en lingotes, lingote alambre, tochos, etc. Se obtiene así el "Cobre Electrolítico", de alta conductividad eléctrica, que tiene un contenido mínimo de co--

bre del 99.9%. Sin embargo, este cobre todavía contiene oxígeno, que es perjudicial en ciertos casos.

Por este motivo, se ha preparado un "Cobre Exento de Oxígeno", que tiene la misma conductividad eléctrica, pero con un mínimo de cobre del 99.95%. Esta variedad es bastante cara y su empleo se reserva a aplicaciones especiales.

Por otra parte, existen muchas aplicaciones del cobre en las que la conductividad es de importancia secundaria, pero en cambio la presencia de oxígeno es totalmente perjudicial. Para éstas el cobre se somete a una nueva fusión con adición de fósforo. La eliminación total del oxígeno requiere evidentemente un exceso de fósforo que queda presente en el metal. Se pueden distinguir dos calidades de "Cobre Desoxidado con Fósforo":

- cobre "desoxidado con fósforo con alto contenido de fósforo residual", con contenido mínimo de 99.85% de cobre, 0.013 a 0.50 de P y conductividad de 70 a 90% IACS (se ha convenido que una muestra de cobre puro tiene la conductividad de 100% IACS International Annealed Copper Standard o sea 53 m/ohm mm²).
- cobre "desoxidado con fósforo con bajo contenido de fósforo residual", conteniendo 99.9% de cobre, 0.005 a 0.012% de P y conductividad de 85 a 98% IACS.

I.3 PROPIEDADES.

I.3.1 Propiedades Físicas.

El cobre tiene un color rosa salmón característico, que se oscurece con la exposición prolongada al aire. Sin embargo, el aspecto metálico brillante se puede conservar recurriendo a un barniz -- apropiado. Por otra parte, con la exposición prolongada a la in--

temperie se forma una pátina verdosa de muy bello efecto.

A temperaturas elevadas la conductividad eléctrica del cobre de--
crece; a 100°C, por ejemplo, no tiene más que 76% IACS. A bajas
temperaturas, por el contrario, la conductividad aumenta conside--
rablemente; a -100°C es de 190% IACS y a -200°C de 300% IACS.

PROPIEDADES

Símbolo Químico	Cu
Número Atómico	29
Peso Atómico	63.57
Peso Específico	8.89 gr/cm ³
Volumen Atómico	7.11
Valencias	-1 y -2
Densidad	8.94 g/cm ³ 0.323 lb/in ³
Estructura Cristalina	F.C.C. 3.608 Å
Punto de Fusión	1083°C
Punto de Ebullición	2600°C
Calor Específico (20°C)	0.0921 Cal/g °C
Calor Latente de Fusión	50.5 Cal/g
Coefficiente Lineal de Expansión Térmica (20°C)	16.6X10 ⁻⁶ °C
Coefficiente de Temperatura (20°C)	3.93X10 ⁻³ °C
Resistividad Eléctrica (20°C)	1.7241 Microhm-cm
Resistividad Volumétrica (20°C)	0.017241 ohms-mm ² /mt
Equivalente Electroquímico	0.329 mg/coulomb
Módulo de Young	18X10 ⁶ lb/in ²
Módulo de Elasticidad	1.2X10 ⁶ kg/cm ²
Módulo de Rigidez (20°C)	0.45X10 ⁶ kg/cm ²
Conductividad Térmica (20°C)	0.94 Cal/cm °C s
Conductividad Eléctrica (20°C)	58 m/ohm mm ² 100% IACS
Esfuerzo de Tensión, Temple Duro	3870 kg/cm ²

PROPIEDADES

Esfuerzo de Tensión, Temple Suave	2250 kg/cm ²
Resistencia al Corte	1750 kg/cm ²
Resistencia Límite de Fluencia	560 kg/cm ²
Temperatura de Recocido	500°C
Temperatura de Forja	750 - 900°C

I.3.2 Propiedades Químicas.

Vista su posición en la escala electroquímica de los metales, se puede considerar al cobre como un metal "noble", situado inmediatamente después de los metales preciosos: platino, oro y plata. El cobre es, por lo tanto, resistente a la atmósfera, incluso con taminada, al agua limpia y a gran número de agentes químicos.

El cobre resiste en la mayor parte de los casos y sólo son de temer los ácidos fuertes u oxidantes, el amoníaco y sus derivados, así como el acetileno.

I.3.3 Propiedades Mecánicas.

A continuación se indica las propiedades mecánicas más importantes: resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, dureza y resistencia a la cizalladura.

Hay que distinguir entre las propiedades mecánicas a baja temperatura (fig. 2) y las propiedades mecánicas a temperatura elevada (fig. 3).

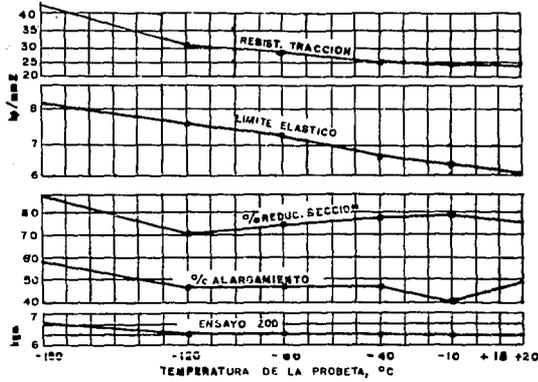


Fig. 2 Propiedades mecánicas del cobre recocido a bajas temperaturas.

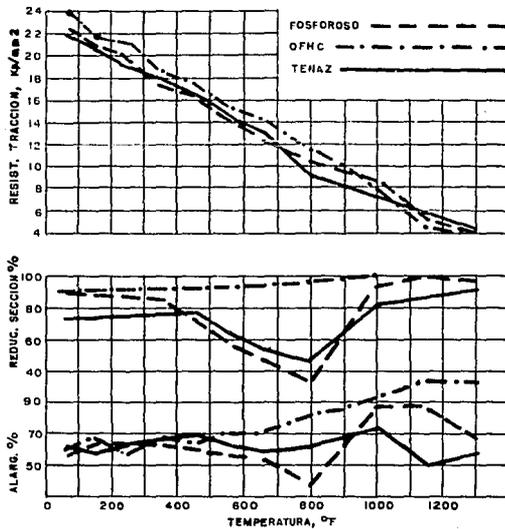


Fig. 3 Propiedades mecánicas del cobre a temperaturas elevadas.

I.4 FUNDICION.

Los cobres se prestan fácilmente a la colada de piezas macizas. Si la colada se efectúa en moldes horizontales, de forma que la superficie del metal líquido quede en contacto con el aire, el aspecto de la superficie resulta irregular, conteniendo inclusiones de óxido cuproso, debido a la reacción con el aire.

Para obtener un aspecto sano y brillante esta superficie es cepillada. Esta dificultad se puede evitar con la colada vertical, que tiene además la ventaja de proporcionar una estructura homogénea y simétrica con relación al eje de la pieza colada. Sin embargo, estas piezas coladas macizas son raramente utilizadas directamente sino que son transformadas por laminación o extrusión.

El problema de la obtención de piezas de fundición de formas relativamente complicadas es totalmente distinto. La baja colabilidad del cobre causa muchas preocupaciones al fundidor, que salva a menudo la dificultad añadiendo al metal, además de fósforo que actúa como desoxidante, una pequeña cantidad de zinc o estaño. La disminución de la conductividad del cobre es tanto mayor cuanto mayor sea el porcentaje de adición.

Las temperaturas de coladas son de 1120 a 1200°C para los cobres sin fósforo y de 1140 a 1200°C para los cobres con fósforo. Naturalmente, la colada del cobre exento de oxígeno requiere precauciones especiales para mantener la composición y las cualidades originales.

I.5 MOLDEO.

Los moldes estáticos para la colada discontinua van cediendo parcialmente el puesto a los moldes que permiten la colada semiconti

nua. En ésta un molde sin fondo se cierra en su parte inferior por una placa deslizante. Se cuela el material en la cavidad del molde; cuando el metal se ha solidificado lo suficiente, se baja lentamente la placa para llevar hacia abajo la parte ya solidificada y dejar sitio para más metal líquido.

La longitud de las piezas así obtenidas está sólo limitada por la profundidad del foso a donde se baja la placa.

Para fabricar directamente barras o lingotes se utiliza la colada continua, basada en el mismo principio; la única diferencia radica en que la barra o el lingote bajan de forma continua y se van serrando a longitudes determinadas. Las puntas de las placas o los tochos se cortan antes de enviarlos a la sección de extrusión o de estirado. La composición química del material se controla por los métodos físicos o químicos clásicos.

Los principales productos obtenidos son los siguientes:

- a) **Placas** rectangulares para laminación en caliente de chapas y bandas. Son de dimensiones variables, su peso puede variar entre 65 y 1800 kg o más.
- b) **Lingotes** de sección rectangular para laminación en frío de -- bandas.
- c) **Tochos** para extrusión de barras y tubos. Son destinados al punzonado o a la extrusión, seguidos de laminación o estirado; son de sección circular, con diámetros comprendidos entre 75 y 250 mm, su longitud máxima es de 1300 mm y su peso está comprendido entre 45 y 680 kg.
- d) **Lingote alambre** para laminación en caliente de barras y alambres. Se destina a la laminación y a la trefilación y tiene sección trapezoidal, de altura variable entre 85 y 125 mm, longitud entre 1000 y 1370 mm y peso de 60 a 190 kg.
- e) **Barras** de colada continua para estirado de alambres.

I.6 FORMAS COMERCIALES.

Formas comerciales en la construcción	{ Barras, alambres y perfiles. Productos planos. Tubos.
--	---

I.6.1 Barras, alambres y perfiles.

Barras, de sección circular, hexagonal u octogonal, suministradas en tiras rectas.

Alambres, suministrados en rollos, de diámetros generalmente comprendidos entre 0.05 y 10 mm, peso de hasta 700kg por rollo.

Perfiles, de secciones distintas de las rectangulares, cuadradas, circulares, hexagonales u octogonales, suministradas en tiras -- rectas.

I.6.1.1 Extrusión.

La extrusión es uno de los procesos que permiten obtener semielaborados. Los otros dos procesos son: la colada continua y la laminación, seguida eventualmente de estirado.

Para la extrusión se parte de tochos, los cuales son calentados, generalmente en hornos de inducción, a una temperatura que varía con el tipo de aleación de que se trate.

A continuación, el tocho se coloca en la matriz de una potente prensa hidráulica. La matriz se calienta previamente a una temperatura inferior a la del tocho. El material del tocho, en estado plástico, es empujado por el pistón de la prensa, que actúa sobre un bloque intermedio y obliga al metal a pasar a través del orificio de una hilera, cuya forma ha sido elegida en función del semielaborado a obtener.

I.6.1.2 Laminación.

Conviene distinguir entre la laminación en caliente y en frío. Para la laminación en caliente se parte de un lingote alambre calentado a una temperatura variable según el tipo de aleación y elegida cerca del límite superior del campo de plasticidad en caliente.

Durante las sucesivas pasadas de laminación el semielaborado se enfría progresivamente, por lo que pueden ser necesarios recalentamientos intermedios después de cierto número de pasadas.

Los productos obtenidos por laminación en caliente pueden ser utilizados tal como se obtienen. De todas formas, lo más corriente es continuar la transformación por una laminación en frío a fin de obtener barras o hilos del calibre deseado.

La operación de deformación en frío produce una acritud, o sea un endurecimiento del metal, que imposibilita toda deformación posterior. Esta acritud se presenta más o menos rápidamente, según el tipo de aleación tratada. La acritud puede ser suprimida mediante un recocido. Si de todas formas se desea que el semielaborado final tenga dureza y resistencia a la tracción elevadas se terminará con una o varias pasadas de forja.

I.6.1.3 Estirado.

Las barras obtenidas por colada continua o laminación y que deban sufrir todavía una reducción de sección importante, son estiradas. Para ello, las barras son cortadas en tiras, decapadas con ácido y apuntadas, para permitir su introducción en la hilera de estirado. Las barras son aprisionadas desde el otro lado de la hilera por las mordazas del banco de estirado. El estirado se efectúa en frío, en una o varias pasadas. Así se obtienen tiras rectas de alambre de gran diámetro o barras.

Los semielaborados de sección menor son suficientemente flexibles

para ser enrollados. En este caso, el semielaborado es recocido y estirado de nuevo hasta obtener la sección deseada. Así se obtienen los alambres gruesos y delgados.

I.6.1.4 Recocido.

Hay dos tipos de recocido. El primero tiene por objeto la supresión de la acritud producida por la laminación o el estirado en frío. Esta acritud consiste en una deformación más o menos acen--tuada de los granos cristalinos que constituyen el metal, de modo que resulta imposible cualquier deformación posterior.

El recocido se efectúa calentando a una temperatura suficientemen--te elevada para que se formen y crezcan progresivamente nuevos - granos cristalinos a partir de los antiguos. El metal recobra así su capacidad para sufrir nuevas deformaciones en frío.

El segundo tipo de recocido tiene por objeto suprimir las tensiones residuales internas debidas a la laminación o al estirado en frío, sin suprimir el efecto de forja, o sea sin disminuir sensiblemente las características mecánicas. Este recocido se efectúa a una temperatura más baja que en el primer caso.

I.6.1.5 Decapado.

Los óxidos formados durante el trabajo en caliente o el recocido de las barras o hilos son eliminados mediante un decapado, operación que tiene por objeto eliminar la capa incrustante de óxidos, en baño de ácido sulfúrico diluido, seguido de un lavado con agua. En el caso del cobre propiamente dicho y de algunas de sus alea--ciones no es necesario el decapado después del recocido si éste se ha efectuado en atmósfera no oxidante.

I.6.2 Productos planos.

Se distinguen principalmente: **chapas**, productos planos laminados (el formato normal es de 1 X 2m) y cuyo espesor es inferior a -- 5 mm; **placas**, que son chapas gruesas de diversos formatos y, -- **bandas**, que son productos planos, laminados o estirados de gran longitud y de anchura generalmente inferior a 500 mm.

I.6.2.1 Laminación en caliente.

Los productos de partida de la laminación en caliente son las placas, suministradas por el departamento de fundición y analizadas cuidadosamente por métodos físicos y químicos antes de transformación. Antes de la laminación las placas son calentadas hasta la temperatura inicial de laminación, elegida cerca del límite superior del intervalo de maleabilidad en caliente. Los cilindros del laminador están refrigerados por agua o aceites solubles.

I.6.2.2 Fresado.

Esta operación consiste en eliminar, por maquinado mecánico, las superficies fuertemente oxidadas de productos laminados en caliente. Se obtiene así una superficie lisa y limpia para las operaciones siguientes.

I.6.2.3 Laminación y estirado en frío.

La laminación en frío endurece el metal hasta un punto en el que resulta imposible toda deformación posterior. Se utiliza entonces un recocido seguido de decapado. Algunas bandas pueden sufrir -- igualmente un estirado final en frío.

I.6.2.4 Recocido.

A la temperatura de recocido los antiguos granos deformados desaparecen dando origen a multitud de pequeños granos, que aumentan por absorción mutua si la temperatura se eleva. El metal se reblandece progresivamente y se hace más dúctil, hasta un cierto grado de crecimiento del grano. También aquí se puede distinguir entre el recocido para suprimir la acritud y el recocido para eliminación de tensiones.

I.6.2.5 Decapado.

Para este caso en el decapado se utiliza un baño de ácido sulfúrico diluido y después una solución de ácido sulfúrico con pequeño contenido de bicromato sódico. Se termina con un lavado con agua.

En el caso del cobre propiamente dicho y de algunas de sus aleaciones, se puede efectuar el recocido en atmósfera no oxidante. En este caso no es necesario el decapado.

I.6.3 Tubos.

I.6.3.1 Extrusión.

Para la extrusión, tochos de 100 a 300 mm de diámetro son calentados a la temperatura adecuada, después colocados en el contenedor de la prensa. Dos pistones concéntricos, accionados hidráulicamente, se ponen en contacto con un disco intermedio colocado entre el pistón y el tocho. Este disco es de diámetro un poco menor que el del contenedor, de forma que deja tras de sí una cáscara, formada por la superficie exterior del tocho. Así los defectos de la superficie del tocho no pasan a los tubos. El disco intermedio tiene un agujero central para dejar pasar el pistón central. El

pistón exterior aplica una presión moderada que sostiene al tocho mientras que el pistón interior avanza hasta más allá de la hilera, perforando así un agujero central en el tocho y eliminando el metal desplazado. El pistón principal avanza entonces obligando al metal a pasar a través del espacio anular entre el pistón interior y la hilera, hasta terminar la extrusión. Se obtiene así un tubo liso de pared gruesa, que luego es estirado y recocado hasta la obtención de las dimensiones deseadas.

I.6.3.2 Punzonado.

En el punzonado, utilizado para obtener tubos de paredes muy gruesas, se hace pasar el tocho (75 mm o más) entre dos cilindros de perfil convexo cuyos ejes no son paralelos; se produce un movimiento helicoidal del tocho con formación de una cavidad central. En el centro hay un mandril que empuja al metal y produce el buen estado superficial de la cavidad interior. Después de la extrusión o del punzonado, el tubo es enfriado en un recipiente con agua.

I.6.3.3 Estirado.

Los desbastes tubulares sufren una serie de estirados y de recocidos hasta la obtención de las dimensiones deseadas. El diámetro exterior se regula por el diámetro de la hilera de estirado a través de la cual pasa el tubo. Al mismo tiempo el espesor de pared se regula por el mandril interior que determina el espacio anular que queda disponible para los tubos. Los bancos de estirado se emplean para reducir uno o varios tubos a diámetros sucesivamente decrecientes. El mandril interior va fijado en el extremo de una barra larga de acero, lo que limita la longitud de los tubos en tiras rectas a aproximadamente 45 metros.

Para los tubos de pequeño diámetro se recurre al estirado en hueco sin mandril interior, los tubos obtenidos son enrollados en rollos de gran longitud.

I.6.3.4 Dimensiones.

Los dos temple en los tipos normales de fabricación, rígido y flexible, dan al usuario una mayor gama de usos que otras tuberías que se fabrican en un solo temple.

Los seis tipos de tubería fabricados en diámetros desde 3/8" a 6" dan una amplia gama de posibilidades de uso, adecuándose a cada caso específico.

De acuerdo con el espesor de su pared, la tubería de cobre se designa convencionalmente por medio de las letras M, L y K, siendo la primera la de pared más delgada.

I.6.3.4.1 Tuberías de temple rígido.

Las tuberías rígidas de cobre tienen la característica de ser -- ideales en la conducción de fluidos en las instalaciones fijas; se fabrican 4 tipos, que ofrecen una gama de servicios que van desde las redes de drenaje o ventilación hasta redes de tipo industrial que conduzcan líquidos o gases a temperaturas y presiones considerablemente elevadas. A continuación se describen cada uno de los cuatro tipos:

Tubería tipo "M".

Se fabrica para ser usada en instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente para casas habitación y edificios, en general en donde las presiones de servicio sean bajas.

El color de identificación para esta tubería es el rojo y se fabrica en diámetros comerciales de 3/8" a 4".

Medida Nominal Pulg milímetros	Diámetro Exterior Pulg milímetros	Diámetro Interior Pulg milímetros	Groeso Pared Pulg milímetros	Peso en: Lbs por Pie Kgs por M	Peso por tramo: Lbs Kgs	Presión máxima: Lbs Pulg ² Kgs cm ²	Presión constante Lbs Pulg ² Kgs cm ²	Flujo en: G P M. L P M.
1 1/4" 6.35 mm	0.375" 9.525	0.325" 8.255	0.025" 0.635	0.107 0.159	2.132 0.968	6133 431.15	1226 86.18	
3/8" 9.5 mm	0.500" 12.700	0.450" 11.430	0.025" 0.635	0.145 0.216	2.903 1.318	4500 316.35	900 63.27	2.247 8.507
1/2" 12.7 mm	0.625" 15.875	0.569" 14.453	0.028" 0.711	0.204 0.304	4.083 1.854	4032 283.45	806 56.66	4.064 15.382
3/4" 19 mm	0.875" 22.225	0.811" 20.599	0.032" 0.812	0.328 0.488	6.566 2.981	3291 231.35	658 46.25	10.656 40.333
1" 25 mm	1.125" 28.575	1.055" 26.797	0.035" 0.889	0.465 0.693	9.310 4.227	2800 196.84	560 39.36	21.970 83.180
1 1/4" 32 mm	1.375" 34.925	1.291" 32.791	0.042" 1.067	0.683 1.016	13.656 6.200	2749 193.25	550 38.66	39.255 148.580
1 1/2" 38 mm	1.625" 41.275	1.527" 38.785	0.049" 1.245	0.941 1.400	18.821 8.545	2713 190.72	542 38.10	62.335 235.940
2" 51 mm	2.125" 53.975	2.009" 51.029	0.058" 1.473	1.461 2.176	29.233 13.272	2470 173.65	491 34.51	131.000 495.860
2 1/2" 64 mm	2.625" 66.675	2.495" 63.373	0.065" 1.651	2.032 3.025	40.647 18.454	2228 156.62	445 31.28	231.461 876.010
3" 76 mm	3.125" 79.375	2.981" 75.718	0.072" 1.889	2.683 3.994	53.663 24.363	2073 145.73	414 29.10	375.189 1420.090
4" 102 mm	4.125" 104.775	3.935" 99.949	0.095" 2.413	4.665 6.945	93.310 42.363	2072 145.65	414 29.10	799.395 3025.710

Tubería tipo "L".

Es un tipo de tubería a usarse en instalaciones hidráulicas en condiciones más severas de servicio y seguridad que la tipo "M"; ejemplo: en instalaciones de gas domiciliario y servicios subterráneos, calefacción, refrigeración, tomas domiciliarias, etc.

Se identifica por el color azul y se fabrica en diámetros comerciales de 3/8" hasta 6".

Medida Nominal Pulg. milímetros	Diámetro Exterior Pulg. milímetros	Diámetro Interior Pulg. milímetros	Grueso Pared Pulg. milímetros	Peso en: Lbs. por Pie Kgs. por M.	Peso por tramo: Lbs. Kgs.	Presión máxima Lbs. Pulg. ² Kgs. cm ²	Presión constante Lbs. Pulg. ² Kgs. cm ²	Flujo en: G. P. M. L. P. M.
1/4" 6.35 mm	0.375" 9.525	0.315" 8.001	0.030" 0.762	0.126 0.187	2.524 1.146	7200 506.16	1440 101.23	
3/8" 9.5 mm	0.500" 12.700	0.430" 10.922	0.035" 0.889	0.198 0.295	3.965 1.800	6300 442.89	1260 88.57	1.873 7.089
1/2" 12.7 mm	0.625" 15.875	0.545" 13.843	0.040" 1.016	0.285 0.424	5.705 2.590	5760 404.92	1152 80.98	3.565 13.493
3/4" 19 mm	0.875" 22.225	0.785" 19.939	0.045" 1.143	0.455 0.678	9.110 4.136	4632 325.62	926 65.09	9.600 36.336
1" 25 mm.	1.125" 28.575	1.025" 26.035	0.050" 1.270	0.655 0.976	13.114 5.954	4000 281.20	800 56.24	19.799 74.940
1 1/4" 32 mm	1.375" 34.925	1.265" 32.131	0.055" 1.397	0.885 1.317	17.700 8.036	3600 253.08	720 50.61	35.048 132.660
1 1/2" 38 mm.	1.625" 41.275	1.505" 38.227	0.060" 1.524	1.143 1.698	22.826 10.363	3323 233.60	664 46.67	56.158 212.560
2" 51 mm	2.125" 53.975	1.985" 50.419	0.070" 1.778	1.752 2.608	35.042 15.909	2965 208.43	593 41.68	119.099 450.790
2 1/2" 64 mm	2.625" 66.675	2.465" 62.611	0.080" 2.032	2.483 3.695	49.658 22.545	2742 192.76	548 38.52	214.298 811.120
3" 76 mm	3.125" 79.375	2.945" 74.803	0.090" 2.286	3.332 4.962	66.645 30.257	2592 182.21	518 36.41	347.397 1314.900
4" 102 mm	4.125" 104.775	3.905" 99.187	0.110" 2.794	5.386 8.017	107.729 48.909	2400 168.72	480 33.74	747.627 2829.770
6" 152 mm.	6.125" 152.575	5.845" 148.463	0.140" 3.556	10.218 15.209	204.357 92.778	2000 140.60	400 28.12	

Tubería tipo "K".

Es la denominación para las tuberías que por sus características se recomienda usar en instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura.

El color verde identifica a este tipo de tubería y se fabrica desde 3/8" hasta 6" de diámetro nominal.

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Grueso Pared	Peso Lbs por Pie Kgs por M	Peso por Tramo Lbs Kgs	Presión máxima Lbs Pulg. ² Kgs Cm ²	Presión constante Lbs Pulg. ² Kgs Cm ²	Flujo G. P. M. G.P.M.
3/8 9.5 mm	0.500" 12.700 mm	0.402" 10.210 mm	0.040" 1.245 mm	0.269 0.400	5.385 2.445	8820 620.04	1764 124.00	6.640 1.754
1/2" 12.7 mm	0.625" 15.875 mm	0.527" 13.365 mm	0.049" 1.245 mm	0.344 0.512	6.890 3.128	7056 496.03	1411 99.19	12.507 3.301
3/4" 19 mm	0.875" 22.225 mm	0.745" 18.923 mm	0.065" 1.651 mm	0.640 0.954	12.813 5.817	6685 469.95	1337 92.99	32.594 8.611
1" 25 mm	1.125" 28.575 mm	0.995" 25.273 mm	0.065" 1.651 mm	0.640 1.250	16.799 7.627	5200 209.00	1040 73.11	75.042 19.826
1 1/4 32 mm	1.375" 34.925 mm	1.245" 31.623 mm	0.065" 1.651 mm	1.041 1.549	20.824 9.454	4260 299.47	852 59.89	132.270 34.940
1 1/2" 38 mm	1.625" 40.640 mm	1.481" 37.617 mm	0.072" 1.829 mm	1.361 2.026	27.231 12.363	3988 280.35	797 56.02	212.240 56.074
2" 51 mm	2.125" 53.975 mm	1.959" 49.759 mm	0.083" 2.108 mm	2.062 3.070	41.249 18.727	3515 247.10	703 49.42	454.800 120.158

Tubería tipo "DWV".

Se recomienda usar en instalaciones sanitarias y de ventilación en donde no existen presiones internas en el servicio, dando una gran eficacia y duración en este tipo de instalaciones.

Su color amarillo es el color de identificación y los diámetros de fabricación son de 1 1/4" a 5".

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Grueso Pared	Peso en Lbs. Por Pie Kgs. por M.	Peso por Tramo Lbs. Kgs.
1 1/4" 32 mm	1.375" 34.925 mm	1.295" 32.693 mm	0.040" 1.016 mm	0.651 0.969	13.022 5.912
1 1/2" 38 mm	1.625" 41.275 mm	1.541" 39.141 mm	0.042" 1.067 mm.	0.810 1.206	16.213 7.361
2" 51 mm	2.125" 53.975 mm	2.041" 51.841 mm	0.042" 1.067 mm	1.066 1.587	21.335 9.686
3" 76 mm	3.125" 79.375 mm	3.035" 77.089 mm	0.045" 1.143 mm	1.690 2.515	33.801 15.345
4" 102 mm	4.125" 104.775 mm	4.009" 101.929 mm	0.058" 1.473 mm	2.876 4.281	57.528 26.118
5" 127 mm	5.125" 130.175 mm	4.981" 126.517 mm	0.072" 1.829 mm	4.436 6.603	88.729 40.283

Los diámetros de las tuberías rígidas son nominales, (de nombre), para conocer el diámetro exterior correspondiente se debe aumentar 1/8 de pulgada al diámetro nominal, y si se quiere conocer el diámetro interior bastará con restar 2 veces el espesor de pared correspondiente, (fig. 4).

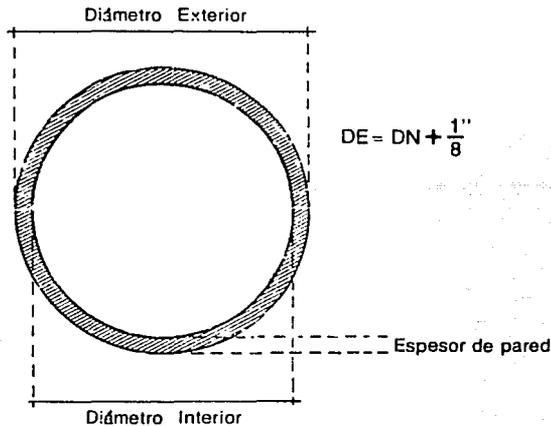


Fig. 4

1.6.3.4.2 Tuberías de temple flexible.

Las características de las tuberías de cobre flexible difieren de las tuberías rígidas, precisamente en el temple dado en su proceso de fabricación; por lo tanto, las condiciones de uso serán diferentes aun cuando las tuberías de los dos temples sean parte de una misma instalación.

Las tuberías de cobre flexible a diferencia de las rígidas se identifican solamente por el grabado, el color en este caso no se usa y se marca solamente el tipo de tubería, su diámetro, la marca; la leyenda hecha en México y el sello de la DGN.

La tubería tipo "L" flexible se fabrica en rollos de 18.30 m. de longitud en diámetros nominales de 1/4" a 1".

La tubería para gas "Usos Generales", se fabrica en rollos de -- 15.24 m. de longitud, en diámetros de 1/8" a 3/4" siendo la medida real exterior y para obtener el diámetro interior se le restan dos veces su espesor de pared.

"L" Flexible

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Grueso Pared	Peso en Lbs. por Pie Kgs. por M.	Peso por Rollo Libras Kilogramos
1/4" 6.350 mm	0.375" 9.525 mm	0.315" 8.001 mm	0.030" 0.762 mm	0.126 0.188	7.575 3.439
3/8" 9.500 mm	0.500" 12.700 mm	0.430" 10.922 mm	0.035" 0.889 mm	0.198 0.295	11.907 5.406
1/2" 12.700 mm	0.625" 15.875 mm	0.545" 13.843 mm	0.040" 1.016 mm	0.285 0.424	17.127 7.776
5/8" 15.785 mm	0.750" 19.050 mm	0.666" 16.916 mm	0.042" 1.067 mm	0.363 0.539	21.760 9.879
3/4" 19 mm	0.875" 22.225 mm	0.785" 19.939 mm	0.045" 1.143 mm	0.455 0.678	27.337 12.411
1" 25 mm	1.125" 28.575 mm	1.025" 26.035 mm	0.050" 1.270 mm	0.655 0.976	39.341 17.861

"Usos generales"

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Grueso Pared	Peso en Lbs. por Pie Kgs. por M.	Peso por Rollo Libras Kilogramos
1/8" 3.175 mm	0.125" 3.175 mm	0.065" 1.651 mm	0.030" 0.762 mm	0.034 0.051	1.735 0.788
3/16" 4.762 mm	0.187" 4.762 mm	0.127" 3.238 mm	0.030" 0.762 mm	0.057 0.085	2.870 1.303
1/4" 6.350 mm	0.250" 6.350 mm	0.190" 4.826 mm	0.030" 0.762 mm	0.080 0.119	4.022 1.826
5/16" 7.937 mm	0.312" 7.937 mm	0.248" 6.311 mm	0.032" 0.813 mm	0.109 0.162	5.460 2.479
5/8" 15.875 mm	0.625" 15.875 mm	0.555" 14.097 mm	0.035" 0.889 mm	0.251 0.374	12.586 5.714
3/4" 19.000 mm	0.750" 19.000 mm	0.680" 17.222 mm	0.035" 0.889 mm	0.305 0.454	15.240 6.924

I.6.3.5 Formas de suministro.

Los tubos de cobre se suministran en rollos o en tiras rectas.

a) En rollos.

Los tubos en rollo se suministran normalmente hasta un diámetro exterior de 22 mm (7/8"); la longitud de los rollos puede alcanzar hasta 45 m, o más sobre pedido, según los diámetros. Los rollos se entregan, en general, en estado recocido, y, en ciertos casos, pueden ser entregados en estado semi-duro.

Los tubos en rollos se usan especialmente en las siguientes instalaciones:

- tuberías de gran longitud.
- tuberías empotradas.
- recorridos sinuosos.
- derivaciones enterradas.
- calefacción por radiación.

En estado recocido, o ligeramente duro, el tubo de cobre en rollo se curva fácilmente, sin necesidad de herramientas para curvado, siempre que no se le haga soportar curvas demasiado pronunciadas.

b) En tiras rectas.

Estos tubos se suministran sin recocer, lo que les da buena rigidez, excelente resistencia al choque y un perfecto acabado.

Las longitudes corrientes son de 4 a 6 m.

I.6.3.6 Características y ventajas.

Características.

- Resistencia a la corrosión.- Es comúnmente conocida la resistencia especial que tiene el cobre a los medios corrosivos naturales, por lo que el tubo de cobre es ideal para la conducción de líquidos para consumo humano y otros de tipo industrial.

- Resistencia a las vibraciones.- Las vibraciones pueden dañar las líneas de conducción de agua o gas combustible, pero cuando son de cobre su sistema de unión y su seguridad en la instalación, eliminan cualquier riesgo en ese sentido.
- Inalterabilidad de los líquidos conducidos.- Los líquidos que entran en contacto con la tubería de cobre se mantienen inalterables en su composición, sabor y color.
- Resistencia a la congelación.- Pruebas de laboratorio determinan que la tubería de cobre no sufre daños por congelación, lo que la hace adecuada para fines de refrigeración e ideal en zonas de clima extremo.

Ventajas.

- La tubería de cobre es altamente resistente a la corrosión y no es afectada por las condiciones atmosféricas externas.
- Se protege a sí misma, por medio de una película micrométrica que impide los efectos corrosivos de la intemperie.
- Es tersa, permitiendo un flujo constante y pequeñas pérdidas de carga.
- Evita las incrustaciones interiores que reducen el diámetro y consecuentemente, el flujo del agua.
- Es resistente, ya que desde su primera etapa es elaborada en forma de tubo sin costura que debilite su constitución.
- Es de sencilla aplicación por su ligereza y maleabilidad.
- Se produce de acuerdo con las necesidades específicas del usuario.
- En su instalación es ligera, gracias a que su sistema de unión, mediante soldadura por capilaridad, le permite operar con espesores de pared más esbeltos que cualquier otro tipo de tubería.

- Con sus conexiones soldables forma un conjunto homogéneo y un conducto fluido, sin las turbulencias que provocan los cambios de diámetros internos de conexiones roscadas.
- Por su menor diámetro exterior evita perjudiciales ranuraciones en muros y pisos.
- Se produce en temple rígido o suave, de acuerdo con las necesidades específicas de uso y servicio.
- Las posibilidades de prefabricación.
- El excelente comportamiento frente a la casi totalidad de los materiales de construcción y de los fluidos a transportar.

I.7 CONTROL DE CALIDAD.

Se han descrito anteriormente los procesos de fabricación de las barras, alambres, productos planos y tubos. Sin embargo, no se ha hablado de un aspecto esencial para la obtención de productos de buena calidad: el control. Este se efectúa en las diferentes etapas de la fabricación y, finalmente, sobre los productos para envío.

Los productos de fundición: lingotes, lingote alambre, placas, tochos, utilizados para la fabricación de productos para forja, se controlan desde el punto de vista de composición química y estado superficial. Los eventuales defectos superficiales se eliminan por laminación o fresado. Se detecta igualmente la porosidad interna.

El lingote alambre se controla desde el punto de vista de: precisión dimensional, porosidad, estado superficial, características mecánicas (principalmente dureza) y tamaño de grano.

Los productos planos sufren controles análogos. Se hace notar que el control del espesor se puede efectuar de forma continua durante la fabricación, gracias a un calibre de rayos X que regula automáticamente el espesor de laminación.

Las diferentes características de los tubos son controladas cuidadosamente, especialmente: diámetro, espesor de pared, excentricidad, longitud, estado superficial, grado de recocido. Este control de calidad depende en gran parte de la regulación correcta de los bancos de estirados. Se comprueba igualmente el tamaño de grano en la extrusión y después de los recocidos intermedios y finales.

1.8 EL COBRE COMO ADICION AL ACERO.

Actualmente, la adición de cobre se combina a menudo con la de otros varios elementos. Trata de conferir al acero mayor resistencia a la abrasión y a la corrosión por el agua, el aire y una gran gama de medios corrosivos a distintas temperaturas; además, frecuentemente, tiene por fin la mejora de ciertas propiedades mecánicas.

El cobre aparece en aleaciones de las más diversas composiciones y precios, como el acero dulce, los aceros de alta resistencia, los semi-inoxidables y ciertas aleaciones especiales.

El acero dulce aumenta sensiblemente su resistencia a la corrosión atmosférica con la adición del 0.5% aproximadamente de cobre.

Los aceros débilmente aleados, con elementos tales como: cromo, níquel, fósforo, etc. mejoran con la adición de cobre.

Algunos de estos aceros gozan de una interesante propiedad: son autopatinables, es decir que el óxido que se forma en su superfi-

cie es adherente y protege al metal de ataques posteriores. Por lo tanto, estos aceros se pueden utilizar al exterior sin protección y el color pardo de la capa de pátina combina bien con los demás colores de los edificios o del paisaje. Estos aceros se utilizan para la construcción de pilares, barreras de autopistas, estructuras de edificios, puentes, etc.

En los aceros inoxidables, la adición de cobre (comprendida entre 1 y 5%) puede tener diversos fines:

- 1) mejorar la resistencia de un acero inoxidable frente a la co--rrósion por un agente determinado.
- 2) disminuir la tendencia de los aceros austeníticos a la corro--sión bajo tensión.
- 3) mejorar las características mecánicas por envejecimiento y precipitación.

CAPITULO II

APLICACION DEL COBRE

EN LA CONSTRUCCION

II.1 INSTALACIONES HIDRAULICAS.

Las instalaciones hidráulicas dentro de la construcción agrupan a las siguientes redes de tuberías:

- Tuberías del medidor a la cisterna, al tinaco o a los muebles.
- Tuberías de la cisterna al tinaco o al equipo de presión.
- Tuberías del tinaco o del equipo de presión a los muebles.

Todas ellas conducen agua potable a presión, con el objeto de que finalmente sea utilizada en cada uno de los muebles instalados.

Las características que deben tener estas redes son las siguientes:

- Deben de conducir el agua a presión con un mínimo de pérdidas de carga, con el objeto de que las fuentes de presión disminuyan al máximo posible su capacidad.
- Deben de instalarse con facilidad, con el menor herramental posible permitiendo al operario disminuir el tiempo de montaje.
- Deben de durar bastante tiempo; el mismo que la construcción, esto se logra con una buena instalación, con una adecuada velocidad del flujo y con una excelente resistencia a cualquier tipo de corrosión.

La selección de los materiales debe de realizarse en base a estos puntos, la importancia de esto se refleja directamente en la calidad de la instalación y por lo tanto de la obra.

Los aparatos pueden dividirse en tres grupos, de acuerdo con el uso al cual se destinan:

- a) Evacuadores.- W.C.
 - Mingitorios.
 - Vertederos.

Estos aparatos requieren de gran cantidad de agua en poco tiempo con el objeto de efectuar una limpieza profunda del mueble, permitiéndole ser reutilizable en condiciones higiénicas.

- b) De limpieza de objetos.- Fregaderos.
- Lavaplatos.
- Lavaderos.

Los aparatos que se utilizan para efectuar la limpieza de objetos requieren de recipientes en donde el agua se pueda acumular y los objetos se puedan colocar, y requieren de un flujo más bien bajo y constante.

- c) De higiene corporal.- Lavabos.
- Regaderas.
- Finas.

Los aparatos para este uso tienen características individuales, el lavabo requiere de un flujo mínimo y en poco tiempo, la regadera requiere de un buen flujo y en bastante tiempo.

Una segunda clasificación de los aparatos se puede realizar de acuerdo al tipo de válvula que usan en los sellos terminales.

Sistemas de válvula de globo:

Este tipo de sello es muy común, sin embargo en su forma terminal pueden tener apariencias muy diferentes, los casos más comunes son

- Llaves de lavabo y fregadero individuales o mezcladoras.
- Llaves empotrables de regadera y tina, (fig. 5).
- Llaves de nariz con o sin rosca para lavaderos, lavaplatos, verederos, lavadoras de ropa, mangueras de jardín, etc.
- Llave para mingitorio.

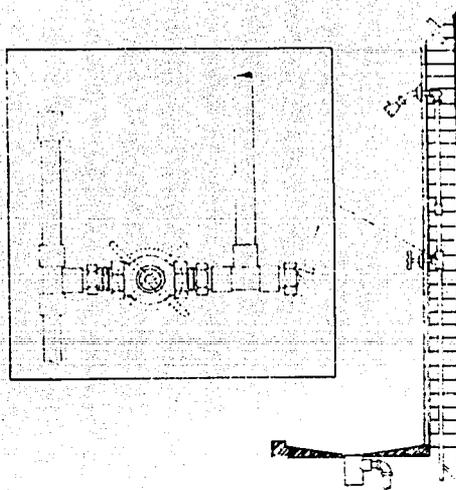


Fig. 5 Llave de regadera.

Sistema de válvula de tanque bajo (válvula de flotador):

Es utilizado en los W.C. y tinacos; se fabrica en varios materiales y modelos, el sello se realiza de acuerdo al nivel de agua acumulado y que el flotador transmite a la válvula para accionarla, (fig. 6).

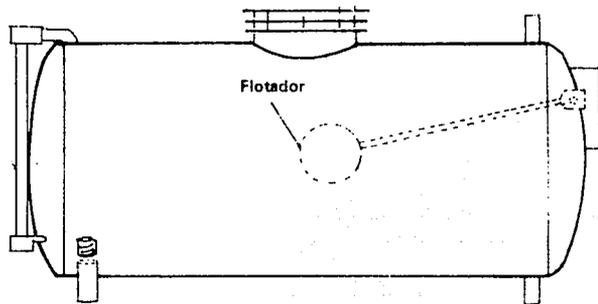


Fig. 6 Válvula de flotador en tinaco.

Sistema fluxómetro:

Este tipo de sello se utiliza en los W.C. y mingitorios que esten instalados en lugares públicos, (fig. 7).

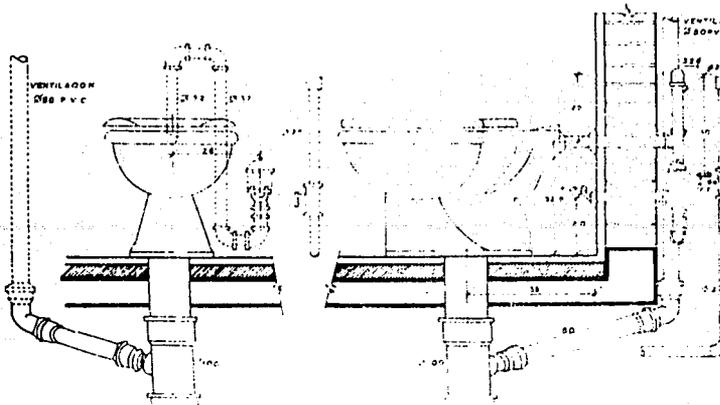


Fig. 7 Sistema fluxómetro.

Algunos aparatos pueden colocarse en edificios públicos y todos en edificaciones privadas, la diferencia estriba no en su funcionamiento sino en su rapidez de reutilización, esto se refleja en el diámetro de las tuberías que lo alimentan, (fig. 8).

Diámetro (pulgadas)	Ensayo normal límites del caudal (litros por minuto)	Diámetro (pulgadas)	Ensayo normal límites del caudal (litros por minuto)
5/8	4 a 75	2	30 a 600
3/4	8 a 130	3	60 a 1200
1"	11 a 200	4	105 a 1900
1 1/2	20 a 375	6	180 a 3800

Fig. 8 Diámetros de tubería en pulgadas.

Lista de materiales.

- 1.- Válvula de inserción flare o compresión.
- 2.- Tubo de cobre tipo "L" flexible de 13 mm.
- 3.- Codo de cobre a cobre de 13 mm.
- 4.- Tubo de cobre tipo "M" rígido de 13 mm.
- 5.- Válvula de globo soldable de 13 mm.
- 6.- Conector de cobre a R.I. de 13 mm.
- 7.- Medidor.
- 8.- Codo de cobre a R.I. de 13 mm.
- 9.- Tee de cobre a cobre a R.I. de 13 mm.
- 10.- Llave de manguera de 13 mm.

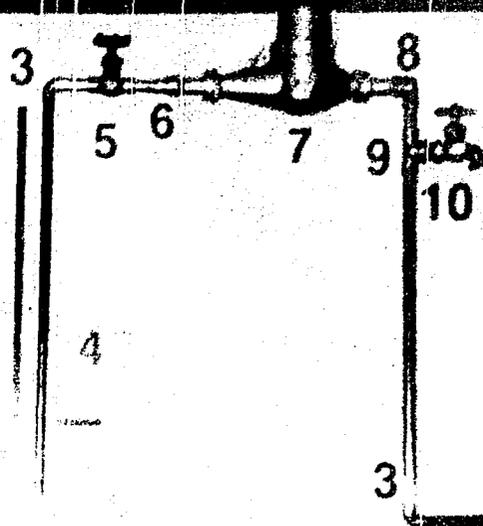


Fig. 9 Esquema de una toma domiciliar.

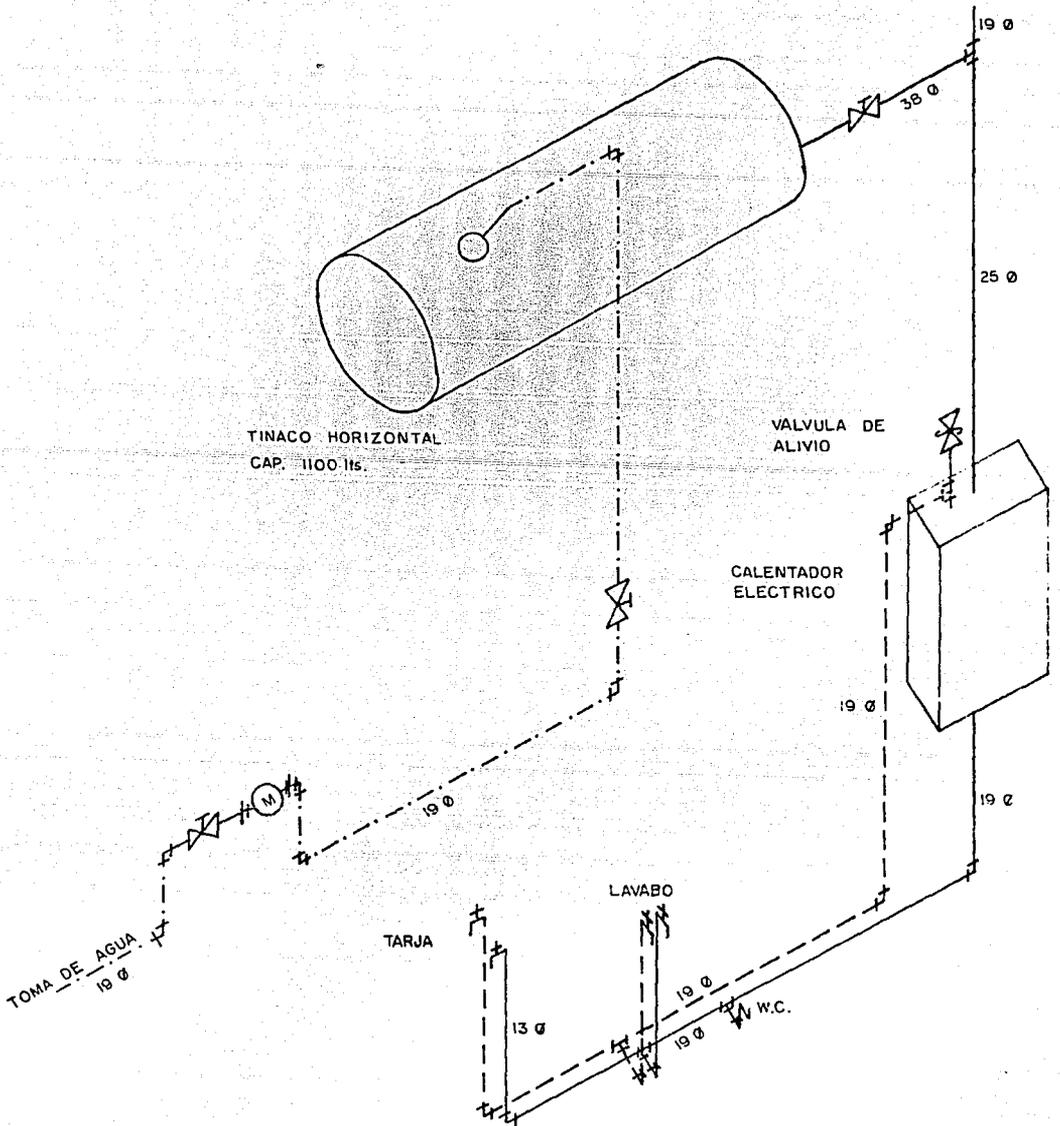
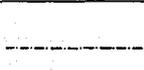
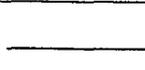
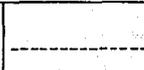
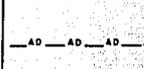
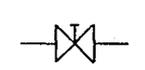
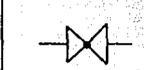
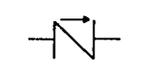
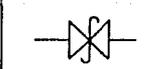
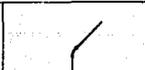
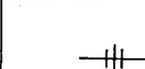


Fig. 10 Isométrico de instalación hidráulica.
(instalación de una lechería).

Simbología de instalaciones hidráulicas.

Simbología de instalaciones hidráulicas		
		
Alimentación agua fría de la toma a través o sistema.	Tubería agua fría	Tubería agua caliente
		
Tubería de retorno.	Tubería de vapor.	Tubería agua destilada
		
Tubería sistemas contra incendio.	Válvula de compuerta	Válvula de globo
		
Válvula check.	Válvula check con filtro	Válvula de seguridad
		
Válvula compuerta angular.	Válvula globo angular.	Bomba.

Simbología de instalaciones hidráulicas		
		
Codo de 90°	Codo de 45°	Tee
		
Tee	Tuerca unión	
Claves para la interpretación de proyectos de instalaciones hidráulicas.		
AL. Alimentación	B.A.F. Baja agua fría	R.D.A.C. Red distib. agua caliente
C.A. Cámara de aire	R.D.A.F. Red distib. agua fría	R.D.R. Red de riego
C.A.C. Columna de agua caliente	T.A.C. Tubería de agua caliente	T.M. Toma municipal
C.A.F. Columna de agua fría	T.R.A.C. Tubería retorno agua caliente	V.A. Válvula de aire
C.D.A.F. Columna dist. agua fría	V.E.A. Válvula eliminadora de aire	R.P.I. Red protección contra incendio
C.V. Columna o cañal de vapor	C.P.I. Columna protección contra incendio	
D.A.C. Derivación de agua caliente		
D.A.F. Derivación de agua fría		
R.A.C. Retorno agua caliente		
R.A.F. Retorno agua fría		
S.A.C. Suda agua caliente		
S.A.F. Suda agua fría		

II.2 INSTALACIONES DE GAS.

Los tipos de tubería utilizados, en estas instalaciones, y que el reglamento indica son tuberías de cobre rígido y flexible tipo "L" y tuberías de cobre flexible tipo usos generales. La razón de utilizar tipos de tubería que soportan presiones de trabajo mucho muy elevadas en instalaciones en donde en las líneas de servicio la presión no rebasa los 27.94 gr/cm² es debido a la seguridad que se debe guardar con respecto a los posibles impactos a que están expuestas las líneas al diseñarse en forma visible.

Las instalaciones de gas se pueden componer de varios tipos de redes; líneas de servicio, líneas de llenado de tanques estacionarios y líneas de retorno de vapores de las líneas de llenado.

Líneas de servicio:

Las líneas de servicio se pueden clasificar de varias maneras por el tipo de recipientes fijos o portátiles, por la presión a la que conducen el gas, de baja presión o alta presión, por la capacidad de alimentación, sean estas unifamiliares o multifamiliares por conducir gas L.P. o natural. Sin embargo, en cualquiera de estos casos las tuberías de cobre cumplen su cometido con eficiencia y seguridad. Los diámetros que se utilizan son de 3/8" a 3/4" tanto en temple rígido o flexible.

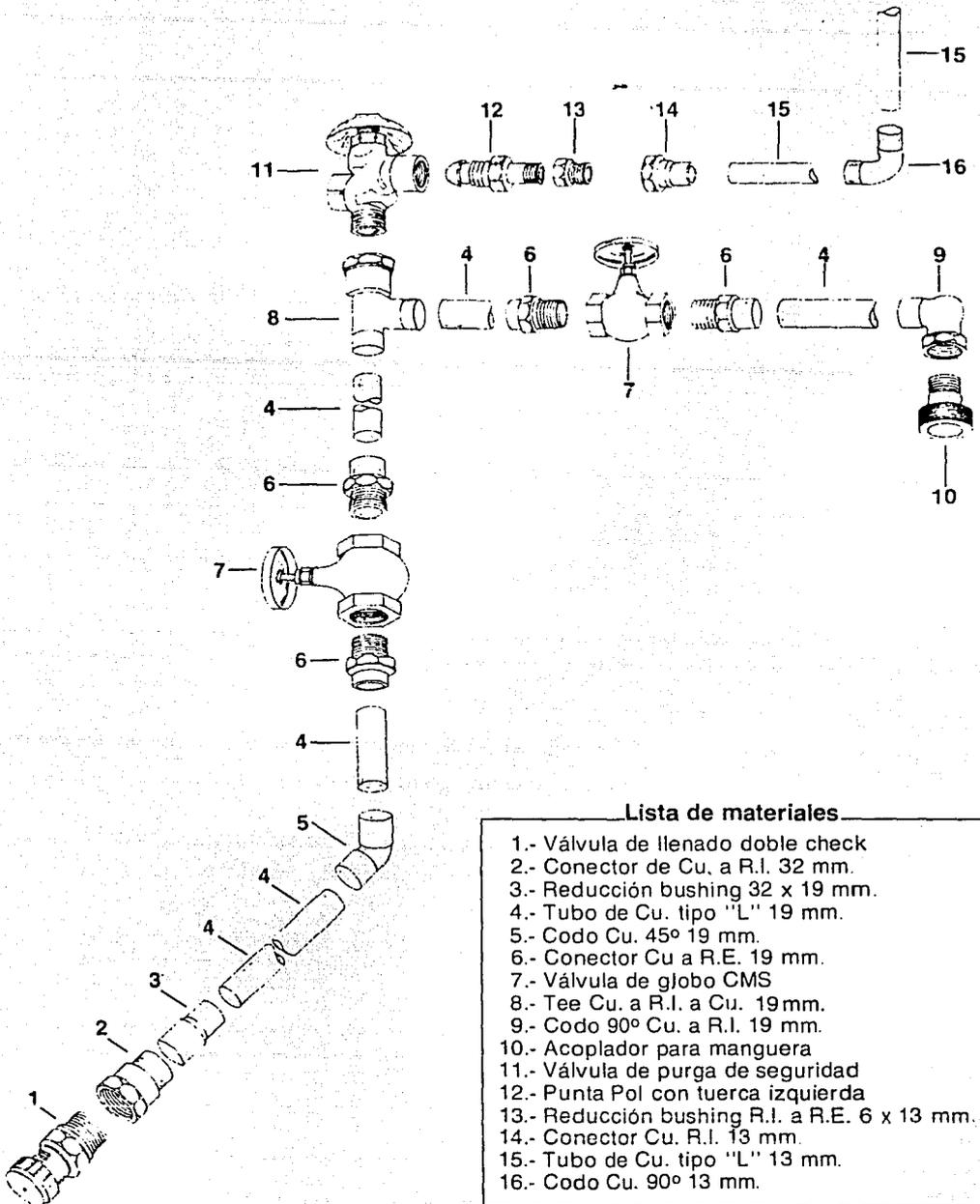
Líneas de llenado:

Las líneas de llenado cumplen una función específica cuando los tanques estacionarios quedan retirados de los autotanques que los reabastecen, la presión a la que trabaja esta línea es de 17.53 kg/cm². Se omitirá la línea de llenado, siempre que la manguera, en toda su extensión quede a la vista de las personas que lleven a cabo la maniobra. La tubería de llenado deberá ostentar el color rojo cuando estén destinadas a conducir gas L.P. en estado líquido.

Líneas de retorno de vapores:

La línea de retorno de vapores tiene una función especial, desalojar los vapores o gases acumulados en la parte superior del tanque estacionario al momento de que se carga éste, la baja densidad de éstos los hace prácticamente incompresibles por lo que su desalojo es recomendable en tanques estacionarios de gran capacidad con el objeto de aumentar la eficiencia de éstos, esta tubería debe de ostentar el color amarillo.

Línea de llenado para tanque estacionario.



Lista de materiales

- 1.- Válvula de llenado doble check
- 2.- Conector de Cu. a R.I. 32 mm.
- 3.- Reducción bushing 32 x 19 mm.
- 4.- Tubo de Cu. tipo "L" 19 mm.
- 5.- Codo Cu. 45° 19 mm.
- 6.- Conector Cu a R.E. 19 mm.
- 7.- Válvula de globo CMS
- 8.- Tee Cu. a R.I. a Cu. 19 mm.
- 9.- Codo 90° Cu. a R.I. 19 mm.
- 10.- Acoplador para manguera
- 11.- Válvula de purga de seguridad
- 12.- Punta Pol con tuerca izquierda
- 13.- Reducción bushing R.I. a R.E. 6 x 13 mm.
- 14.- Conector Cu. R.I. 13 mm.
- 15.- Tubo de Cu. tipo "L" 13 mm.
- 16.- Codo Cu. 90° 13 mm.

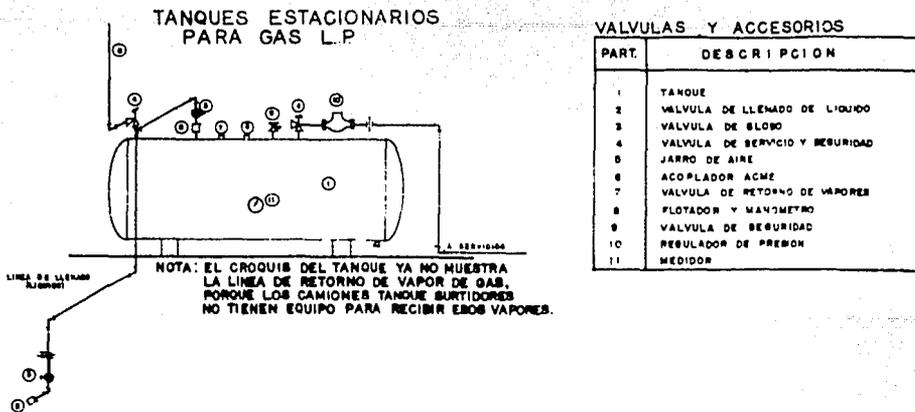


Fig. 11 Esquema de tanque estacionario.

Cualquier quemador de tipo doméstico que opere con gas L.P. se di seña para alcanzar una eficiencia óptima cuando la presión del - gas a través del mezclador de aire es de 27.94 g/cm².

Si esta presión es mayor o no se alcanza, el quemador consumirá deficientemente el gas inyectado, la flama se apagará por exceso o escasez de presión. La Dirección General de Gas, tratando de - evitar esto señala un valor para la presión al manejarse el gas en tuberías de servicio de baja presión y un máximo de tolerancia que es el del 5% en exceso o en defecto. Este valor se determinó en 26.36 cm., columna de agua por lo que la máxima será de 27.68 cm. y la mínima de 25.04 cm.

El gasto por aparato se determinará por el calibre y cantidad de espreas de cada uno de ellos

Simbología de instalaciones de gas.

					
Tanque Rijo	Equipo portátil	Rizo	Estufa 4 quemadores y resaca	Estufa 4 quemadores horno y comal	Estufa 4 quemadores horno, resaca y comal
					
Omega	Medidor de vapor	Tuberia visible	Horno	Calentador almacenamiento menor 110 Lts. S.A	Calentador almacenamiento mayor 110 Lts. S.A
					
Tuberia oculta	Regulador bajo	Regulador alto	Calentador almacenamiento automático	Calentador de agua al paso	Calentador doble al paso
					
Parrilla 1 quemador	Parrilla 2 quemadores	Parrilla 3 quemadores	Calentador triple al paso	Calefactor	Vaporera o baño maria
					
Parrilla 4 quemadores	Estufa 4 quemadores	Estufa 4 quemadores y horno	Calefeta	Inclinator	Tornilleria sencilla
					
Tornilleria doble	Quemador bunsen	Caldera con quemador atmosférico	Llave de cuadro	Llave de cuadro con orijas	Válvula macho lubricada
					
Horno industrial con quemador atmosférico	Aparato industrial con quemador aire-gas	Quemador	Válvula con bridas	Válvula solenoide	Válvula de cierre rápido
					
Vaporizador	Válvula de globo	Válvula de ángulo	Válvula de no retroceso sencilla	Válvula de exceso de flujo	Válvula de cierre automática y manual
					
Válvula de seguridad o relveo de presión	Retorno automático	Válvula de aguja	Válvula de no retroceso sobre (check)	Unión soldada	Unión roscada
					
Válvula de tres vías	Válvula de tres usos	Llave de paso	Unión brida	Tuerca unión	Punta leonada

II.3 PROCESO CONSTRUCTIVO.

II.3.1 Herramientas.

Las herramientas que se emplean en la unión de las tuberías de cobre de temple rígido o flexible, son las siguientes:

- Soplete de gasolina o gas L.P.
- Cortatubos.
- Escariadores.
- Abocinadores.
- Expansionadores.
- Dobra tubos de resorte.
- Dobra tubos de palanca.

Soplete:

Cuando se va a unir la tubería con una conexión, es necesario - aplicar calor al tubo para hacer el proceso de la soldadura. Este calor lo proporciona una flama suficientemente intensa, que aplicada al tubo, el alambre de soldadura al contacto se derrite. El artefacto más elemental y sencillo que puede proporcionar este calor es el soplete de gasolina, (fig. 12).

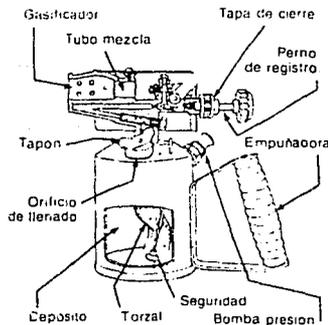


Fig. 12 Soplete de gasolina.

La llama tiene dos coloraciones que corresponden a diversos grados de calor, la llama amarilla es luminosa, mientras que la azulada es la calorífica, la cual es la idónea para realizar el proceso de la soldadura.

Cortatubos:

Es una herramienta sencilla, constituida de dos partes; una fija y otra móvil en la parte fija se encuentran dos rodillos guía que sirven de asiento a la tubería y en la parte móvil existe un disco o cuchilla de acero que se desplaza por medio de un husillo roscado con empuñadura. La mayoría de estos cortatubos llevan consigo una cuchilla triangular que sirve para eliminar las rebabas una vez efectuado el corte.

El manejo de esta herramienta es sencillo, primeramente se coloca el tubo sobre los rodillos guía, posteriormente se hace desplazar el disco o cuchilla, que realizará el corte; para esto se hace girar el cortatubos hacia afuera lo que permitirá el desplazamiento del disco por medio de la empuñadura cada vez que se haga girar éste. Para efectuar cortes en tuberías de diámetros mayores de 4" se pueden efectuar con una segueta de diente fino teniendo cuidado de usar una guía para realizar cortes a escuadra.

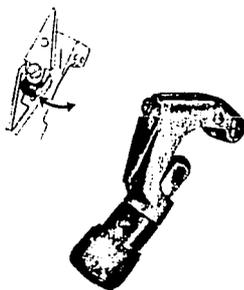


Fig. 13 Cortatubo.

Escariadores:

Para eliminar la rebaba que resulte del corte, se puede hacer con la cuchilla triangular que trae consigo el cortatubos o bien con los escariadores en forma de barril (fig. 14) que en su interior llevan un cono formado por tres cuchillas. La parte inferior del cono sirve para eliminar la rebaba exterior del tubo; y la parte exterior para eliminar la rebaba interior del tubo y esto se logra solamente, asentando el tubo sobre el cono y haciéndolo girar.

Si los diámetros de la tubería son muy grandes, puede usarse una lima de media caña.



Fig. 14 Escariador.

Abocinador:

El abocinador es una herramienta que sirve para trabajar la tubería flexible; es la que expansiona o abocarda en forma cónica (45°) los extremos del tubo que han de apoyarse sobre los chaflanes de la conexión. Esta herramienta consta de dos partes, una fija y otra móvil, la parte fija es un bloque metálico dividido en dos mitades iguales que giran por medio de una bisagra, además tiene una serie de orificios graduados exactamente al diámetro exterior de las tuberías a expansionar; la parte móvil se compone de un mandril cónico a 45° que se desplaza por medio de un maneral y sirve para centrar al tubo a expansionar, (fig. 15).

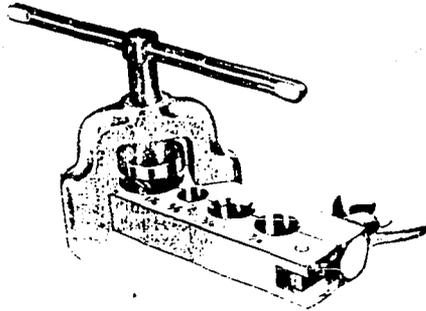


Fig. 15 Abocinador.

Expansionadores:

Una de estas herramientas es casi similar a la de abocinar, difiere únicamente en el mandril, el cual no es cónico sino cilíndrico dicho mandril existe en diferentes medidas en las que su diámetro exterior está calibrado exactamente al diámetro exterior de la tubería a ensanchar, (fig. 16).

El otro tipo de herramienta es de golpe y se compone de una serie de mandriles de golpe que van en diámetros de 1/4" a 5/8", (fig. 17).

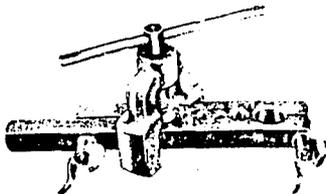


Fig. 16 Expansor.

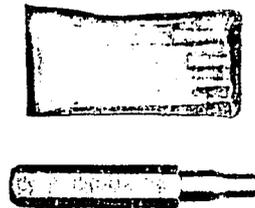


Fig. 17 Mandriles de golpe.

Dobladores:

El doblador de tubería más sencillo que realiza doblados es el manual; consiste de un muelle de alambre acerado en forma espiral (fig. 18) comúnmente conocido como doblador de gusano; éste se expide en juegos que van de 1/4 a 5/8" de diámetro exterior. Se marcan en el tubo las señales entre las que se va a producir el doblado se introduce el tubo en el interior del doblador de muelle centrando las marcas hechas y se le va dando poco a poco la curva que se desee.

Otros dobladores que ya tienen ciertos principios de mecánica manual y muy útiles cuando hay que sistematizar el trabajo de doblar, están basados en lo siguiente: una mordaza que sujeta el tubo y lo afirma; un disco cuya periferia tiene forma exterior del tubo a doblar; una placa giratoria desde el centro del disco con el extremo en forma de media caña y que se acopla al tubo que se va doblando en todo el recorrido de la vuelta, (fig. 19).

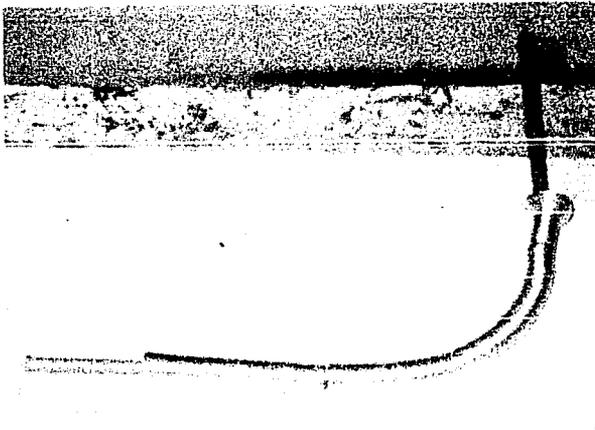


Fig 18 Doblador de gusano.

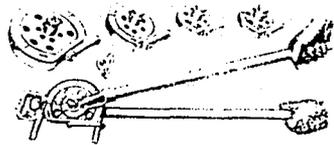


Fig. 19 Doblador mecánico.

II.3.2 Soldadura capilar.

Las soldaduras son aleaciones de dos o más metales que en diferentes proporciones se emplean para unir piezas, ya sea por calor directo o por la temperatura alcanzada por las mismas.

Como norma se dice que las soldaduras funden a temperaturas menores que las piezas metálicas a unir; por tal motivo, no todos los metales se pueden alear para formar soldaduras: primero, por fundir a elevadas temperaturas; segundo por carecer de resistencia adecuada a la presión o tensión y tercero, por no aceptar la aleación o liga con las piezas metálicas a unir.

Al sistema de unión de las tuberías de cobre se les denomina SOLDADURA CAPILAR y se le denomina así, ya que el espacio que existe entre tuberías y conexión a unir, es tan pequeño que se compara con el grosor de un cabello; mientras más pequeño sea dicho espacio, con mayor facilidad se ejercerá la capilaridad.

El fenómeno físico de la capilaridad consiste en lo siguiente: cualquier líquido que moje a un cuerpo sólido tiende a deslizarse por la superficie de este, independientemente de la posición en que se encuentre.

II.3.3 Soldaduras blandas y fuertes.

II.3.3.1 Soldaduras blandas.

La seguridad de una unión realizada con soldadura blanda depende de la facilidad de mojado de la aleación en estado fundido y de la acción capilar que aspira la aleación en el intersticio de la unión.

Estas soldaduras tienen su punto de fusión abajo de los 450°C, en el grupo de estas soldaduras existen tres de uso muy común y se emplean de acuerdo al fluido a conducir.

- Soldadura 40:60.- Soldadura compuesta de 40% de estaño por 60% de plomo, se recomienda usarla en instalaciones de agua fría y caliente en casas de interés social y de tipo residencial, en edificios habitacionales y comerciales.
- Soldadura 50:50.- Soldadura compuesta de 50% de estaño por 50% de plomo, se recomienda emplearla en instalaciones hidráulicas de casas de interés social y residencial, en edificios habitacionales y comerciales; en vapor se recomienda a presiones máximas de 0.5 kg/cm².
- Soldadura 95:5.- Soldadura compuesta de 95% de estaño por 5% de antimonio, se recomienda en instalaciones de vapor húmedo a presiones máximas de 1 kg/cm², su uso son en clínicas, hospitales, baños públicos, etc., también se recomienda en instalaciones de gas, ya sea natural o L.P.; en la conducción de aire acondicionado y calefacción. Otra aplicación que tiene es en aquellas líneas en las que se pudiera llegar a congelar el agua.

Al aplicar cualquiera de las soldaduras blandas se hace indispensable hacer uso de pasta fundente, dicha pasta debe tener la característica de ser anticorrosiva o exclusiva para soldar tubería de cobre. Las funciones que desempeña la pasta fundente son: evita la oxidación del cobre como metal cuando se aplica el calor y rompe la tensión superficial para facilitar el corrimiento de la soldadura.

El material necesario para realizar una unión de tubería de cobre y conexiones soldables es:

- Cortatubos o segueta de 32 dientes por pulgada.
- Rimador o lima de media caña.

- Lana de acero fina o lija de esmeril de grano fino.
- Pasta fundente.
- Soldadura.
- Soplete.

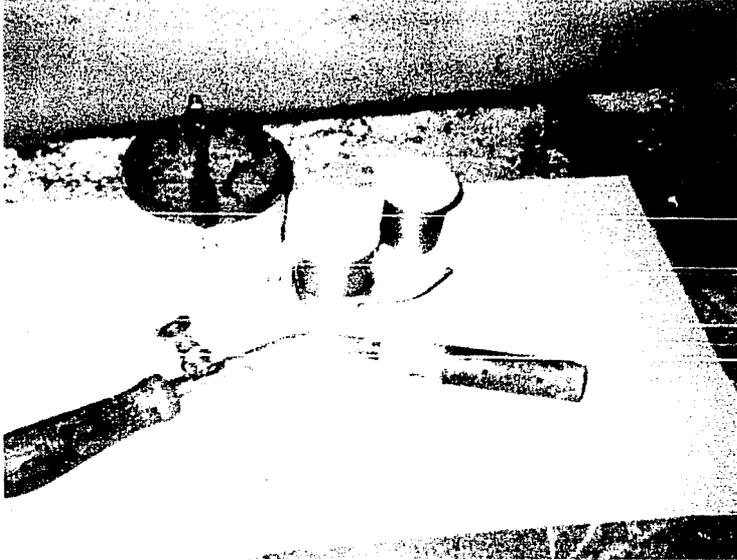


Fig. 20 Pasta fundente, lija, soldadura y soplete.

Para realizar una buena unión con tubería y conexiones de cobre, deberán seguirse los siguientes pasos:

- 1.- Cortar con el cortatubos o en caso de usar segueta, emplear una guía para obtener un corte a escuadra, y de esta manera tener asiento perfecto entre el extremo del tubo y el tope que tiene la conexión en su interior, (fig. 21).

- 2.- Limpiar la rebaba que se haya formado al realizar el corte, esto se logra por medio del rimador o la lima, (fig. 22).
- 3.- Limpiar perfectamente el interior de la conexión y el exterior del tubo, con la lija de esmeril, (fig. 23).
- 4.- Aplicar una capa delgada y uniforme de pasta fundente en el exterior del tubo, esto se hace con una brocha, (fig. 24).
- 5.- Introducir el tubo en la conexión hasta el tope, girando a uno y otro lado para que la pasta se extienda uniformemente, (fig. 25).
- 6.- Aplicar la flama del soplete en la unión, tratando de realizar un calentamiento uniforme; si es necesario, girar el soplete lentamente alrededor de la unión y probando con la punta de la soldadura la temperatura de fusión, después retirar la flama cuando se coloque la soldadura, (fig. 26).
- 7.- Cuando se llegue a la temperatura de fusión de la soldadura, ésta pasará al estado líquido que fluirá por el espacio capilar; cuando éste se encuentre ocupado por la soldadura, se formará un anillo alrededor de la conexión lográndose soldar perfectamente, (fig. 27).
- 8.- Finalmente quitar el exceso de soldadura con estopa seca, haciendo esta operación únicamente rozando las piezas unidas, es decir sin provocar ningún movimiento en éstas, que de hacerlo podrían fracturar la soldadura que está solidificando, (fig. 28).



Fig. 21 Corte del tubo.

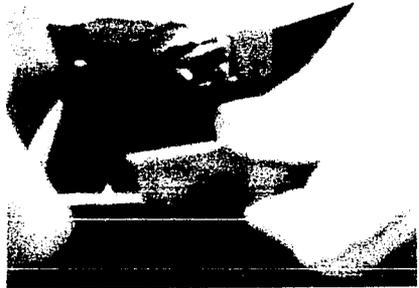


Fig. 22 Rimado del tubo.

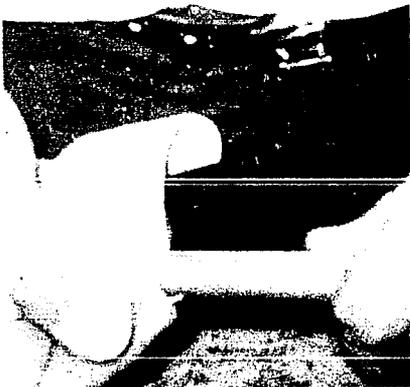


Fig. 23 Limpieza del tubo.

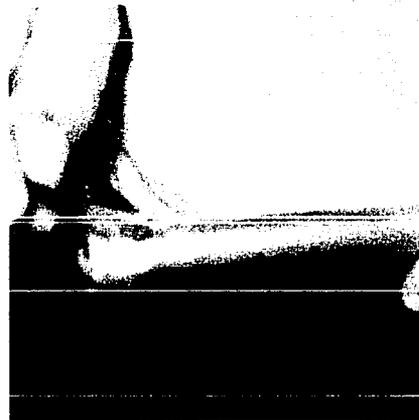


Fig. 24 Aplicación de pasta fundente.



Fig. 25 Ensamblado de piezas.

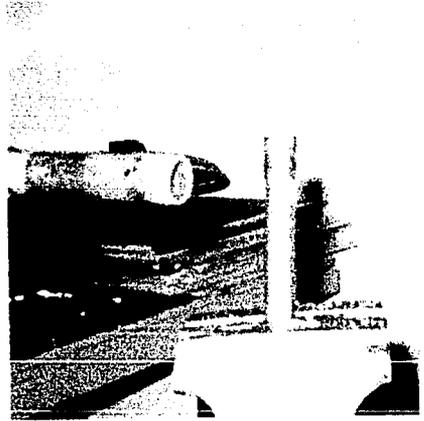


Fig. 26 Aplicación de calor.



Fig. 27 Aplicación de
soldadura.

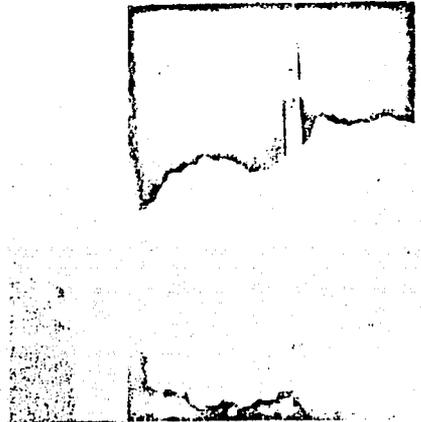


Fig. 28 Limpieza de la
unión.

II.3.3.2 Soldaduras fuertes.

Cuando los tubos deban soportar condiciones más severas, las uniones se realizan con soldaduras, generalmente de alto contenido de plata, llamadas fuertes, con temperaturas de fusión entre 600°C y 800°C.

La temperatura a la que la aleación empieza a fundir es conocida como temperatura de principio de fusión. La aleación estará totalmente fundida cuando se haya alcanzado una temperatura suficiente llamada temperatura de final de fusión, que es la temperatura mínima a la cual se puede realizar la soldadura fuerte. La diferencia entre las temperaturas inicial y final de fusión se llama intervalo de fusión, y es de gran importancia para la elección del material de aportación, como índice de la velocidad de solidificación una vez realizada la soldadura.

Los materiales más usados para la soldadura fuerte de los tubos de cobre se pueden dividir en dos clases: aleaciones que contienen elevados porcentajes de plata y aleaciones cobre-fósforo.

Para obtener los mejores resultados en la ejecución de la soldadura fuerte conviene observar las siguientes recomendaciones: Las operaciones de medida, corte, rebabado, calibrado y limpieza se realizan como se ha indicado para la soldadura blanda. Las demás operaciones tienen diferencias, los desoxidantes para soldadura fuerte se encuentran normalmente en forma de polvos, que pueden ser diluidos en agua para obtener una pasta, que así puede ser aplicada más fácilmente sobre las superficies limpias del extremo del tubo y alojamiento de la conexión mediante un pincel. El polvo se adhiere al hilo de soldadura si éste está suficientemente caliente; el hilo así revestido se hace rodar a lo largo del collarín de la unión, previamente calentada; así se obtiene la fusión del desoxidante, que penetra en el intersticio entre el tubo y la conexión precediendo a la aleación de soldadura.

Para la soldadura fuerte es necesario calentar las piezas que se han de unir hasta la temperatura correspondiente al punto de fusión del metal de aportación utilizado.

II.3.4 Sistemas de unión para tuberías de cobre de temple flexible.

Los sistemas de unión para tuberías flexibles; flare 45° (abocinado 45°) o compresión por medio de arandelas de latón o neopreno difieren completamente del sistema de unión soldable para tuberías rígidas, precisamente porque son flexibles y permiten movimiento en las instalaciones.

Estos dos sistemas de unión están diseñados para unir las tuberías flexibles con: aparatos, accesorios, tuberías flexibles y rígidas sin restar resistencia a la presión, permitiendo el movimiento en éstas.

Estas uniones en cualquiera de los dos sistemas se realizan por medio de compresión a base de elementos roscados, y se forman con una conexión base y una tuerca cónica de unión que es la que se ajusta, estas tuercas cónicas de unión tienen una extensión o brazo en la misma que refuerza la unión en los posibles movimientos, evitando el estrangulamiento de la tubería.

II.3.4.1 Sistema flare 45°.

Este proceso consiste en la realización de un abocinado o ensanchamiento cónico a 45° en los extremos de la tubería flexible; esto se logra con una herramienta especial llamada abocinador o avellanador. El extremo abocinado de la tubería, conteniendo ya la tuerca cónica, ensambla perfectamente en el chaflán de la cone---

xión base, que a medida que va ajustándose logra un hermetismo en la junta, (fig. 29).

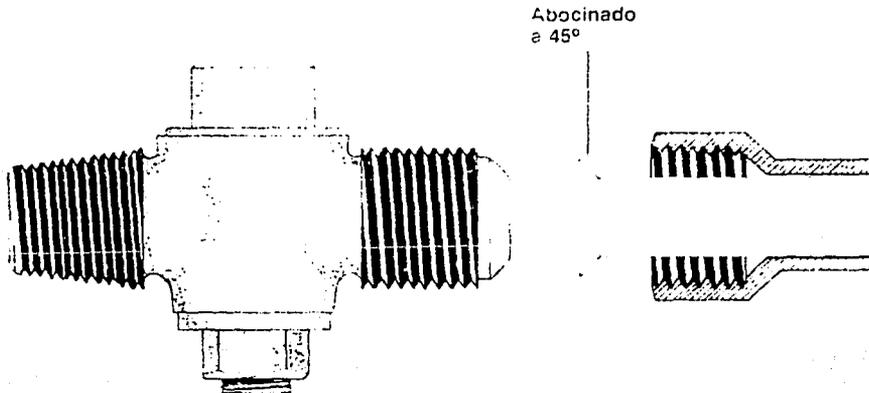


Fig. 29 Sistema de unión flare a 45°.

A continuación se indican los pasos a seguir para las uniones -- flare a 45°:

- 1.- Desenrollar únicamente la cantidad de tubería necesaria.
- 2.- Usar el cortatubos a la longitud deseada, sin hacer mucha presión en el tubo.
- 3.- Remover la rebaba creada por el corte en el tubo.
- 4.- Colocar la tuerca cónica de unión en el tubo antes de proceder a las siguientes operaciones.
- 5.- Introducir el extremo del tubo en el orificio adecuado del abocinador, haciendo que sobresalga el tubo 1/8" de la superficie del bloque.
- 6.- Apretar el cono sobre la parte del tubo que sobresale del bloque hasta que éste asiente sobre el bisel formado.
- 7.- Retirar la herramienta y centrar la campana con el chaflán de la conexión, apretando la tuerca cónica de unión.

II.3.4.2 Sistema de compresión.

La unión a compresión con arandela de latón o neopreno, no requiere de abocinado en el extremo de la tubería, simplemente se hace un buen rebabado del corte y se ensambla hasta el tope de la conexión; se incluyen en éstas una arandela de latón o neopreno. A continuación se indica el procedimiento de operación para uniones a compresión:

- 1.- Desenrollar únicamente la cantidad de tubería necesaria.
- 2.- Usar el cortatubos, sin hacer mucha presión en el tubo.
- 3.- Remover la rebaba creada por el corte en el tubo.
- 4.- Colocar la tuerca cónica de unión en el tubo antes de proceder a las siguientes operaciones.
- 5.- Colocar la arandela en el tubo, cuidando de limpiar bien éste de tierra y polvo, para que la arandela actúe bien.
- 6.- Introducir el tubo en la parte correspondiente cuidando de que llegue al tope, una vez hecho esto se procede a apretar la tuerca de unión, la que al ir ajustándose provocará el estrangulamiento de la arandela.

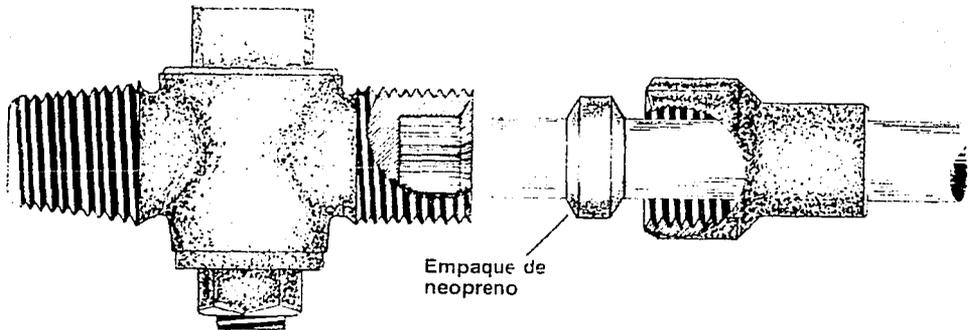


Fig. 30 Sistema de compresión.

II.3.4.3 Ventajas de las uniones flare 45° y compresión.

- En caso de que se requiera realizar de nuevo la operación, permite desunir y reutilizar las conexiones, sin ninguna dificultad.
- Para instalaciones con mucho movimiento, tiene una alta resistencia a las vibraciones o movimientos bruscos.
- Se realizan con un menor número de herramientas y menos tiempo de operaciones que otros tipos de unión.
- Las uniones realizadas, por su diseño resisten altas presiones de trabajo y no permiten fugas.
- Establecen continuidad de flujo.

II.3.5 Colocación de las tuberías.

Puesto que proporcionarán un servicio muy prolongado y durarán por lo menos, tanto como el inmueble, las tuberías de cobre se deben colocar cuidadosamente. Para hacer bien este trabajo hay que tener en cuenta las tres reglas siguientes:

- 1.- Realizar uniones que sean perfectamente herméticas, sin remiendos de ninguna clase.
- 2.- Apoyar las tuberías de modo que el peso de los tubos cargue sobre los soportes y no sobre las uniones.
- 3.- Tomar las medidas necesarias para libre contracción y dilatación de los tubos por los cambios de temperatura.

Los tubos de cobre se fijarán a lo largo de las paredes o se colgarán del techo por medio de soportes, (fig. 31).

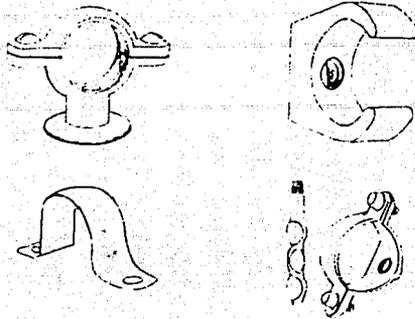


Fig. 31 Diferentes tipos de soportes.

Los soportes serán de latón o de cobre, o en su defecto de cualquier otro material no ferroso; para evitar que se oxide y dure así indefinidamente.

Las tuberías verticales deberán sujetarse de los bordes de las losas o a travesaños metálicos por medio de soportes y deberán anclarse con taquetes expansores o anclas para herramienta de impacto. La separación entre los elementos de suspensión en las tuberías verticales deberán ser igual a la altura de un entrepiso. Cuando dicha separación exceda de 3 m. deberá colocarse un soporte intermedio anclado a los muros.

Las tuberías horizontales deberán suspenderse de las trabes, viguetas o de las losas usando soportes anclados con taquetes expansores y tornillos. Las tuberías agrupadas se suspenderán de largueros metálicos con tirantes anclados a las losas. Los soportes deberán soportar la tubería en las proximidades de válvulas, filtros, etc.; nunca deberán descansar estos accesorios sobre la soportaría.

Ninguna tubería deberá quedar ahogada en elementos estructurales como trabes, losas, etc.; pero sí podrán cruzar a través de dichos elementos, en cuyo caso será indispensable dejar preparaciones para el paso de las tuberías.

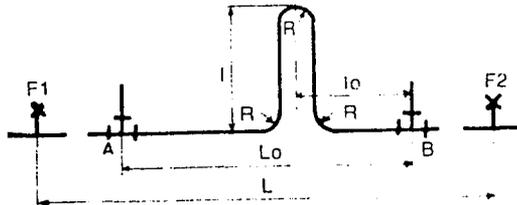
Estas preparaciones se harán dejando huecos cuadrados o rectangulares, según se trate de una o varias tuberías, siempre considerando el espacio suficiente para alojarlas y forrarlas si es necesario.

II.3.6 Dilatación.

Cuando se calienta un cuerpo sólido, la energía cinética de sus átomos aumenta de tal modo que la distancia entre las moléculas crece, expandiéndose así el cuerpo, o contrayéndose si éste es en friado. Estas expansiones y contracciones causadas por variación de temperatura en el medio que le rodea debe tomarse en cuenta - siempre en un diseño.

Por lo tanto, las tuberías que están expuestas a variaciones de temperatura, sufren de este fenómeno y deben ser sujetadas adecuadamente, de modo que se pueda dilatar y contraer con los cambios de temperatura. Esto se logra sosteniendo las tuberías mediante soportes y no empotrándolas rígidamente. Si las tuberías para agua caliente van empotradas es necesario dejar espacio libre alrededor de los tubos, y sobre todo en los extremos, lo que se logra forrando las tuberías con un revestimiento, impermeable al cemento o al yeso. El espesor del revestimiento no será solamente función del aislamiento deseado sino también de la dilatación que ha ya que permitir. Esto se ha de tener en cuenta principalmente en las curvas y derivaciones, para que puedan desplazarse libremente.

Hay que disponer las cosas de modo que haya una posibilidad de libre movimiento entre dos puntos fijos; se consigue con cambios de dirección de las tuberías o liras de radio suficiente, (fig. 32).



- L.- Distancia entre los puntos fijos más próximos.
- L₀.- Distancia entre las derivaciones más próximas.
- l₀.- Distancia a la derivación más próxima.
- R.- Aprox. 3 veces el diámetro exterior del tubo.

Fig. 32 Ejemplo de lira de dilatación.

El coeficiente de dilatación térmica del cobre es $17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ de 20°C a 100°C , lo que significa que un metro de tubo se alarga - 1.70 mm. cuando su temperatura aumenta 100°C , por lo tanto, es necesario tomar en cuenta este factor en el montaje de tuberías de cobre.

II.3.7 Prefabricación.

La prefabricación se define como la habilitación de elementos fuera de obra, permitiendo ahorro en los tiempos de entrega y reducción en los costos debido a: su habilitación simultánea a la construcción, al ahorro y control de los materiales y a la optimización de los rendimientos de los tiempos y movimientos en la mano de obra. Esto provoca el disponer de espacios alternos adecuados

para la realización de los elementos. Para poder ser rentable el utilizar este sistema, se requiere de un alto volumen de producción que permita costos más bajos que el de los sistemas tradicionales.

En los sistemas de prefabricación se consideran tres etapas: Estudios de gabinete, Habilitación en taller y Montaje en obra.

Estudios de gabinete.

- 1.- Diseño.
- 2.- Cálculo.
- 3.- Especificación de materiales y diámetros.
- 4.- Estudio de arneses.
- 5.- Programa de cortes de tramos.

Habilitación en taller.

- 1.- Almacén de tubería.
- 2.- Corte.
- 3.- Clasificación y almacenamiento.
- 4.- Preparación de tubería.
- 5.- Almacén de conexiones, accesorios y válvulas.
- 6.- Preparación de conexiones, accesorios y válvulas.
- 7.- Montaje de arneses.
- 8.- Almacén de soldaduras y fundentes.
- 9.- Soldadura.
- 10.- Control de calidad.
- 11.- Almacén de productos terminados.
- 12.- Transportación a obra.

Montaje en obra.

- 1.- Montaje en obra.
- 2.- Prueba de hermeticidad.

II.3.8 Acabado de las instalaciones.

Las tuberías de cobre se pueden dejar acabadas de diversas formas. Se pueden pintar, puesto que la pintura se adhiere perfectamente sobre el cobre y forma una superficie lisa.

Se pueden presentar también pulidas, niqueladas o cromadas. La ejecución de estas operaciones exige el desmontado de las tuberías después de colocadas, por lo que será necesario ensamblarlas con conexiones desmontables.

Si las tuberías van a quedar pulidas tendrán que ser desengrasadas con gasolina, después de la operación de pulido, y revestidas a pistola o pincel, con un barniz acrílico incoloro que garantice la conservación posterior.

Cuando las tuberías van a quedar colocadas en el exterior, estas se pueden aislar de la forma como se muestra en la figura 33.

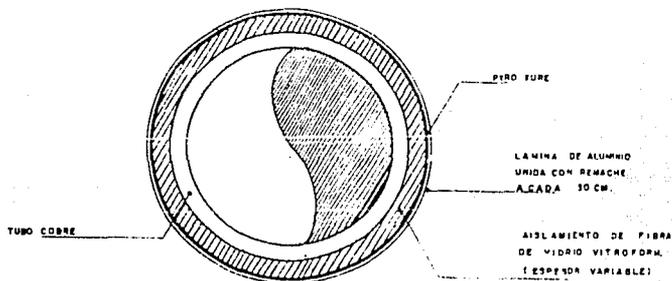


Fig. 33 Aislamiento para tuberías en exteriores.

II.3.9 Contacto con otros materiales.

II.3.9.1 Materiales de construcción.

El cobre resiste muy bien a la acción de los materiales empleados en la construcción de edificios: cal, hormigón, cemento, yeso, etc. El tubo de cobre puede estar en contacto con estos materiales.

Los casos en que puede existir peligro de corrosión son raros y muy específicos. Se trata de los suelos de tipo terrazo y los hormigones ligeros especiales emulsionados con productos amoniacales. En estos casos se utilizarán tubos de cobre aislado.

En todos los demás casos no hay ningún riesgo de corrosión de las tuberías de cobre bajo la acción de estos materiales.

II.3.9.2 Circuitos mixtos cobre-hierro.

Si se tiene una instalación recorrida por agua que primero encuentra una tubería de cobre y luego una de hierro, las partículas de cobre, disueltas en forma de iones en el agua, tenderán a precipitarse sobre el tubo de hierro, formando cobre de cementación, disolviendo el hierro, eventualmente hasta la perforación del tubo.

Respecto a este tipo de corrosión se aplica una regla obligatoria:

"En un circuito mixto hierro-cobre el hierro debe estar situado siempre aguas arriba del cobre, con relación al sentido de circulación del agua".

El hierro situado aguas arriba puede producir la suspensión en el agua de partículas de óxido que serán arrastradas por la corriente y pueden depositarse sobre el cobre. Estos depósitos pueden

provocar la corrosión por aireación diferencial, ya que las partes debajo de las partículas de óxido depositadas no están en contacto con el agua fresca rica en oxígeno y presentan un potencial diferente. Entonces se puede producir la perforación del tubo de cobre.

En vista de lo que antecede se podría pensar si lo mejor no sería renunciar a las instalaciones mixtas. Pero esta idea es de difícil aplicación, ya que existen muchas razones técnicas, prácticas y económicas que justifican los circuitos mixtos.

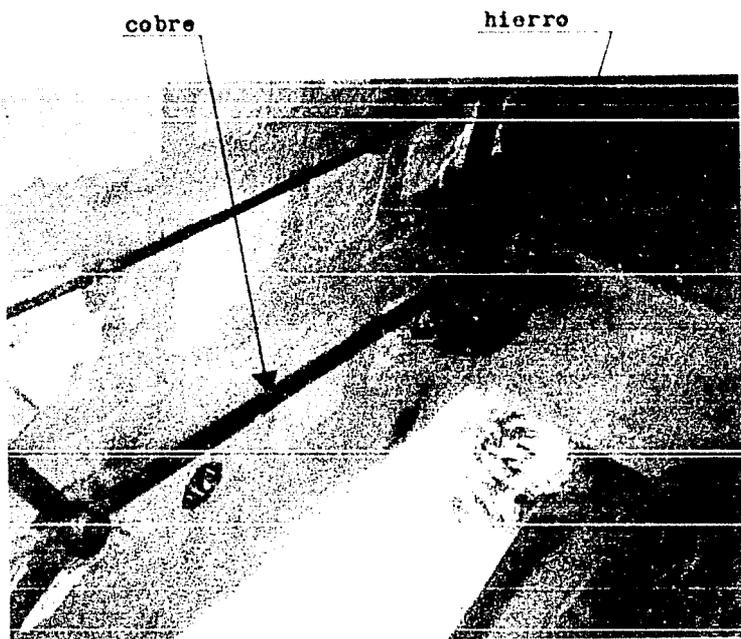


Fig. 34a Ejemplo de instalación mixta.

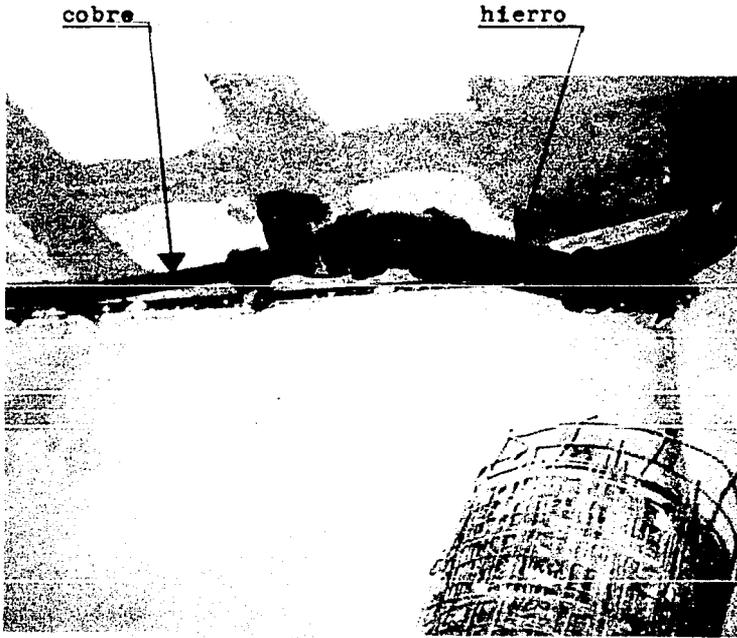


Fig. 34b Ejemplo de instalación mixta.

CAPITULO III

COSTOS

III.1 COSTOS DE MATERIALES DE COBRE.

III.1.1 Tubería de cobre.

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tubo flexible 15.24 m. 1/8"	pza	23,970
Tubo flexible 15.24 m. 3/16"	pza	37,129
Tubo flexible 15.24 m. 3/4"	pza	193,006
Tubo flexible 15.24 m. 3/8"	pza	82,594
Tubo flexible 15.24 m. 5/16"	pza	67,196
Tubo flexible 15.24 m. 5/8"	pza	257,811
Tubo flexible 15.24 m. 1/2"	pza	115,208
Tubo flexible 15.24 m. 1/4"	pza	42,232
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/2"	ml	4,860
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/4"	ml	2,099
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/8"	pza	23,970
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/16"	pza	26,254
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/4"	pza	124,064
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/4" L	ml	10,959
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/4" L	pza	167,015
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/8"	ml	3,322
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/8"	pza	71,587
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/8" L	ml	5,581
Tubo flexible rollo 15.24 m. 3/8" L	pza	85,100
Tubo flexible rollo 15.24 m. 5/16"	ml	2,834
Tubo flexible rollo 15.24 m. 5/16"	pza	61,085
Tubo flexible rollo 15.24 m. 5/8"	ml	6,656
Tubo flexible rollo 15.24 m. 5/8"	pza	143,465
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/2"	pza	104,738
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/2" L	ml	6,798
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/2" L	pza	103,600

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/4"	pza	45,240
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/4" L	ml	3,551
Tubo flexible rollo 15.24 m. 1/4" L	pza	54,119
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/2" M	ml	23,295
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/4" M	ml	16,901
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/2" K	ml	39,298
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/2" K	pza	239,715
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/2" L	ml	29,661
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/2" L	pza	180,933
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/2" M	pza	142,101
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/4" K	ml	29,920
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/4" K	pza	182,513
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/4" L	ml	22,902
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/4" L	pza	139,700
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1 1/4" M	pza	103,096
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1" K	ml	25,632
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1" K	pza	156,354
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1" L	ml	17,133
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1" L	pza	104,511
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1" M	ml	12,132
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1" M	pza	74,006
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/2" M	ml	4,406
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/4" M	ml	2,800
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2 1/2" M	ml	59,635
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2 1/2" M	pza	369,775
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2 1/2" L	ml	77,435
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2 1/2" L	pza	472,356
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2" K	ml	59,261
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2" K	pza	361,495

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2" L	ml	45,526
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2" L	pza	277,707
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2" M	ml	36,112
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 2" M	pza	220,286
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3" L	ml	103,561
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3" L	pza	631,721
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3" M	ml	80,029
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/4" K	ml	19,496
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/4" K	pza	118,928
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/4" L	ml	11,008
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/4" L	pza	67,147
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/4" M	ml	7,145
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/4" M	pza	43,585
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/8" K	ml	8,074
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/8" K	pza	49,254
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/8" L	ml	5,207
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/8" L	pza	31,760
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/8" M	ml	3,546
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 3/8" M	pza	21,632
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 4" L	ml	167,983
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 4" L	pza	1,024,699
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 4" M	ml	139,170
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 4" M	pza	848,934
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 5/8" K	ml	13,088
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 5/8" K	pza	79,837
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 5/8" L	ml	9,517
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 5/8" L	pza	58,052
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 5/8" M	ml	6,192
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 5/8" M	pza	37,773

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/2" K	ml	10,419
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/2" K	pza	63,554
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/2" L	ml	6,894
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/2" L	pza	42,055
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/2" M	pza	26,087
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/4" L	ml	3,658
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/4" L	pza	22,312
Tubo rígido p/agua 6.1 m. 1/4" M	pza	17,081

III.1.2 Conexiones.

PRODUCTO	U.	PRECIO
Codo cac 45 grados 100 mm	pza	86,136
Codo cac 45 grados 10 mm	pza	2,575
Codo cac 45 grados 13 mm	pza	1,060
Codo cac 45 grados 19 mm	pza	1,810
Codo cac 45 grados 25 mm	pza	4,585
Codo cac 45 grados 32 mm	pza	6,300
Codo cac 45 grados 38 mm	pza	7,690
Codo cac 45 grados 51 mm	pza	12,645
Codo cac 45 grados 75 mm	pza	40,950
Codo cac 90 grados 100 mm	pza	85,850
Codo cac 90 grados 10 mm	pza	1,420
Codo cac 90 grados 13 mm	pza	455
Codo cac 90 grados 19 mm	pza	985
Codo cac 90 grados 25 mm	pza	2,885
Codo cac 90 grados 32 mm	pza	5,360
Codo cac 90 grados 38 mm	pza	6,995
Codo cac 90 grados 51 mm	pza	13,120
Codo cac 90 grados 75 mm	pza	36,140

PRODUCTO	U.	PRECIO
Codo cac int. red. 90° 13X10 mm	pza	4,333
Codo cac int. red. 90° 19X13 mm	pza	2,837
Codo cac int. red. 90° 25X13 mm	pza	4,536
Codo r/ext. 90 grados 13 mm	pza	2,955
Codo r/ext. 90 grados 19 mm	pza	4,185
Codo r/ext. 90 grados 25 mm	pza	9,090
Codo r/ext. 90 grados 3/8	pza	3,700
Codo r/ext. 90 grados 32 mm	pza	12,100
Codo r/ext. 90 grados 38 mm	pza	16,650
Codo r/ext. 90 grados 51 mm	pza	26,645
Codo r/int. 90 grados 10 mm	pza	3,920
Codo r/int. 90 grados 13 mm	pza	2,555
Codo r/int. 90 grados 19 mm	pza	4,405
Codo r/int. 90 grados 25 mm	pza	9,490
Codo r/int. 90 grados 32 mm	pza	15,985
Codo r/int. 90 grados 38 mm	pza	17,285
Codo r/int. 90 grados 51 mm	pza	36,800
Conector cint/rext red. 10X13 mm	pza	5,555
Conector r/ext. red. 13X10 mm	pza	4,708
Conector r/ext. red. 13X19 mm	pza	2,799
Conector r/int. red. 10X13 mm	pza	3,368
Conector r/int. red. 13X19 mm	pza	3,055
Conector r/ext. 64 mm	pza	34,455
Conector r/ext. 75 mm	pza	44,225
Conector r/ext. 100 mm	pza	104,800
Conector r/ext. 10 mm	pza	3,110
Conector r/ext. 13 mm	pza	1,020
Conector r/ext. 19 mm	pza	1,755
Conector r/ext. 25 mm	pza	5,225
Conector r/ext. 32 mm	pza	7,740

PRODUCTO	U.	PRECIO
Conector r/ext. 38 mm	pza	8,995
Conector r/ext. 51 mm	pza	15,170
Conector r/ext. red. 13 mm	pza	5,570
Conector r/ext. red. 19 mm	pza	6,725
Conector r/ext. red. 25 mm	pza	7,100
Conector r/int. 100 mm	pza	127,580
Conector r/int. 10 mm	pza	4,160
Conector r/int. 13 mm	pza	1,805
Conector r/int. 19 mm	pza	2,630
Conector r/int. 25 mm	pza	5,485
Conector r/int. 32 mm	pza	9,035
Conector r/int. 38 mm	pza	13,985
Conector r/int. 51 mm	pza	19,030
Conector r/int. 64 mm	pza	40,635
Conector r/int. 75 mm	pza	48,770
Conector r/int. red. 13 mm	pza	3,450
Conector r/int. red. 19 mm	pza	3,545
Conector r/int. red. 25 mm	pza	3,700
Cople cac 100 mm	pza	45,650
Cople cac 10 mm	pza	1,105
Cople cac 13 mm	pza	530
Cople cac 19 mm	pza	1,205
Cople cac 25 mm	pza	2,425
Cople cac 32 mm	pza	3,385
Cople cac 38 mm	pza	4,635
Cople cac 51 mm	pza	6,880
Cople cac 64 mm	pza	12,680
Cople cac 75 mm	pza	23,435
Cople cac int. 10 mm	pza	995
Cople cac int. 19 mm	pza	5,700

PRODUCTO	U.	PRECIO
Cruz cac 100 mm	pza	440,175
Cruz cac 13 mm	pza	6,470
Cruz cac 25 mm	pza	22,870
Cruz cac 38 mm	pza	40,780
Cruz cac 51 mm	pza	63,365
Cruz cac 64 mm	pza	133,152
Cruz cac 75 mm	pza	190,980
Cruz cac 32 mm	pza	30,775
Cruz cac 19 mm	pza	12,640
Reducción bush 13 mm	pza	910
Reducción bush 19 mm	pza	1,560
Reducción bush 25 mm	pza	2,800
Reducción bush 32 mm	pza	4,125
Reducción bush 38 mm	pza	5,680
Reducción bush 51 mm	pza	10,890
Reducción bush 64 mm	pza	22,665
Reducción bush 75 mm	pza	28,445
Reducción bush 100 mm	pza	56,850
Tapón capa 100 mm	pza	48,495
Tapón capa 10 mm	pza	810
Tapón capa 13 mm	pza	405
Tapón capa 19 mm	pza	755
Tapón capa 25 mm	pza	1,735
Tapón capa 32 mm	pza	2,525
Tapón capa 38 mm	pza	3,645
Tapón capa 51 mm	pza	6,685
Tapón capa 64 mm	pza	16,175
Tapón capa 75 mm	pza	21,570
Tapón macho 100 mm	pza	53,320
Tapón macho 13 mm	pza	6,220

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tapón macho 19 mm	pza	4,585
Tapón macho 25 mm	pza	7,890
Tapón macho 32 mm	pza	9,825
Tapón macho 38 mm	pza	13,245
Tapón macho 51 mm	pza	14,750
Tapón macho 64 mm	pza	18,110
Tapón macho 75 mm	pza	26,765
Tee cac 100 mm	pza	163,840
Tee cac 10 mm	pza	3,405
Tee cac 15 mm	pza	850
Tee cac 19 mm	pza	1,810
Tee cac 25 mm	pza	7,095
Tee cac 32 mm	pza	11,230
Tee cac 38 mm	pza	15,585
Tee cac 51 mm	pza	24,450
Tee cac 64 mm	pza	50,655
Tee cac 75 mm	pza	75,985
Tee cac red. 13 mm	pza	4,460
Tee cac red. 19 mm	pza	2,410
Tee cac red. 38 mm	pza	12,275
Tee cac red. 51 mm	pza	18,495
Tee cac int. red. 10X10X13 mm	pza	4,905
Tee cac int. red. 13X13X10 mm	pza	4,905
Tee cac int. red. 19X13X13 mm	pza	2,381
Tee cac int. red. 19X13X19 mm	pza	2,381
Tee cac int. red. 19X19X13 mm	pza	2,381
Tee cac int. red. 19X19X25 mm	pza	2,381
Tee cac int. red. 25X13X13 mm	pza	7,321
Tee cac int. red. 25X13X19 mm	pza	7,321
Tee cac int. red. 25X13X25 mm	pza	7,321

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tee cac int. red. 25X19X13 mm	pza	7,321
Tee cac int. red. 25X19X19 mm	pza	7,321
Tee cac int. red. 25X19X25 mm	pza	7,321
Tee cac int. red. 25X25X13 mm	pza	7,321
Tee cac int. red. 25X25X19 mm	pza	7,321
Tee cac int. red. 25X25X32 mm	pza	10,707
Tee cac int. red. 32X19X25 mm	pza	10,707
Tee cac int. red. 32X19X32 mm	pza	10,707
Tee cac int. red. 32X25X19 mm	pza	10,707
Tee cac int. red. 32X32X19 mm	pza	10,707
Tee cac int. red. 32X32X25 mm	pza	10,707
Tee cac int. red. 32X32X38 mm	pza	10,707
Tee cac int. red. 38X25X25 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X25X32 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X25X38 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X32X25 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X32X32 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X32X38 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X38X13 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X38X19 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X38X25 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X38X32 mm	pza	12,139
Tee cac int. red. 38X38X51 mm	pza	18,292
Tee cac int. red. 51X32X32 mm	pza	18,292
Tee cac int. red. 51X32X38 mm	pza	18,292
Tee cac int. red. 51X32X51 mm	pza	21,036
Tee cac int. red. 51X38X32 mm	pza	21,036
Tee cac int. red. 51X38X38 mm	pza	21,036
Tee cac int. red. 51X51X25 mm	pza	18,292
Tee cac int. red. 51X51X32 mm	pza	18,292
Tee cac int. red. 51X51X38 mm	pza	24,182

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tee cac red. 25 mm	pza	7,405
Tee cac red. 32 mm	pza	10,820
Tee r/int. centro 10 mm	pza	3,630
Tee r/int. centro 13 mm	pza	4,635
Tee r/int. centro 19 mm	pza	6,135
Tee r/int. centro 25 mm	pza	15,990
Tee r/int. centro 32 mm	pza	20,360
Tee r/int. centro 38 mm	pza	28,005
Tee r/int. centro 51 mm	pza	43,355
Tee r/int. lado 13 mm	pza	4,280
Tee r/int. lado 19 mm	pza	6,765
Tee r/int. lado 25 mm	pza	13,075
Tee r/int. lado 32 mm	pza	15,640
Tee r/int. lado 38 mm	pza	20,540
Tee r/int. lado 51 mm	pza	39,230
Tuerca U cac 100 mm	pza	319,270
Tuerca U cac 10 mm	pza	9,015
Tuerca U cac 13 mm	pza	5,990
Tuerca U cac 19 mm	pza	7,675
Tuerca U cac 25 mm	pza	11,795
Tuerca U cac 32 mm	pza	14,965
Tuerca U cac 38 mm	pza	22,850
Tuerca U cac 51 mm	pza	32,945
Tuerca U cac 64 mm	pza	138,130
Tuerca U cac 75 mm	pza	248,480
Tuerca U r/ext. 13 mm	pza	10,212
Tuerca U r/ext. 19 mm	pza	23,355
Tuerca U r/ext. 25 mm	pza	43,690
Tuerca U r/ext. 32 mm	pza	64,645
Tuerca U r/ext. 38 mm	pza	70,426
Tuerca U r/ext. 51 mm	pza	125,825

PRODUCTO	U.	PRECIO
Tuerca U r/int. 10 mm	pza	10,065
Tuerca U r/int. 13 mm	pza	9,450
Tuerca U r/int. 19 mm	pza	13,870
Tuerca U r/int. 25 mm	pza	26,965
Tuerca U r/int. 32 mm	pza	47,660
Tuerca U r/int. 38 mm	pza	59,860
Tuerca U r/int. 51 mm	pza	99,165
Válvula de bola 200 lbs. 13 mm	pza	48,965
Válvula de bola 200 lbs. 19 mm	pza	59,670
Válvula de bola 200 lbs. 32 mm	pza	102,515
Yee cac 100 mm	pza	221,000
Yee cac 10 mm	pza	4,380
Yee cac 13 mm	pza	3,405
Yee cac 19 mm	pza	5,730
Yee cac 25 mm	pza	8,140
Yee cac 32 mm	pza	10,940
Yee cac 38 mm	pza	15,365
Yee cac 51 mm	pza	28,265
Yee cac 64 mm	pza	133,153
Yee cac 75 mm	pza	102,610

III.1.3 Conexiones para gas.

PRODUCTO	U.	PRECIO
Acoplador líquido 19 mm	pza	25,385
Campana niple 10X10 mm	pza	1,065
Campana niple 10X13 mm	pza	1,745
Campana niple 13X10 mm	pza	23,253
Campana niple 13X13 mm	pza	2,580
Campana niple 8X13 mm	pza	1,885

PRODUCTO	U.	PRECIO
Codo estufa 10X10 mm	pza	2,465
Codo estufa 10X13 mm	pza	3,565
Codo estufa 13X13 mm	pza	4,050
Codo terminal 10X10 mm	pza	1,965
Codo terminal 10X13 mm	pza	3,105
Codo terminal 13X10 mm	pza	3,380
Codo terminal 13X13 mm	pza	3,635
Globo para gas roscado 13 mm	pza	51,700
Globo para gas roscado 19 mm	pza	51,700
Niple terminal 10X10 mm	pza	1,340
Niple terminal 10X13 mm	pza	1,450
Niple terminal 13X10 mm	pza	1,960
Niple terminal 13X13 mm	pza	2,660
Niple unión 10 mm	pza	15,053
Niple unión 13 mm	pza	2,215
Niple unión 6 mm	pza	945
Pigtail 6X50 mm	pza	3,090
Punta pool 10X6 mm	pza	2,058
Regulador A.P. 1 m ³ /hr	pza	11,500
Regulador B.P. 5.38 m ³ /hr	pza	14,300
Regulador 1 vía	pza	16,445
Tanque de gas estac. cap. 3700 lt.	pza	4,288,189
Tee unión 10 mm	pza	2,950
Tee unión 13 mm	pza	3,320
Tuerca cónica 10 mm	pza	650
Tuerca cónica 13 mm	pza	1,285
Tuerca cónica 8 mm	pza	560
Tuerca cónica red. 10X8 mm	pza	910
Tuerca cónica red. 13X10 mm	pza	1,490
Tuerca izquierda para pigtail	pza	1,711

PRODUCTO	U.	PRECIO
Válvula de cilindro 32 mm	pza	18,800
Válvula de llenado 32 mm	pza	50,375
Válvula de paso 1/2" flere	pza	10,120
Válvula de paso 1/2" flere a sol.	pza	10,120
Válvula de paso 1/2" sold. a sold.	pza	10,040
Válvula de paso 10 mm	pza	10,000
Válvula de paso 13 mm	pza	10,320
Válvula de paso terminal 13 mm	pza	10,800
Válvula de serc. para tubo profundo	pza	26,775

Nota: Estos precios son vigentes a la fecha 18/octubre/1991.

III.2 ANALISIS DE COSTO DE UNA INSTALACION HIDRAULICA.

Analizando la instalación hidráulica del capítulo anterior (figura 10), se tiene la siguiente cuantificación.

Concepto	Unidad
Tubería de cobre tipo M de 13 mm	4.3 m
Tubería de cobre tipo M de 19 mm	25.0 m
Tubería de cobre tipo M de 25 mm	2.0 m
Tubería de cobre tipo M de 38 mm	0.4 m
Codo cac 90 grados de 19 mm	8 pzas.
Codo cac red. 90° 19X13 mm	6 pzas.
Tee cac de 19 mm	4 pzas.
Tee cac red. 25X38X19 mm	1 pza.
Tuerca U cac de 19 mm	2 pzas.
Válvula de compuerta con brida de 19 mm	2 pzas.
Válvula de compuerta con brida de 38 mm	1 pza.
Válvula de flotador de 13 mm	1 pza.
Válvula de seguridad de 19 mm	1 pza.
Llave para lavabo	4 pzas.
Tinaco de 1100 lts. de capacidad	1 pza.
Calentador eléctrico de 80 lts. de cap.	1 pza.

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>1</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>ml.</u>

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de tubo de cobre
Tipo "M" de 13 mm. de diámetro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Tubo rígido p/agua, "M" de 13 mm</u>	<u>1.030</u>	<u>ml</u>	<u>4,406</u>	<u>4,538</u>
COSTO POR MATERIALES				\$	<u>4,538</u>

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero más 1 ayudante</u>	<u>0.0176</u>	<u>Jos.</u>	<u>96,819</u>	<u>1,704</u>
COSTO POR MANO DE OBRA				\$	<u>1,704</u>

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE	
HERRAMIENTA MENOR	3	% MANO DE OBRA	3	%	
			1,704	51	
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$	<u>51</u>

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$	<u>6,293</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$	

PRECIO UNITARIO	\$
------------------------	-----------

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>2</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>ml.</u>

CONCEPTO <u>Suministro, instalación y prueba de tubo de cobre tipo "M" de 19 mm de diámetro.</u>

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Tubo sigda p/agua "M" de 19 mm</u>	<u>1.030</u>	<u>ml.</u>	<u>7,145</u>	<u>7,359</u>
COSTO POR MATERIALES				\$ <u>7,359</u>	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero más 1 ayudante</u>	<u>0.0279</u>	<u>Jos</u>	<u>96,819</u>	<u>2,701</u>
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ <u>2,701</u>	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR	<u>3</u>	% MANO DE OBRA	<u>3</u>	%
			<u>2,701</u>	<u>81</u>
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ <u>81</u>

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ <u>10,141</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$

PRECIO UNITARIO	\$
-----------------	----

ESTA TESIS DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>3</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>ml.</u>

CONCEPTO <u>Suministro, instalación y prueba de tubo de cobre</u> <u>Tipo "M" de 25 mm. de diámetro.</u>

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Tubo sigido plomo, "M" de 25 mm</u>	<u>1.030</u>	<u>ml.</u>	<u>12,132</u>	<u>12,496</u>
COSTO POR MATERIALES				\$ 12,496	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero más ayudante</u>	<u>0.0383</u>	<u>hrs.</u>	<u>96,819</u>	<u>3,708</u>
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ 3,708	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR	3	% MANO DE OBRA	3,708	111
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 111

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ 16,315
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$
PRECIO UNITARIO	\$

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>4</u> DE <u>16</u>
CODIGO: _____
UNIDAD: <u>ml.</u>

CONCEPTO <u>Suministro, instalacion y prueba de tubo de cobre</u> <u>tipo "4" de 38 mm de diametro</u>

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Tubo rigido p/agua, "4" de 38 mm</u>	<u>1.050</u>	<u>ml.</u>	<u>23,295</u>	<u>24,459</u>
COSTO POR MATERIALES				\$ 24,459	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero más ayudante</u>	<u>0.0792</u>	<u>hor</u>	<u>96,819</u>	<u>7,668</u>
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ 7,668	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR	3	% MANO DE OBRA	3	%
			<u>7,668</u>	<u>230</u>
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 230

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ <u>32,357</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$ _____

PRECIO UNITARIO	\$ _____
-----------------	----------

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>5</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>pieza.</u>

CONCEPTO <u>Suministro, instalación y prueba de cada</u> <u>cable a cobre de 90° de 19 mm. de diámetro.</u>

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Cable cac 90° . 19 mm.</u>	<u>1.0300</u>	<u>pieza</u>	<u>985</u>	<u>1.014</u>
	<u>Lija de esmeril fina</u>	<u>0.0160</u>	<u>hja</u>	<u>1,100</u>	<u>18</u>
	<u>Cassete de soldadura de 95 x 5</u>	<u>0.0160</u>	<u>pieza</u>	<u>18,300</u>	<u>293</u>
	<u>Pasta para soldar bote de 500 gr</u>	<u>0.0036</u>	<u>kg</u>	<u>8,800</u>	<u>32</u>
	<u>Estopa blanca extra aspera</u>	<u>0.0080</u>	<u>kg</u>	<u>1,698</u>	<u>14</u>
	<u>Gasolina nova y nova plus</u>	<u>0.0480</u>	<u>lt</u>	<u>710</u>	<u>34</u>
COSTO POR MATERIALES				\$ 1,405	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero más 1 ayudante</u>	<u>0.0149</u>	<u>hor</u>	<u>96,819</u>	<u>1,442</u>
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ 1,442	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR 3 % MANO DE OBRA	3	%	1,442	43
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 43

O. RA
LOCALIZACION
FECHA CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ 2,890
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$

PRECIO UNITARIO	\$
-----------------	----

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>6</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>pieza</u>

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de codo sobre a cobre reductor de 90° de 19 X 13 mm. de diámetro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Codo cac reductor 90° 19 X 13 mm</u>	<u>1.0300</u>	<u>pieza</u>	<u>2,837</u>	<u>2,922</u>
	<u>Lija de esmeril fina</u>	<u>0.0130</u>	<u>hja</u>	<u>1,100</u>	<u>14</u>
	<u>Carrete de soldadura de 9.5 X 5</u>	<u>0.0130</u>	<u>pieza</u>	<u>18,300</u>	<u>238</u>
	<u>Pasta para soldar bote de 500 grs</u>	<u>0.0029</u>	<u>kg</u>	<u>8,800</u>	<u>26</u>
	<u>Estopa blanca extra gruesa</u>	<u>0.0070</u>	<u>kg</u>	<u>1,698</u>	<u>12</u>
	<u>Gasolina nova y nova plus</u>	<u>0.0340</u>	<u>lt</u>	<u>710</u>	<u>28</u>
COSTO POR MATERIALES				\$ 3,240	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero mas 1 ayudante</u>	<u>0.0148</u>	<u>hor</u>	<u>96,819</u>	<u>1,433</u>
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ 1,433	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR	3	% MANO DE OBRA	1,433	43
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA			\$ 43	

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ <u>4,716</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$ _____
PRECIO UNITARIO	\$ _____

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. 7 DE 16
 CODIGO: _____
 UNIDAD: pieza

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de Tee
cobre a cobre de 19 mm. de diámetro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	Tee coc, 19mm.	1.0300	pieza	1,810	1,864
	Lija de esmeril fina	0.0240	hja	1,100	26
	Carrete de soldadura de 95x5	0.0240	pieza	18,300	439
	Pasta para soldar bate de 500 gr.	0.0054	kg	8,800	48
	Estopa blanca extra gruesa	0.0120	kg	1,698	20
	Gasolina nava y nava plus	0.0720	lt.	710	51
COSTO POR MATERIALES				\$ 2,448	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	1 of. plomero más 1 ayudante	0.0230	hor	96,819	2,227
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ 2,227	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR 3 % MANO DE OBRA	3	%	2,227	67
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 67

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ 4,742
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$

PRECIO UNITARIO	\$
-----------------	----

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. 8 DE 16

CODIGO _____

UNIDAD: pieza

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de Tee
de cobre a cobre reductora de 25 x 38 x 19 mm. de diámetro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Tee cac. red. 25x38x19 mm</u>	<u>1.0300</u>	<u>pie</u>	<u>12,139</u>	<u>12,503</u>
	<u>Lija de esmeril fina</u>	<u>0.0350</u>	<u>hja</u>	<u>1,100</u>	<u>39</u>
	<u>Cable de soldadura de 95x15</u>	<u>0.0350</u>	<u>pie</u>	<u>18,300</u>	<u>641</u>
	<u>Pasta para soldar bote de 500 gr</u>	<u>0.0080</u>	<u>kg</u>	<u>8,800</u>	<u>70</u>
	<u>Fistapa blanca extra gruesa</u>	<u>0.0180</u>	<u>kg</u>	<u>1,698</u>	<u>31</u>
	<u>Gasolina nova y nova plus</u>	<u>0.1050</u>	<u>lt</u>	<u>710</u>	<u>75</u>
COSTO POR MATERIALES					\$ 13,359

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero y 1 ayudante</u>	<u>0.0442</u>	<u>hor</u>	<u>96,819</u>	<u>4,279</u>
COSTO POR MANO DE OBRA					\$ 4,279

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR	3	% MANO DE OBRA	3	%
			4,279	128
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 128

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ 17,766
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$
PRECIO UNITARIO	\$

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>9</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>pieza</u>

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de tuerca unión de cobre a cobre de 19 mm de diámetro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	Tuerca U cac 19 mm.	1.0300	piez	7,675	7,905
	Lija de esmeril fina	0.0160	hja	1,100	18
	Carrete de soldadura de 95X5	0.0160	piez	18,300	293
	Pasta para soldar bote de 500 gr	0.0036	Kg.	8,800	32
	Estrapa blanca extra aspera	0.0080	Kg.	1,698	14
	Cacalina nava y nava plus	0.0480	lt	710	34
COSTO POR MATERIALES				\$ 8,296	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	1of. plomero más ayudante	0.0409	hor	96,819	3,960
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ 3,960	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR 3 % MANO DE OBRA	3	%	3,960	119
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA			\$ 119	

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ 12,375
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$
PRECIO UNITARIO	\$

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>10</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>pieza</u>

CONCEPTO Suministro, instalacion y prueba de valvula de compuesta con brida de 19 mm de diametro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Valvula de compuesta de 19 mm</u>	<u>1.000</u>	<u>pieza</u>	<u>11,455</u>	<u>11,455</u>
COSTO POR MATERIALES					\$ 11,455

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. tubero mas ayudante</u>	<u>0.200</u>	<u>hor</u>	<u>103,748</u>	<u>20,749</u>
COSTO POR MANO DE OBRA					\$ 20,749

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR	3	% MANO DE OBRA	3	20,749
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 622

OIRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ 32,826
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$

PRECIO UNITARIO	\$
-----------------	----

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>11</u>	DE <u>16</u>
CODIGO _____	
UNIDAD: <u>pieza</u>	

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de válvula de compuesta con brida de 38 mm de diámetro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Válvula de compuesta de 38 mm</u>	<u>1,000</u>	<u>pza</u>	<u>47,440</u>	<u>47,440</u>
COSTO POR MATERIALES					\$ 47,440

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of tubero más 1 ayudante</u>	<u>0,250</u>	<u>hor</u>	<u>103,748</u>	<u>25,937</u>
COSTO POR MANO DE OBRA					\$ 25,937

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE	
HERRAMIENTA MENOR 3 % MANO DE OBRA	3	%	25,937	778	
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA					\$ 778

OIRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ <u>74,155</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$ _____
PRECIO UNITARIO	\$ _____

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>12</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>pieza</u>

CONCEPTO <u>Suministro, instalación y prueba de válvula de</u> <u>Platador de 13 mm de diámetro.</u>

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Válvula de Platador de 13 mm</u>	<u>1.000</u>	<u>pieza</u>	<u>10,440</u>	<u>10,440</u>
	<u>Tuerca cónica de 13 mm</u>	<u>1.030</u>	<u>pieza</u>	<u>1,285</u>	<u>1,324</u>
COSTO POR MATERIALES				\$ 11,764	

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. tubero mas 1 ayudante</u>	<u>0.200</u>	<u>Jor</u>	<u>103,748</u>	<u>20,749</u>
COSTO POR MANO DE OBRA				\$ 20,749	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA	MENOR	3	% MANO DE OBRA	
		<u>3</u>	<u>%</u>	<u>20,749</u>
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 622

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ <u>33,135</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$
PRECIO UNITARIO	\$

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. 13 DE 16
 CODIGO _____
 UNIDAD: pieza

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de válvula de seguridad de 19 mm de diámetro.

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	Valvula de seguridad de 19 mm	1.000	pieza	8.500	8.500
	Tuerca cónica de 19 mm.	1.030	pieza	870	896
COSTO POR MATERIALES					\$ 9.396

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	1 of. Tubero más 1 ayudante	0,200	Jas	103.748	20.749
COSTO POR MANO DE OBRA					\$ 20.749

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR 3 % MANO DE OBRA	3	%	20.749	622
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 622

OBRA _____
 LOCALIZACION _____
 FECHA _____ CALCULO _____

COSTO DIRECTO \$ 30.767
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD \$ _____
PRECIO UNITARIO \$ _____

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. 14 DE 16
 CODIGO: _____
 UNIDAD: pieza

CONCEPTO Suministro, instalación y prueba de llave para lavabo

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Llave para lavabo</u>	<u>1.000</u>	<u>pieza</u>	<u>31,833</u>	<u>31,833</u>
	<u>Tuerca cónica de 13 mm</u>	<u>1.030</u>	<u>pieza</u>	<u>1,285</u>	<u>1,324</u>
COSTO POR MATERIALES					\$ 33,157

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. Tubero y 1 ayudante</u>	<u>0.166</u>	<u>hor</u>	<u>103,748</u>	<u>17,222</u>
COSTO POR MANO DE OBRA					\$ 17,222

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR 3 % MANO DE OBRA	<u>3</u>	<u>%</u>	<u>17,222</u>	<u>517</u>
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 517

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ 50,896
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$
PRECIO UNITARIO	\$

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>15</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>pieza</u>

CONCEPTO <u>Suministro, instalación y prueba de Tinaco de 1100 lts. de capacidad.</u>

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Tinaco de 1100 lts de capacidad</u>	<u>1.000</u>	<u>pieza</u>	<u>388,762</u>	<u>388,762</u>
	<u>Tuerca cónica de 38 mm.</u>	<u>1.030</u>	<u>pieza</u>	<u>1,980</u>	<u>2,039</u>
COSTO POR MATERIALES \$ <u>390,801</u>					

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero más 1 ayudante</u>	<u>0.333</u>	<u>hor</u>	<u>96,819</u>	<u>32,241</u>
COSTO POR MANO DE OBRA \$ <u>32,241</u>					

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR <u>3</u> % MANO DE OBRA	<u>3</u>	<u>%</u>	<u>32,241</u>	<u>967</u>
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ <u>967</u>

OBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ <u>424,009</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$
PRECIO UNITARIO	\$

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

HOJA No. <u>16</u> DE <u>16</u>
CODIGO _____
UNIDAD: <u>pieza</u>

CONCEPTO: <u>Suministro, instalación y prueba de calentador eléctrico de 80 lts de capacidad</u>

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO EN OBRA	IMPORTE
	<u>Calentador eléctrico de 80 lts.</u>	<u>1.000</u>	<u>pza</u>	<u>338,200</u>	<u>338,200</u>
	<u>Tuerca cónica de 19 mm.</u>	<u>2.060</u>	<u>pza</u>	<u>870</u>	<u>1,792</u>
	<u>Tuerca cónica de 25 mm.</u>	<u>1.030</u>	<u>pza</u>	<u>1,645</u>	<u>1,694</u>
COSTO POR MATERIALES					\$ 341,686

MANO DE OBRA	CATEGORIA	RENDIMIENTO	UNIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
	<u>1 of. plomero más 1 ayudante</u>	<u>0.500</u>	<u>Jos</u>	<u>96,819</u>	<u>48,409</u>
COSTO POR MANO DE OBRA					\$ 48,409

EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO HORARIO	IMPORTE	
COSTO POR EQUIPO Y HERRAMIENTA					\$ 1,452

HERRAMIENTA	MENOR	<u>3</u>	% MANO DE OBRA	<u>3</u>	%	<u>48,409</u>	<u>1,452</u>
-------------	-------	----------	----------------	----------	---	---------------	--------------

CUBRA	
LOCALIZACION	
FECHA	CALCULO

COSTO DIRECTO	\$ <u>391,547</u>
FINANCIAMIENTO INDIRECTO Y UTILIDAD	\$ _____
PRECIO UNITARIO	\$ _____

CONCLUSIONES

El cobre por sus características descritas en la Tesis, es un material que tiene mucha aplicación dentro de la construcción; además por sus diversas formas comerciales y aleaciones no solamente se puede ocupar como elemento estructural, sino también como elemento decorativo.

Existen algunos materiales que podrían sustituir al cobre, pero este es el más barato de los metales nobles (que tiene potencial positivo), ya que se ubica detrás de la plata, mercurio, oro y platino, por lo tanto, como ya se mencionó, el cobre es el metal más recomendable a utilizar ante la corrosión.

Al realizar una instalación hidráulica, ya sea para agua caliente o fría, el tubo de cobre es el ideal para utilizarlo sobre otros materiales, como el fierro galvanizado, esto debido a:

- Una instalación hecha con tubo de cobre se realiza con gran sencillez, ya que hay diferentes sistemas de ensamblado, y alguno de estos se adapta al acceso que permita la obra.
- Al utilizar conexiones, la herramienta a emplear, para hacer la instalación, es mínima, y por lo tanto un solo obrero puede llevarla a cabo sin dificultad.
- El tener una gran variedad de dimensiones en los conectores (ya sea ampliación o reducción), da mayor facilidad para realizar una instalación y nos ahorra el colocar reducciones o ampliaciones en la línea.

Por estas ventajas, más las propias del tubo de cobre, mencionadas en la Tesis, contribuyen a hacer sencillas las instalaciones hechas con este material.

Se espera que con el desarrollo de esta Tesis, los alumnos hayan encontrado una guía para investigar las propiedades y aplicaciones del cobre, ya que por todo lo que se mencionó de él, es un metal que desarrollará un papel muy importante en el futuro, con forme se avance en su investigación y se experimenten nuevas - aleaciones.

BIBLIOGRAFIA

- MODERNO MANUAL TECNICO, INSTITUTO DE INSTALACIONES DE COBRE A.C.
Lugar edición: México año: septiembre 1985 pags.: 98

- EL TUBO DE COBRE EN INSTALACIONES DE LA EDIFICACION.
Lugar edición: Chile año: 1975 pags.: 83

- PRONTUARIO DEL RESIDENTE DE OBRAS DEL IMSS, Tomo II.
Lugar edición: México año: marzo 1986 pags.: 286

- COSTOS NOVIEMBRE DE 1991, BIMSA COMUNICACIONES.
Lugar edición: México año: octubre 1991 pags.: 515

- BOLETIN INFORMATIVO, ASOCIACION MEXICANA DEL COBRE, A.C.
Lugar edición: México año: 1986 pags.: 41

- METALURGIA DEL COBRE, V. BEREGOVSKI y B. KISTIAKOVSKI.
Lugar edición: Moscú año: 1964 pags.: 196