

DIVISION INDUSTRIAL

DIRECTOR NACIONAL  
Rodolfo Martínez Tono

# CURSOS DE APRENDIZAJE

## MECANICO REPARADOR DE APARATOS DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO

ASISTENTE TECNICO  
Alfonso Wilches M.

DIRECTOR  
DIVISION INDUSTRIAL  
Dr. Guillermo Preciado C.

TERCERA PARTE DEL  
PRIMER PERIODO

---

## SOLDADURA BLANDA

---

Elaborado por:

Ing. Jaime E. Leal Nieto

Técnico: Rómulo Medina S.

Técnico: Luis C. Bonilla.

BOGOTA COLOMBIA 1.963



ASESORIA O.I.T

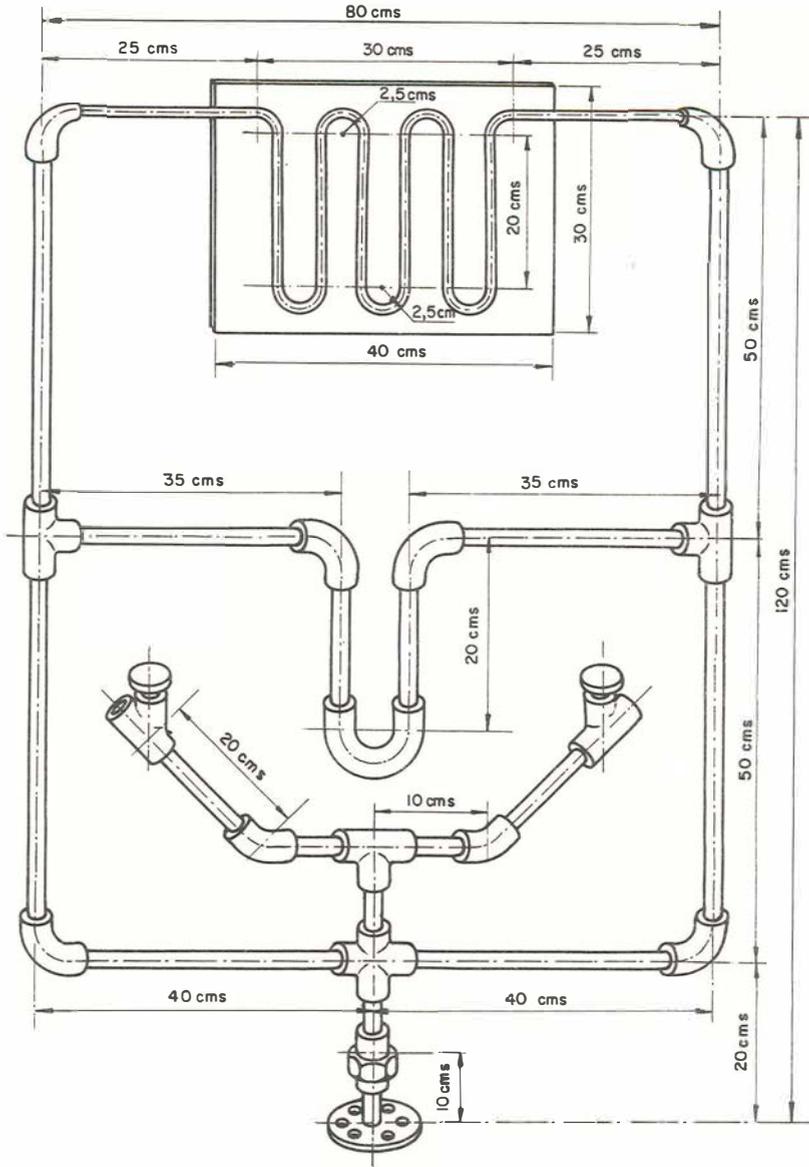
DERECHOS RESERVADOS "SENA"



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

VOCABULARIO

- ALABEO O DISTORSION.- Deformación o torcedura de los materiales bajo una acción natural o mecánica.
- BOQUILLA.- Parte del soplete por la que sale el gas.
- COSTURA O CORDON.- Línea de soldadura o bordes de metal unido.
- CILINDRO O BOTELLA.- Recipiente metálico, portátil, en forma de botella, usado para almacenar y transportar un gas comprimido.
- CRATER.- Cavidad que se produce al final del cordón.
- CHAFIAN.- Bisel que se hace en las piezas para facilitar la penetración del metal del electrodo o varilla.
- EMPALME.- Unión entre la terminación de un cordón y el comienzo del siguiente.
- ESCORIA.- Materia proveniente del revestimiento del electrodo que se deposita sobre el metal fundido.
- ESTAÑADO.- Recubrimiento de una superficie con estaño o algún otro metal fundido.
- FUNDENTE.- Materia que se agrega al baño de fusión para disolver los óxidos.
- INCLUSIONES.- Partículas de escoria introducidas en el metal depositado.
- MANOMETRO.- Dispositivo previsto para reducir y regular la presión de los gases utilizados para soldar o cortar.
- METAL DE APORTE.- Metal añadido; alambre o varilla de soldar.
- POROSIDAD.- Conjunto de cavidades que aparecen en el cordón por efecto de los gases acumulados en su interior.
- PRECALENTAMIENTO.- Calentamiento de la pieza antes de soldar para evitar la contracción irregular del metal.
- RAS (a) .- Superficies situadas a la misma altura.
- SALPICADURAS.- Proyecciones del metal del electrodo expulsadas fuera del cordón.
- SOPLETE.- Dispositivo utilizado para soldar o cortar con gas.



$\varnothing$  Tubería rígida = 1/2"  
 $\varnothing$  Tubería flexible = 3/8"

Cantidad de Piezas.	DENOMINACION	Pieza N°	MATERIAL
---------------------	--------------	----------	----------

S E N A Dirección Nacional Bogotá - Colombia	<b>EJERCICIOS DE SOLDADURA BLANDA</b>	Escola:
		N° 1

MATERIALES PARA EL EJERCICIO DE SOLDADURA

( Por alumno curso )

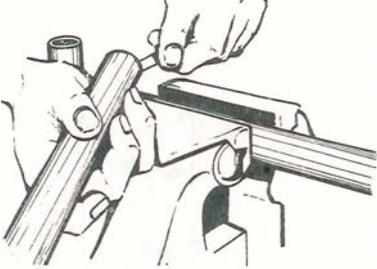
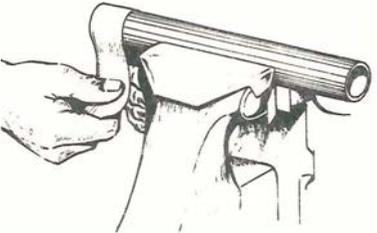
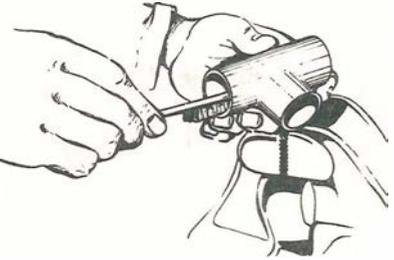
TUBERIA Y ACCESORIOS DE COBRE PARA SOLDAR

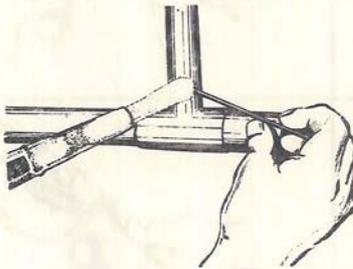
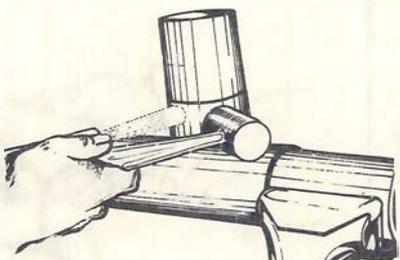
(Tipo "K" ) de 1/2".

Cantidad

E S P E C I F I C A C I O N E S

4	Codos de 90° para 1/2".
2	Codos de 45° para 1/2".
2	Codos de reducción de 90° y de 1/2" a 3/8".
3	Tes normales para 1/2".
1	"U" normal para 1/2".
2	Yes normales para 1/2".
1	Cruz para 1/2".
2	Tapones para 1/2".
1	Unión Universal para 1/2".
1	Brida de 1/2".
1	Lámina de hierro de 40 X 30 X 0,10 cms.
4	Metros de tubo rígido de 1/2" de cobre para soldar.
3	Metros de tubería de cobre flexible de 3/8".

Nº	OPERACIONES	ESQUEMAS	HERRAMIENTAS
1	Corte y escariado del tubo.		Segueta ó cortadora de roscas. Escariador ó lima.
2	Limpieza del exterior del tubo.		Tela esmeril; banco; prensa.
3	Limpieza del interior del accesorio.		Tela esmeril; grata cilíndrica de acero. Prensa.
4	Aplicación del fundente al interior del accesorio.		Cepillo ó espatula. Prensa. Fundente.

Nº	OPERACIONES	ESQUEMAS	HERRAMIENTAS
5	Aplicación de fundente al exterior del tubo (sitio de ensamble del tubo y el accesorio).		Cepillo o espátula. Prensa. Fundente.
6	Aplicación de calor con soplete y adición de soldadura a la unión		Soplete. Soldadura.
7	Maceteo suave de la conexión para <u>ven</u> cer la tensión superficial y distribuir <u>uni</u> formemente la soldadura,		Soplete. Martillo blanco.-

## SOLDADURA DE ESTAÑO

### Generalidades

La soldadura blanda ó de estaño, es de bajo punto de fusión y mediana resistencia. Su empleo se limita a trabajos que no han de ser sometidos a considerables esfuerzos y generalmente es aplicada en trabajos de lámina, alambres y tuberías.

Su identificación se hace según sea el contenido de plomo y estaño, elementos básicos que entran en la composición de esta soldadura. Las proporciones más usadas comercialmente son: -- 70/30 - 65/35 - 60/40 - 50/50; el primer número de cada proporción indica la cantidad de plomo y el segundo, la cantidad de estaño.

La soldadura con mayor contenido de plomo es más blanda y ofrece cierto grado de elasticidad. La soldadura con mayor contenido de estaño es más fuerte que la anterior, pero la base es quebradiza.

El punto de fusión de la soldadura de estaño oscila entre los 180°C y 200°C según sea la proporción de plomo y estaño.

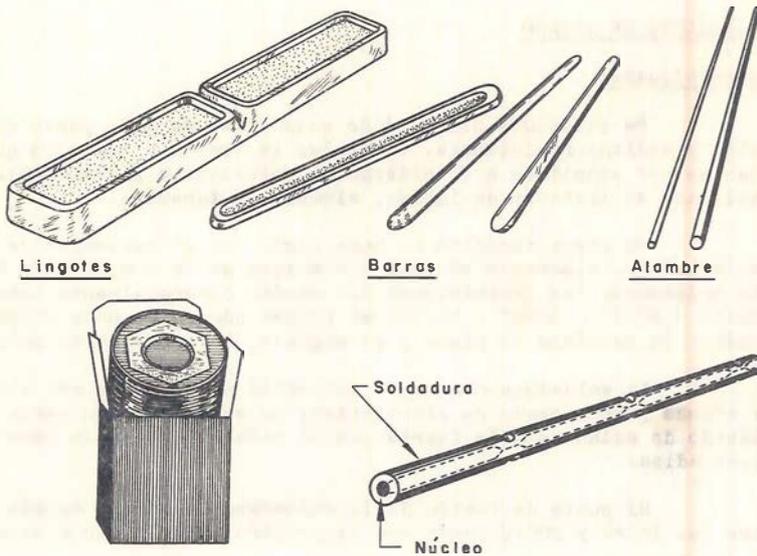
### UTILES DE TRABAJO

#### Soldadura

Se la obtiene en forma de lingotes, barras y alambre, esta última puede ser sólida ó con núcleo de ácido ó de resina. Las soldaduras con núcleo facilitan su aplicación y economizan tiempo, pero su empleo generalmente se realiza sobre trabajos de poca superficie a soldar; es muy usada en las instalaciones eléctricas de aparatos domésticos. Las barras o lingotes se usan por lo general en trabajos grandes.

#### Clasificación de los alambres de soldadura

Se clasifican por el diámetro del alambre y por el tamaño del núcleo. Pueden obtenerse en diámetros que varían desde 0,04" (1,02 mm) hasta 0,24" (6,1 mm) y con núcleo de dos tamaños designados con los números 66 y 50; El primero es el mayor y contiene más cantidad de fundentes que el número 50. El tamaño más común es el 0,092" (2,34 mm) de diámetro. Los tamaños desde 0,16" a 0,24" se obtienen en forma de barritas de 18" de longitud.



FORMAS COMUNES DE SOLDADURA

Fig. 1

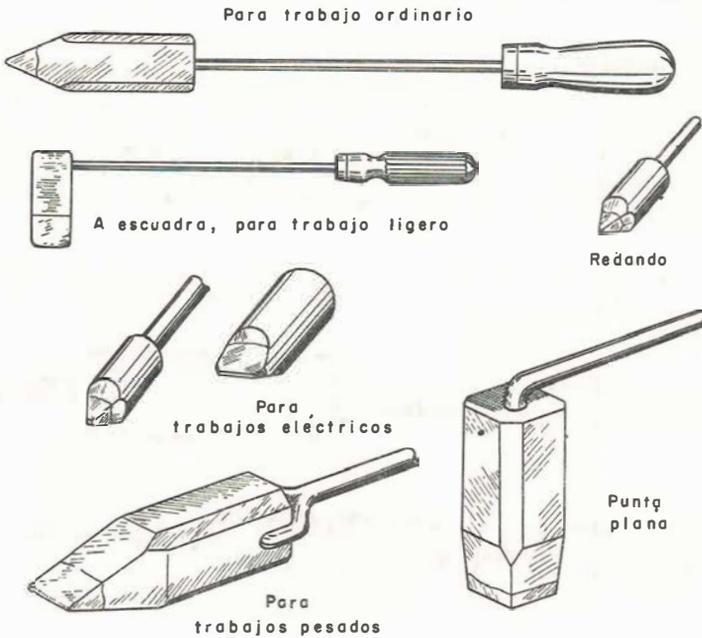
Escójjase el tamaño de soldadura a usar de acuerdo con el trabajo a efectuar. Tratándose de tubos de pequeño diámetro lo indicado es alambre delgado de soldadura. Para tubos o conexiones mayores puede usarse soldadura en barra.

CAUTINES

El cautín es la herramienta que proporciona el calor necesario para calentar las partes a soldar y a la vez fundir la soldadura para lograr una unión apropiada. La parte del cautín que proporciona el calor debe ser de cobre por ser éste muy buen conductor del calor.

Los cautines se dividen en dos grandes grupos;

- a ) Los que no poseen calentamiento propio o cautines comunes. ( Fig. 2 )
- b ) Los que poseen calentamiento propio.



FORMAS Y TAMAÑOS DE CAUTINES

Fig. 2

Estos últimos pueden ser calentados por combustible líquido (como gasolina), por gas ó por electricidad. Su forma y peso - varía de acuerdo al trabajo que se desea realizar. En la Fig. 2 - se muestra varias formas constructivas para diferentes usos.



PUNTAS DE CAUTINES

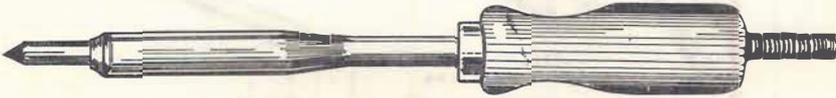
Fig.3

Comunmente el extremo libre de la pieza de cobre termina - en forma de punta. En (A) de la Fig.3 se ve la forma típica y las proporciones correctas de una punta que permite usar el cautín - efectivamente. En (B) se ve una punta que no sólo dificulta la - soldadura sino también se deforma y destruye en poco tiempo. Las puntas deben estar estañadas. Téngase presente que un cautín no - suelda efectivamente si su punta no está estañada.

CAUTINES ELECTRICOS

Los cautines eléctricos tienen una resistencia interior - con la cual se calienta su punta de cobre. Algunos tipos de ellos tienen dispositivo automático para mantener una temperatura constante. El dispositivo automático opera interrumpiendo la corriente eléctrica cuando el cautín ha alcanzado una temperatura adecuada.

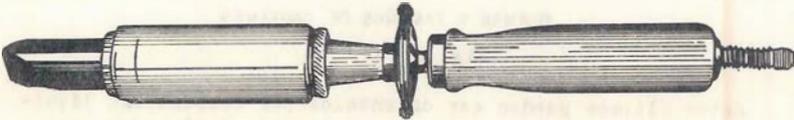
Los cautines eléctricos se clasifican por el número de vatios que consume. Pueden obtenerse con capacidad desde 50 hasta - 550 vatios.



De 80 vatios - Trabajo ligero



De 200 vatios = Trabajo común



De 550 vatios - Trabajo pesado

CAUTINES ELECTRICOS

Fig. 4

La Fig. 4 muestra tres tipos de cautines eléctricos.

Generalmente todos los cautines eléctricos tienen puntas - intercambiables para usarlas según la clase de trabajo. Los tipos más comunes de puntas son: a) con ángulo de 90°; b) tipo plano; - c) tipo de plancha.

a) La primera de estas puntas se emplea para soldar en ángulos cuando existe alguna obstrucción que impida el uso de una - punta recta.

b) La segunda se utiliza cuando la superficie que se de- sea soldar es grande.

c) El tercer tipo, ó de plancha, se usa para alisar los - bordes que pueden quedar en la unión de dos metales.

Los cautines cuyo consumo sea superior a 300 vatios tienen las puntas planas para brindar mayor superficie de contacto y por consiguiente suministrar mayor calentamiento en las superficies a soldar.

#### SELECCION DEL TAMAÑO DEL CAUTIN

En la selección del peso del cautín se debe tener en cuenta dos factores principales:

- a ) Dimensiones del trabajo a ejecutar.
- b ) Clase del metal a soldar.

El cobre es mejor conductor del calor que otros metales de uso en refrigeración, por tanto, para soldar piezas de cobre se requiere más calor, ya que este es comunicado a toda la pieza y - disipado por radiación; en cambio el acero es relativamente mal conductor y por esto el calor aplicado con el cautín se concentra en la parte que se suelda, o sea, no se comunica tan rápidamente - al resto de la pieza, por lo cual se emplea un cautín más pequeño que en el caso anterior.

Para trabajos ordinarios se usa el cautín de  $3/4$  kg. ( $1\frac{1}{2}$  lbs) En trabajos eléctricos el de 350 gramos ( $3/4$  lb) es de uso frecuente.

El cautín eléctrico de 80 vatios se usa en trabajos finos; el de 100 vatios (equivalente al sencillo de  $3/4$  kg) se usa en -- trabajos comunes y el de 200 vatios para soldar conexiones medianas. Para trabajo pesado se usa el de 550 vatios.

#### Sal Amoníaco

Se emplea para la limpieza de la punta del cautín y facilitar su estañado. Se usa en forma de pasta sólida para frotar la - punta del cautín y así aplicar la soldadura necesaria para su estañado.

#### Acido Clorhídrico

Se usa diluido con agua para la limpieza y preparación de - las superficies a soldar.

#### Resina

Comercialmente se consigue en forma de pomada y se aplica - antes de soldar, como fundente, en las superficies previamente -- limpias.

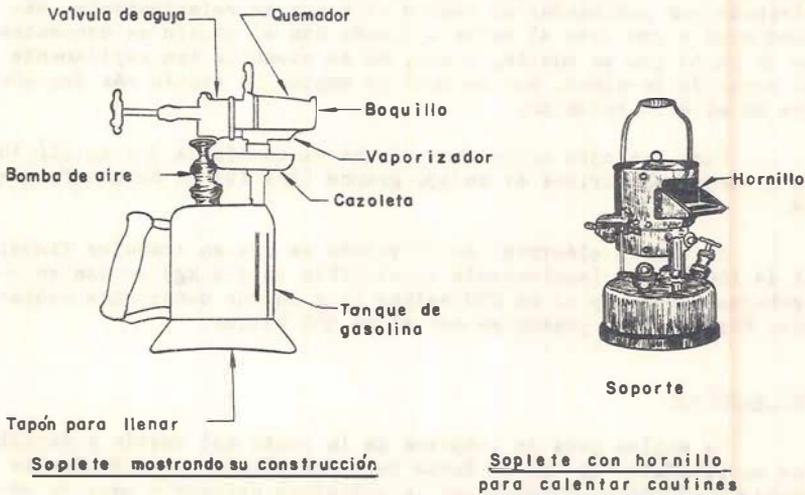
Los fundentes tienen como función prevenir la oxidación de la unión, después de que ha sido limpiada y precediendo a la aplicación de la soldadura.

PREPARACION DE LAS PIEZAS A SOLDAR

Limpieza

Para hacer una buena soldadura, las partes a unir deben estar perfectamente limpias; óxido, grasa, pintura ó cualquier material extraño en ellas dificulta la acción del fundente y la soldadura no queda bien hecha ó no logra hacerse.

La limpieza puede hacerse según el caso con cepillo de acero; grata circular, tela esmeril, lima etc.



SOPLETES DE GASOLINA

Fig. 5

SOLDADURA CON CAUDINES QUE NO POSEEN CALENTAMIENTO PROPIO

Generalmente el calentamiento se obtiene por medio de un soplete de gasolina como el ilustrado en la Fig.5. A la derecha de la misma figura se ve otro soplete que tiene un soporte en el cual se coloca un hornillo para calentar caudines.

El soplete de gasolina de un litro de capacidad se usa en -

trabajos comunes y el de 1/2 litro para trabajos pequeños.

### Encendido del soplete

El tanque se llena de gasolina hasta un máximo de 2/3 de su capacidad. El resto del volumen del tanque se emplea para comprimir el aire que expulsará el combustible.

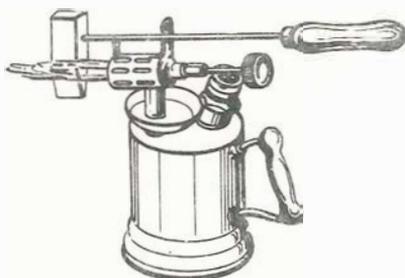
La gasolina debe ser limpia; al embasarla use un embudo -- con colador de fieltro ó similar; obsérvese que no haya fugas de -- gasolina por el tapón. Límpiase cuidadosamente la gasolina que pu-- diera haberse escurrido por fuera del soplete.

Bombee suficiente aire para que la gasolina salga con fuer-- za cuando se abra la válvula.

Llene con gasolina la cazoleta y produzca el fuego en ésta, sin exponerla a corrientes de aire, para lograr un efectivo calen-- tamiento del vaporizador. Normalmente éste se calienta completamen-- te cuando se consume todo el combustible contenido en la cazoleta.

Abra lentamente la válvula y acerque una llama frente al -- quemador, para que se produzca la llama calentadora, la cual debe -- ser de color azul.

Una llama amarilla con humo u hollín es signo de que el va-- porizador no se encuentra lo suficientemente caliente. Si la llama es débil y la presión de aire es suficiente, la falla puede ser o-- casionada por una obstrucción parcial del orificio de la válvula. -- Esto se corrige abriendo y cerrando la válvula ó destapando el orificio de la misma con agujas apropiadas.



El caudín se coloca como lo indica la figura 6 pa-- ra que el calentamiento se origine en la mayor -- superficie de la punta.

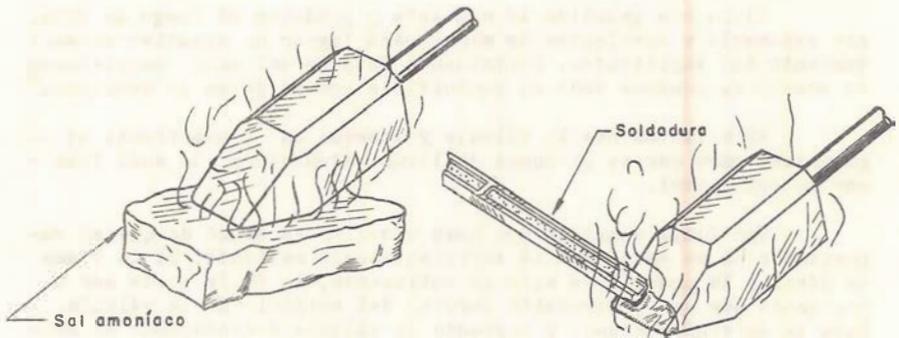
Fig. 6

ESTAÑADO DEL CAUTIN

El proceso de estañado consiste en aplicar un baño de estaño al cautín para evitar que se oxide y facilitar la aplicación de la soldadura.

Para el estañado del cautín se deben seguir los siguientes pasos: (Fig. 7 y 8).

- a ) Límpiase perfectamente la punta del cautín con lima - ó cepillo de acero hasta que brille el cobre.
- b ) Caliéntese lo suficiente para que pueda fundir la soldadura.



ESTAÑANDO EL CAUTIN CON SAL AMONIACO

Fig. 7

- c ) Frótese la punta útil del cautín sobre la pasta de sal amoníaco.
- d ) Aplíquese soldadura de estaño sobre la muesca en la - sal amoníaco y sígase frotando suavemente el cautín. (Ver Fig.8).

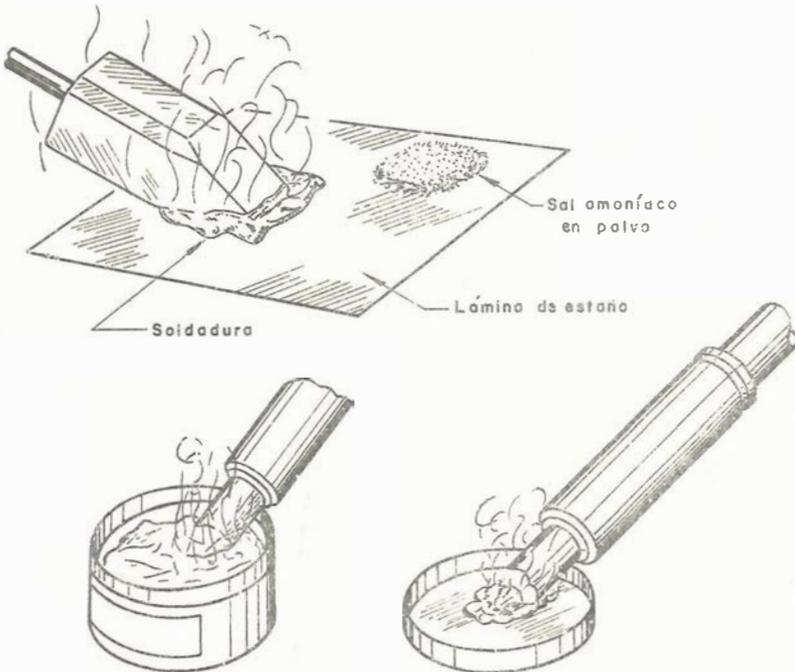


Fig. 8

Si la soldadura forma gotas líquidas y no estaña la punta del cautín, saltando a su alrededor, es signo de que el cautín se encuentra demasiado caliente .

Cuando el cautín no se encuentra lo suficientemente caliente, tampoco es posible su estañado, la soldadura no se funde de inmediato y presenta un aspecto pastoso. El estañado debe presentar un aspecto uniforme y brillante.

También puede estañarse fundiendo un poco de soldadura en un pedazo de lámina de estaño , junto con un poco de sal amoníaco en polvo (Fig. 9). Si se usa fundente en pasta, introdúzcase la punta del cautín en la pasta, después de calentarlo, y luego frótese contra la soldadura. (Fig. 9 ).



El cautín caliente se introduce en el fundente

Se frota la punta contra la soldadura

ESTAÑANDO SOBRE UNA LAMINA DE ESTAÑO Y CON FUNDENTE

Fig. 9

Aplicación de la soldadura

Antes de aplicar la soldadura se debe proceder al calentamiento de las partes a unir, ya sea con sopletes si se trata de tubos, ó por medio del caudín si se trata de láminas.

El caudín debe aplicarse de modo que una de sus caras haga buen contacto con la lámina, a fin de transmitir el calor con rapidez y en la cantidad necesaria. (Fig.10).

(A) - Posición correcta- Toda la cara de la punta queda en contacto con el trabajo y se calienta rápidamente

(B) - Posición incorrecta  
El contacto es muy reducido y no pasa calor suficiente



FORMAS DE APLICAR EL CAUDIN PARA CALENTAR LAS PIEZAS

Fig. 10

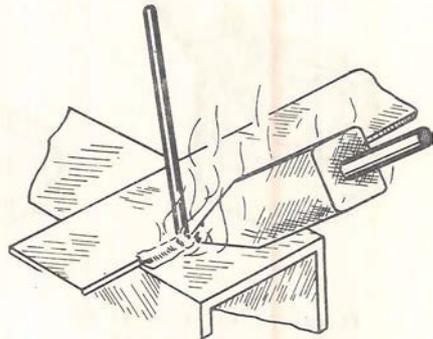
Antes de proceder al calentamiento debe limpiarse las partes a unir como se indicó anteriormente.

Después de calentar debe aplicarse el fundente en los puntos a soldar.

La aplicación de la soldadura se realiza con un movimiento uniforme y lento del caudín, sin movimiento de retroceso - (Fig. 11)

Si la soldadura no queda bien depositada, es mejor empezar con un mejor calentamiento, desde el sitio que se observa incorrecto y avanzar más lentamente el caudín.

Es indispensable que las superficies a unir estén suficientemente calientes para lograr que la soldadura funda.



- Aplicando la soldadura

Fig. 11

Recuérdese que la soldadura debe fundir por el calor que tienen las superficies a unir; sólo así se logra la fusión perfecta y la soldadura se depositará en una capa uniforme y brillante.

El objeto del cautín es el de calentar las superficies que se sueldan y de iniciar la fusión de la soldadura guiándola en caso necesario.

Terminada la soldadura, repásela con el cautín caliente - para perfeccionar su acabado y uniformidad.

#### Soldadura con cautines que poseen calentamiento propio

Las normas de calentamiento son las mismas que las indicadas para el cautín común sin olvidar las instrucciones específicas del fabricante del tipo de cautín que se usa.

El calentamiento de los cautines eléctricos está directamente relacionado con su consumo en vatios, el cual se encuentra especificado en el aparato.



SOLDADURA DE TUBERIAS DE REFRIGERACION

Las conexiones soldadas exigen el uso de una unión de cola extremidad ó manga, la cual va soldada sobre la punta del tubo. - En este caso no se necesita abocinamiento (abocardado).

La soldadura de plata y otras clases de soldadura se utilizan en este tipo de uniones de modo que produzcan un empalme bien adherido. La Fig. 12 muestra una conexión soldada.

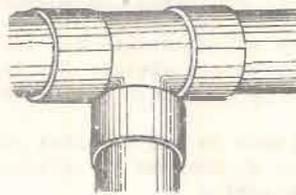


Fig. 12

Conexión soldada

En una conexión soldada, la abertura para el tubo en el accesorio es ligeramente mayor que el diámetro exterior del tubo que se ha de emplear, como indica la Fig. 13, para dejar un espacio cónico entre ambos.

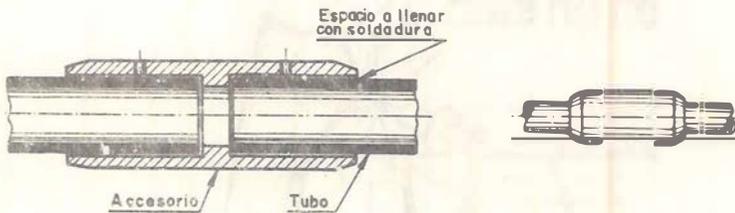


Fig. 13

Detalle de una conexión soldada

El accesorio y el extremo del tubo se calienta a una temperatura que funde la soldadura aplicada a los mismos. Cuando un líquido

(en este caso la soldadura fundida) alcanza una pequeña abertura, por efecto de capilaridad es aspirado al interior de la misma, lo que hace que la soldadura líquida llene por completo todo el espacio entre el accesorio y el tubo, y cuando ambas superficies se enfrían la junta resulta mecánicamente resistente e impermeable en absoluto para gases o líquidos.

Antes de soldar, córtese y prepárese el extremo del tubo. El extremo debe ser completamente cilíndrico, para una uniforme distribución de soldadura, lo cual no ocurriría si el espacio entre el tubo y el accesorio fuese mayor en algunos puntos que en otros.

Si el extremo del tubo se ha deformado es necesario redondearlo con una herramienta de "poner a medida" que tiene una larga y suave conicidad.

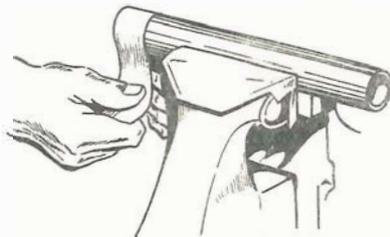


Fig. 14

En el interior del accesorio y el exterior del tubo, a la profundidad a la cual éste debe entrar en aquel, se limpian y pulen con lana fina de acero ó con tela esmeril, Fig.14 luego se aplica una delgada capa de fundente. Ambas piezas deben estar a una temperatura de 21º a 27ºC. para asegurar una buena distribución de la misma.

#### Operación de soldar

Caliéntese la punta mediante soplete retirando la llama a intervalos mientras se toca con soldadura los puntos donde ésta ha de entrar. Fig. 15. En algunos tipos de accesorios como el de la figura 12 la soldadura es alimentada a través de taladros situados a la mitad del espacio destinado al tubo, mientras que en otros se coloca desde el extremo de la junta.

Debe alimentarse soldadura hasta que forme una línea continua en todo el contorno del extremo exterior de la junta, entre el accesorio y el tubo.

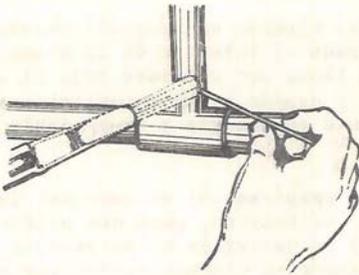


Fig. 15

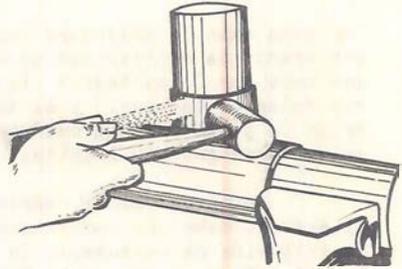
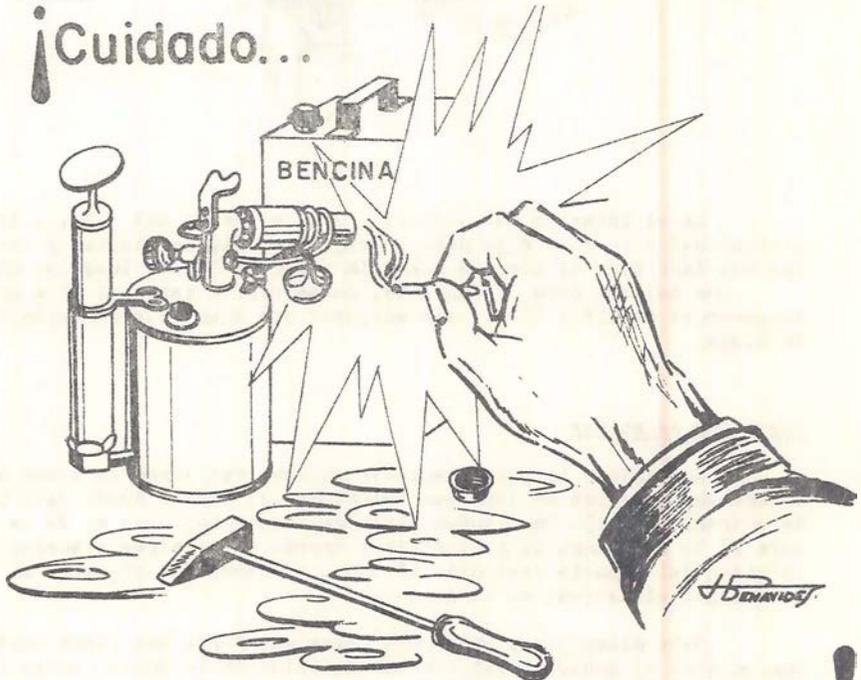


Fig. 16

Elimínese todo acceso de soldadura antes de su endurecimiento. Puede llevarse el flujo de soldadura a todas partes de la junta mediante un pequeño giro o golpeteo del accesorio, Fig. 16 y en las puntas grandes aplicando la soldadura primero por un extremo y luego por el otro.

Las piezas soldadas no deben moverse ni mucho menos someterse a esfuerzos hasta por lo menos medio minuto después de soldadas.

¡Cuidado...



...con las materias INFLAMABLES!

DIFICULTADES EN LA SOLDADURA

Quando se observa alguna dificultad al soldar con estaño, el presente cuadro nos indica como remediarlo.

DIFICULTAD	CAUSAS POSIBLES	REMEDIO
La soldadura no - pega.	Las partes a soldar no están bien limpias.	Límpiese perfectamente las partes.
	El caudín no está bien estañado.	Límese la punta - del caudín, hasta que brille el cobre y estáñese de nuevo.
	El fundente no es apropiado para la clase de metal que se suelda.	Usese el fundente indicado.
La soldadura no - se funde completa- mente.	El caudín se deja enfriar ó no está bien caliente.	Calíentelo a la temperatura correcta.
	Se está usando un caudín demasiado pequeño.	Emplear el tamaño - adecuado.
Las piezas soldadas se despegan.	Movimiento de las piezas antes de enfriarse la soldadura.	Cuidar de no mover las piezas y si es posible fijarlas - perfectamente en - su posición.
La soldadura no - cubre la unión.	Partes sucias ó faltas de fundente.	Limpiar bien y aplicar suficiente fundente.

Observaciones

Mantenga la soldadura limpia.

Elija el peso del cautín apropiado al trabajo.

Observe que el cautín se encuentre limpio.

Coloque el cautín en un sitio apropiado para evitar quemaduras en la piel o dañar el lugar de trabajo.

Cuando suelde cobre use un cautín más pesado que el que usaría para soldar hierro.

Después de usar el soplete, cierre la válvula y extraiga el aire, abra ligeramente la válvula, para evitar el daño de ésta por la contracción del metal al enfriarse el orificio de la válvula.

Manténgase la bomba y válvula en buenas condiciones. Aplique aceite en el empaque del émbolo.

No olvide que, el gas desprendido de la sal amoníaco, oxida las herramientas.

No agregue agua al ácido.

El ácido clorhídrico se rebaja, sumergiendo en él trozos de zinc - ó lámina de hierro galvanizado.

Evite aspirar los gases emanados por el ácido.

La acción directa del ácido o de sus gases oxida y destruye las herramientas.

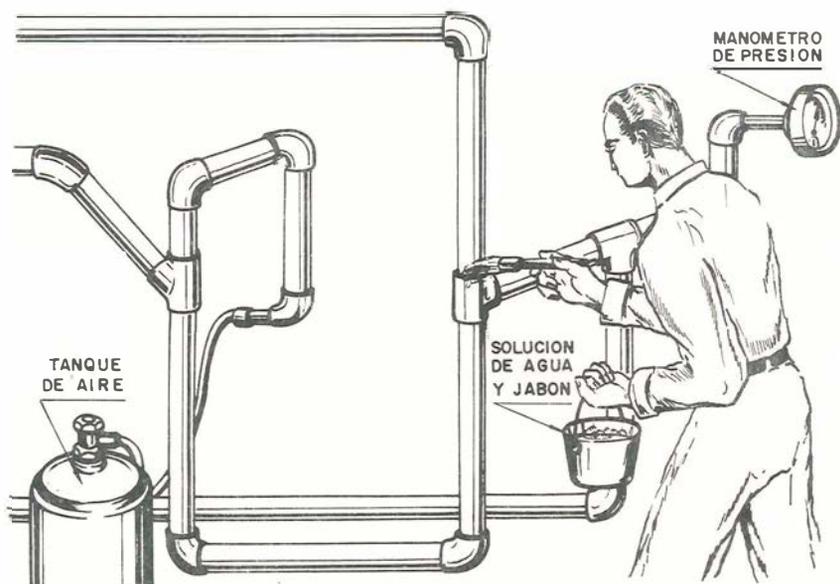


Fig. 17

#### Prueba de la Instalación

Se debe revisar y probar detenidamente la instalación antes de ponerla en servicio.

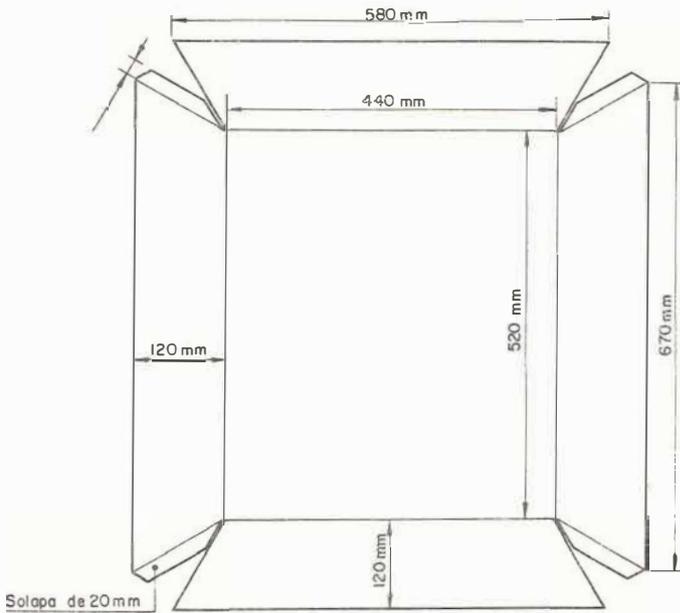
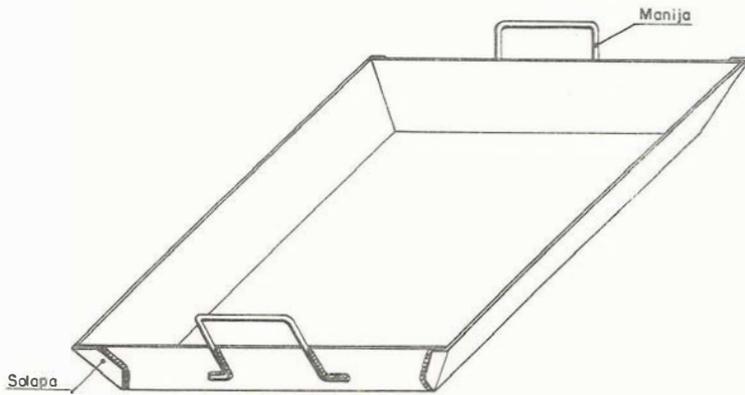
Para probar una instalación ya sea, soldada, roscada ó abocardada se debe planear un método ordenado.

Revísese cuidadosamente todo el sistema para cerciorarse de que no queda ningún ramal sin conectar.

Examinése especialmente las conexiones para ver si están debidamente soldadas.

Para facilitar la localización de fugas ó escapes en las conexiones, se abre la instalación, se conecta uno de los extremos a una entrada de aire a presión adecuada, se coloca en el otro extremo un manómetro de presión. Luego se abre la llave de paso del aire.

Se aplica una solución de agua y jabón con una brocha en todas las conexiones; (Fig.17) que producirá pequeñas bombas dondequiera que haya un escape. Si hay una fuga considerable se localiza por un silbido característico.



**EJERCICIO DE SOLDADURA PARA CAUTIN**

**MATERIAL:** Lámina de 1 mm  
Varilla de 1/4" (para la manija)

**NOTA:** El orden operacional debe deducirlo el alumno.