

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2262-91**

**GENERADORES DE VAPOR.
REPARACIONES Y ALTERACIONES.**



PROLOGO

La Norma Venezolana COVENIN 2262-85 GENERADORES DE VAPOR. REPARACIONES Y ALTERACIONES fué aprobada con carácter provisional en el año 1985. Desde su aprobación hasta la fecha dado que no se recibieron observaciones a la misma, la Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN, en su reunión No. 4-91 (107) de fecha 5-06-91, decidió aprobarla como definitiva.

TRAMITE

Comisión encargada de la Revisión del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, creada por Decreto No. 2218 de fecha 12 de Septiembre de 1.983.

PRESIDENTE

WINTILA GUACARAN M.
Ministerio del Trabajo

COORDINADOR GENERAL

ANGEL PAREJO
Petróleos de Venezuela

INTEGRANTES

MINISTERIO DE SANIDAD Y
ASISTENCIA SOCIAL

MANUEL ADRIANZA
ERIC OMAÑA

PETROLEOS DE VENEZUELA

OMAR CARDOZO
JOSE PAULINI

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

PEDRO ESPINOZA

CONSEJO NACIONAL PARA EL
DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR
(CONADIN)

GONZALO GOMEZ JAEN
AMPARO MARLES
IVAN TRUJILLO

FEDECAMARAS

JORGE CHAPPELLIN
BENJAMIN MOROS
EDUARDO LOPEZ
JOSE A. DOMINGUEZ

CONFEDERACION DE TRABAJADORES DE
VENEZUELA (C.T.V.)

JOSE BELTRAN VALLEJO

INSTITUTO VENEZOLANO DE LOS
SEGUROS SOCIALES

CARLOS RIOS BUENO
ELIZABETH DE RODRIGUEZ

COLEGIO DE INGENIEROS

MANUEL TORRES PARRA

COLEGIO NACIONAL DE BOMBEROS

ENRIQUE BART

MINISTERIO DE FOMENTO
(COVENIN)

PERLA PUTERMAN
FRANCISCO SALAS

INSTITUTO VENEZOLANO DE
INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
(IVIC)

MERCEDES POLO MIMO
MERCEDES FLORES
JOSE BERNARDO RIVAS

CONSEJO VENEZOLANO DE
PREVENCION DE ACCIDENTES

ARTURO MATOS O.

GRUPO DE TRABAJO QUE ELABORO LA NORMA

ENTIDAD

REPRESENTANTE

MINISTERIO DEL TRABAJO

JESUS MANUEL DIAZ
ALLEN DIAZ
SANTIAGO GUEVARA

SECTOR PRIVADO

JESUS BRAVO

MINISTERIO DE FOMENTO

FREDDY MARTINEZ

PROYECTOS INSTALACIONES AVELLAN

JOAQUIN AVELLAN

NORMA VENEZOLANA
GENERADORES DE VAPOR.
REPARACIONES Y ALTERACIONES

COVENIN
2262-91

1 NORMAS COVENIN A CONSULTAR

COVENIN	20:4-003	Código nacional de Generadores de vapor.
COVENIN	2217-84	Generadores de vapor. Instalación.
COVENIN	2218-84	Generadores de vapor. Inspección.
COVENIN	504 A-83	Calificación de soldadores y operadores de máquinas de soldar.
COVENIN	504 B-83	Calificación de procedimientos de soldadura.

2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Esta norma establece las reparaciones y alteraciones en vasos de presión de los Generadores de vapor.

3 DEFINICIONES

3.1 Reparaciones.

Es el trabajo necesario para restaurar un vaso de presión de un Generador de vapor.

3.2 Alteración

Es cualquier cambio físico con respecto al diseño original del vaso de presión del generador de vapor.

4 REQUISITOS GENERALES

4.1 Para evaluar la magnitud de la falla a reparar, se deberá practicar un examen no destructivo, tales como líquidos penetrantes y/o radiografías o cualquier otro método idóneo de comprobada efectividad. Ver recomendaciones de los métodos de ensayo no destructivos en la tabla anexa. A 1.

4.2 Los materiales usados en hacer una reparación o alteración en un vaso de presión de un generador de vapor, deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Venezolana COVENIN 20:4-003.

4.3 Las juntas a tope deberán ser de penetración y fusión completa,

para una longitud total de soldadura. Las superficies donde se va a efectuar una soldadura, deben estar libres de: residuos, escorias, elevaciones abruptas, desigualdades muy grandes, foliaciones y efectos de laminación.

4.4 Los operadores de máquinas de soldar, deben ser calificados y de comprobada competencia para realizar el trabajo, conforme a las Normas Venezolanas COVENIN 504-A y 504-B.

4.5 Es obligatorio realizar una prueba hidrostática, después de completar una reparación o alteración de acuerdo a los requisitos de la Norma Venezolana COVENIN 2218, Capítulo 9 Prueba Hidrostática.

5 REPARACIONES POR SOLDADURA

5.1 En los generadores de vapor remachados, las fisuras formadas desde el borde de calefateo de la plancha a los huecos de los remaches en las juntas circunferenciales, pueden ser reparadas por medio de soldadura, siempre y cuando la fisura sea eliminada completamente y la plancha no haya sido seriamente dañada. (Ver figura No. 1).

5.2 En los generadores de vapor remachados, las fisuras radiales de hueco a hueco de remaches en una misma junta, pueden ser reparadas por soldadura, previendo que no hayan más de tres en forma consecutiva o más de seis en cualquier junta afectada. (Ver figura No. 2).

5.3 Las fisuras en planchas atirantadas pueden ser soldadas previendo siempre que ellas estén localizadas completamente dentro del área atirantada y que el total de la longitud de cualquier fisura o de fisuras en serie no excedan dos veces el paso de dos tirantes contiguos.

5.4 Las fisuras en hogares planos circulares u otro tipo de hogar similar pueden ser reparadas, siempre y cuando cualquier fisura no exceda de 0,3 m (12 pulgadas) de longitud. Las fisuras en hogares corrugados, pueden ser reparadas por soldadura siempre y cuando su longitud no exceda de 0,5 m (20 pulgadas). En estos dos casos, después de completar la soldadura se debe de liberar los esfuerzos de tensión y generados en el proceso.

5.5 Las fisuras en los ligamentos entre orificios de tubos (domos o placas tubulares), de un generador de vapor, pueden ser reparadas por soldadura, siempre y cuando se compruebe que el material de la zona adyacente conserve sus propiedades mecánicas.

5.6 Las fisuras que ocurran en: sobrecalentadores, paredes de agua, tambores de agua, sección de cabezales y otros accesorios, incluyendo distribuidores de vapor en generadores tipo acuotubular, pueden ser reparados por soldadura.

5.7 Una vez determinado el final o los finales de las fisuras se debe proceder a talar un hueco o uno huecos con diámetro entre 3mm (1/8 pulg) no mayor de 6 mm (1/4 pulg) en los extremos de la (s) fisura (s).

5.8 Todas las fisuras que se permitan reparar, de acuerdo con esta Norma, serán excavadas haciendo un seguimiento de la fisura hasta el metal sano, utilizando los métodos de: esmerilado, o por otra forma mecánica, con el fin de determinar el inicio y final de la fisura. Puede efectuarse un bisel en "V" o en "U" y efectuar siempre una penetración completa. Para espesores que excedan de 19 mm (3/4 pulg), el bisel ideal es en la forma de "U" (Ver figura No. 3).

5.9 Después de efectuado los biseles, éstos deben ser inspeccionados antes de efectuar la soldadura, por medio de ensayos no destructivos.

5.10 Cuando la base del bisel o raíz de la soldadura es accesible, se debe soldar desde ese lado (Paso de raíz). Este paso de soldadura o base de raíz, debe ser limpiada, esmerilada si es preciso. Asegurarse que la superficie esté libre de fisuras escorias y foliaciones para garantizar que la penetración sea completa.

5.11 Cuando la base del bisel o raíz de la soldadura, no se pueda limpiar por ser ésta inaccesible, se puede efectuar un método de soldadura con respaldo o cualquier otro método idóneo, para asegurarse que la penetración sea completa.

5.12 Las reparaciones de fisuras por soldadura deben ser probadas por ensayos no destructivos.

5.13 Después de reparada las ligaduras en placas tubulares o domos, y los ligamentos entre remaches por soldadura, los orificios deben ser rectificadas a su medida original.

6 REPARACION POR SOLDADURA EN SUPERFICIES CORROIDAS

6.1 En generadores de vapor remachados, las superficies corroidas que presenten los vasos de presión de los generadores de vapor, pueden ser reconstruidos por soldadura, después de haberse analizado su magnitud, en los siguientes casos:

6.1.1 En generadores de vapor remachados, las superficies de planchas corroidas en los bordes de calafateados de costuras circunferenciales pueden ser reconstruidas por soldadura, hasta su espesor original, bajo las siguientes condiciones:

6.1.1.1 El espesor restante de la plancha no debe ser menor del 25% del diámetro del hueco del remache y la porción del borde de calafateo a reforzar no debe exceder de 760 mm de longitud en cualquier dirección circunferencial.

6.1.1.2 En todas las reparaciones de costuras circunferenciales por soldadura, se deben remover los remaches del sitio a reparar y los adyacentes, cubriendo una distancia de 150 mm de la zona afectada.

6.1.1.3 Después de haberse efectuado la reparación, los huecos de los

remaches debe ser rectificadas.

6.1.2 Las planchas alrededor de los registros de inspección pueden ser reconstruidos con relleno de soldadura, cuando en ella se presente una corrosión que no haya penetrado más allá del 50% del espesor original y a una distancia que no exceda de 80 mm del borde original del registro.

6.1.3 Las placas atirantadas pueden ser rellenadas o reconstruidas por soldadura, cuando han sido corroidas a una profundidad que no exceda el 50% del espesor original; observándose las siguientes recomendaciones:

6.1.3.1 Los tensores localizados en el área afectada, deben removerse antes de efectuar el trabajo de relleno por soldadura y reinstalados de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 20:4-003.

6.1.3.2 Las áreas a reforzar no deben exceder de $0,25 \text{ m}^2$ de extensión y no más de una distancia de 800 mm en una misma dirección.

6.1.3.3 Dos áreas limitadas por el punto anterior en una misma placa, pueden ser reconstruida con relleno de soldadura, siempre que, la distancia entre ellas no sea menor de 800 mm.

6.1.3.4 Cuando el área corroida en la parte atirantada exceda de $0,25 \text{ m}^2$, es permitido efectuar una reparación de la plancha en el área afectada, sustituyéndola por una nueva, según lo establecido en el punto 9 de esta norma.

6.2 No se permite reconstruir o reforzar un área interna corroida, que no este atirantada, por relleno de soldadura, con excepción de picaduras aisladas.

7 TRATAMIENTO DE ALIVIO DE TENSIONES

7.1 Los requisitos y excepciones de los detalles para el tratamiento de alivio de tensiones en el área soldada deberá estar de acuerdo con las recomendaciones de la Norma Venezolana COVENIN 20:4-003.

7.2 Si bajo ciertas circunstancias lo establecido en el punto 7.1, de esta norma, resulta impráctico, se podrá aplicar un método de alivio de tensión, según las limitaciones siguientes.

7.2.1 Los métodos especificados a continuación como alternativos a los tratamientos de alivio de tensiones térmicas en áreas soldadas, se limitan a los materiales P-No. 1 y 3, ver tabla anexa. A2.

7.2.2 Estos métodos alternativos no deben ser usados en áreas sometidas a grandes esfuerzos o si las condiciones de servicio producen concentraciones de tensiones de corrosión y/o fragilidad. Cuando sea necesario se debe hacer una consulta técnica al fabricante o de otra fuente calificada.

7.2.3 El inspector del Ministerio de Trabajo debe asegurarse que éstos

métodos han sido efectuados como se describe en esta Norma y la ejecución de la reparación debe ser vigilada por el supervisor de la empresa encargada del trabajo.

7.2.4 METODO No.1 PRE-CALENTAMIENTO.

7.2.4.1 Cuando se utilice este método debe determinarse que las características de tenacidad en las condiciones de soldadura son adecuadas a la operación, prueba de presión y temperatura. Ver Norma Venezolana COVENIN 1477.

7.2.4.2 Este método deberá aplicarse únicamente a los materiales P-No. 1, grupos 1,2 y 3 y P-No. 3, grupos 1 y 2 exceptuando aceros al Mn. y Mo.ver tabla. A2.

7.2.4.3 El área a soldar debe ser precalentada y mantenida a una temperatura mínima de 149 C (300 F).

7.2.4.4 La temperatura de 149 C (300 F), debe ser verificada alrededor de una distancia de 102 mm (4 pulg) en cada lado de la junta o 4 veces el espesor del material (cualquiera que sea mayor). Siempre debe ser mantenido el mínimo de temperatura. El máximo de temperatura durante el trabajo no debe exceder de 232 C (450 F).

7.2.5 METODO No. 2- TECNICA DE LA MEDIA CAPA DE SOLDADURA

7.2.5.1 Este método será aplicado únicamente en los materiales P-No. 1, grupos 1,2 y 3 y P-No. 3, grupos 1,2 y 3. Ver tabla A2.

7.2.5.2 El total de la profundidad a reparar no debe exceder de 19 mm (3/4 pulg). Para materiales P-No. 3, el total de la profundidad a reparar no debe exceder de 16 mm (5/8 pulg).

7.2.5.3 Después de removido el defecto, el corte debe ser examinado usando los métodos de ensayos no destructivos.

7.2.5.4 Procedimiento del método No. 2

7.2.5.4.1 El área a soldar debe ser precalentada y mantenida a una temperatura mínima de 177 C (350 F), durante la soldadura, el máximo de temperatura alcanzada debe ser de 232 C (450 F).

7.2.5.4.2 El metal de la soldadura debe ser depositado por el sistema de soldadura de arco, utilizando electrodos de bajo contenido de hidrógeno. El máximo ancho a depositar debe ser 4 veces el diámetro de la varilla del electrodo.

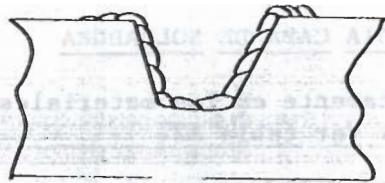
7.2.5.4.3 La capa inicial de soldadura debe ser depositada sobre el área total, con electrodo de 3 de mm (1/8 pulg) de espesor máximo de diámetro. Aproximadamente la mitad del espesor de esta capa será removida por medio de esmeril, antes de depositar la subsiguiente capa. Las capas subsiguientes serán depositadas con electrodos con diámetro máximo de 4

mm (5/32 pulg) a fin de asegurarse el acondicionamiento de temperatura de las primeras capas y su calor afecte las zonas adyacentes. La remoción parcial de estas subsecuentes capas no es requerido. Una capa final de soldadura debe ser aplicada a un nivel por encima de la superficie reparada, sin que entre en contacto con el metal base, pero cubriendo el borde de la soldadura, para asegurar el calor de acondicionamiento del metal base. En este proceso debe utilizarse soldadura continua alternando la polaridad.

7.2.5.4.4 El área a soldarse debe mantenerse a una temperatura de 204 C a 260 C, (400 F a 500 F) por un período mínimo de 4 horas, después de haberse completado la reparación por soldadura. La capa final de refuerzo que se pone, debe ser removida sustancialmente hasta la superficie del metal base.

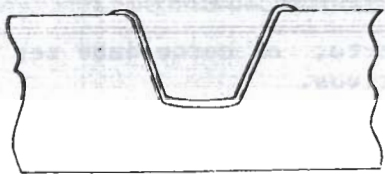
7.2.5.5 Después de finalizar las reparaciones por soldadura descritos anteriormente a temperatura ambiente, se debe aplicar exámenes no destructivos.

7.2.5.6 En reparaciones por soldadura mayores de 9 mm (3/8 de pulgada), en profundidad en el material, se requiere efectuar examen radiográfico.



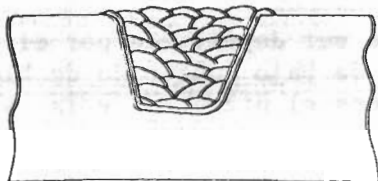
PASO 1

Una capa inicial de soldadura debe depositarse usando electrodo de 3 mm (1/8 pulg.)



PASO 2

Remover con esmeril la mitad de la primera capa depositada, con esmeril.



PASO 3

Capas subsiguientes deben ser depositadas usando electrodos de 4 mm (5/32 de pulgada), máximo de diámetro. Las diferentes capas deben ser depositadas según muestra la figura. Al completar la soldadura debe tener cuando menos una capa adicional y luego esta capa debe ser removida por medios abrasivos.

7.2.5.7 Cualquier otro método alternativo de alivio de tensiones en el área soldada debe ser aprobado por el Ministerio de Trabajo.

8 REMACHES Y TENSORES

8.1 No es permitido reforzar o reconstruir por soldadura las cabezas de los remaches o de los tensores, que se hayan deteriorado.

8.2 Los remaches o tensores deteriorados deben ser colocados según lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 20:4-003.

8.3 Se permite hacer un cordón de soldadura de sello en la cabeza de los remaches, con la finalidad de lograr su hermeticidad. Para lograr esta reparación se debe cumplir con las siguientes condiciones:

8.3.1 Antes de soldar se debe examinar con métodos de ensayos no destructivos, el área alrededor del hueco del remache, para asegurarse que no existan fisuras radiales.

8.3.2 No se debe realizar soldadura de sello, si se consiguen fisuras en dicha área.

8.3.3 La soldadura de sello no debe ser considerada como soldadura de refuerzo y/o de fijación.

8.3.4 Para realizar este tipo de soldadura. (Ver figura No. 4).

8.4 Cuando se presenten fugas alrededor de los tirantes roscados, los cuales estén en buenas condiciones, las tuercas pueden ser remplazadas con un collar de soldadura.

9 PARCHES

9.1 EL material a usar en los parches, debe tener las mismas, características físico-químicas del material original del vaso de presión.

9.2 El espesor del material del parche debe ser por lo menos igual que el de la lámina a remplazar, y nunca mayor de 3,5 mm (1/8 pulg) de la misma.

9.3 Las áreas deterioradas de placas tubulares, pueden ser removidas y reemplazadas, por una nueva sección, bajo las siguientes condiciones:

9.3.1 Los ligamentos entre los huecos de tubos no deben ser juntados por medio de soldadura.

9.3.2 Los parches no deben ser colocados en zonas expuestas al calor radiante.

9.3.3 El diámetro no debe ser mayor a 16 veces el espesor de la placa, pero menor de 200 mm.

9.4 En los vasos de presión de un generador de vapor remachado; las reparaciones por parches remachados pueden realizarse siguiendo las pautas de los Códigos Internacionales, previa autorización, supervisión y aprobación de la División Técnica Mecánica del Ministerio del Trabajo.

9.5 Las aberturas no reforzadas en los vasos de presión de un generador de vapor, pueden ser cerradas por uso de un parche soldado internamente para evitar fugas. Tales parches deberán tener un diámetro de 50 mm mas largo que el diámetro del hueco.

10 REPARACION DE HOGARES INTERNOS

10.1 Cuando los hogares corrugados, planos u otro tipo se han deformado 40 mm o más, pueden ser reparados por cualquiera de los siguientes métodos:

10.1.1 El hogar debe ser llevado a su conformación geometrica original, utilizando medios y condiciones adecuadas.

10.1.2 El hogar debe ser reforzado adecuadamente en la zona afectada.

10.2 Si en los hogares corrugados la máxima deformación no excede de 20 mm en una extensión deformada no mayor de 3 corrugaciones, contiguas o si la máxima deformación no excede de 15 mm en una extensión mayor de 3 corrugaciones, contiguas, se considera que el vaso de presión del generador de vapor, está dentro las tolerancias admisibles.

10.3 En los hogares planos y secciones planas de los hogares corrugados si la máxima deformación no excede de 6,5 mm, el vaso de presión del generador de vapor se puede considerar dentro la tolerancia admisible.

10.4 Cuando la deformación exceda a lo contemplado en el punto 10.2 y sea menor de 40 mm, no sera necesario llevar el hogar a su conformación geometrica original, si la presión de diseño es rebajada en la relación del 2% por cada milimetro de deformación en los hogares planos y de 1% en los hogares corrugados contados a partir de la medida original de diseño.

10.5 Cuando las distorsiones o deformaciones hayan excedido las limitaciones anteriores o cuando el material haya sufrido alteraciones en sus condiciones físicas y químicas, se podrá sustituir total o parcial el hogar, de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 20:4-003.

11 REPARACION DEL HAZ DE TUBOS

11.1 Cuando se observen fallas de hermeticidad de los tubos con las placas; se debe proceder a reexpandir o reemplazar el tubo.

11.2 Para efectuar un reexpandido, se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones:

11.2.1 El tubo debe estar exento de fisuras y que conserve su configuración geométrica.

11.2.2 Los límites de expansión deben ceñirse a la siguiente fórmula:

$$D_2 = D_1 + (DH - De) + 0,0012 DH$$

Donde:

D_1 = Diámetro interno del tubo.

D_2 = Diámetro interno del tubo después de expandido.

DH = Diámetro del agujero del tubo en la placa o en el domo.

De = Diámetro exterior.

Nota:

DH-De = 0,79 mm (1/32 pulg) como máximo para generadores de vapor acuatubulares y pirotubulares cuya placa esté expuesta a mayor temperatura.

DH-De = 1,59 mm (1/16 pulg) como máximo para generadores de vapor pirotubulares cuya placa esté expuesta a menor temperatura.

11.3 Reemplazo de tubos.

11.3.1 El agujero del tubo en la placa o en el domo, no debe estar ovalado más de la medida DH-De descrito anteriormente.

11.3.2 En generadores de vapor tipo acuatubular, cuando los tubos de agua estén excesivamente combados, no se debe tratar de enderezar dichos tubos en sitio. Estos deberán ser reemplazados total o parcialmente. La máxima desviación permisible será de 5 cm en 3,6 m de longitud.

11.3.3 En tubos de agua, cuando se forman abombamientos contiguos, se debe reemplazar el tubo o la sección dañada.

11.3.4 Si en un abombamiento fuga agua o se determina una tendencia apreciable de estiramiento de material o existe la posibilidad que se acumule incrustaciones dentro de ésta sección, se deberá reemplazar el tubo o la parte afectada.

11.3.5 En los generadores de vapor pirotubulares, donde se ha reexpandido varias veces un tubo en su extremo rebordado y todavía fuga agua, se podrá eliminar esta situación provisionalmente introduciendo un casquillo hecho del mismo material del tubo de fuego, con un espesor equivalente al del tubo y con una longitud igual a tres veces el espesor de la placa. El borde interno del casquillo dentro del tubo debe ser biselado. El borde externo del casquillo deberá ser expandido y rebordado después que estén en

su posición. El número de tubos a en casquillar no debe ser mayor del 10% del total de tubos del generador de vapor. No deben montarse dos casquillos en tubos adyacentes. No se debe utilizar soldadura de sello sin previa autorización del Ministerio de Trabajo.

11.3.6 Se deberá reemplazar el tubo de fuego o agua de un generador de vapor cuando se observen picaduras o huecos aislados o escasos en donde el espesor de la pared del tubo de esos huecos sea menor del 50%.

11.3.7 Cuando se observe picaduras o huecos concentrados en una misma zona en tubos de fuego o de agua, se deberá reemplazar el tubo.

11.3.8 Se podrá taponear hasta el 10% del número de tubo de agua de un generador de vapor del tipo acuotubular.

11.3.9 No se podrá taponear ningún tubo de fuego de un generador de vapor del tipo pirotubular por medio de soldadura.

11.3.10 Cuando los orificios de las placas de tubos se excedan en diámetro a lo contemplado en el punto 11.2, se podrá usar la técnica de casquillo exterior, siempre y cuando se recalcule y se compruebe la eficiencia de los ligamentos.

11.3.11 La colocación de los casquillos exteriores se hará según figuras.

11.3.12 En las figuras 5, 6, 7, 8 se indican algunos métodos alternativos aconsejables utilizados en reparación de tubos en generadores de vapor.

12 REPARACIONES DE PLACAS TUBULARES Y DOMOS

Cuando se presenten deformaciones en placas tubulares y domos fuera de las tolerancias permisibles, se podrán llevar a su configuración geométrica original siempre y cuando la reparación sea autorizada por la División Técnica Mecánica del Ministerio de Trabajo.

13 ALTERACIONES

Las alteraciones que se realicen en el vaso de presión del generador de vapor deberán estar de acuerdo con la Norma Venezolana COVENIN 20:4-003 y autorizadas y supervisadas por la División Técnica Mecánica del Ministerio de Trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Thomas C. Wilson, Inc.
- 2.- York Shipley (Boletín) (Tube Sheet Ligament Craucs).
- 3.- National board of pressure vessel inspector, inspection code.
- 4.- Cost - Gward.
- 5.- Método y procedimientos de reparaciones mayores en calderas acuotubulares e igneotubulares.
Adolfo Marín Ordaz - Pedro A. Guilarte.

LOC FOR HOLD

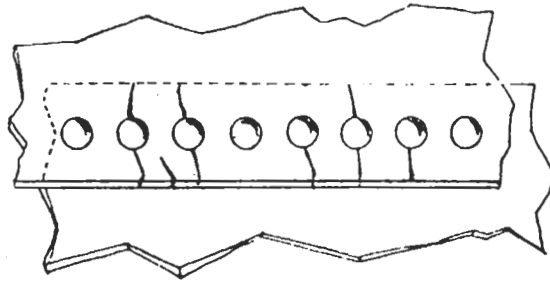


Fig. 1

REPARACION POR SOLDADURA

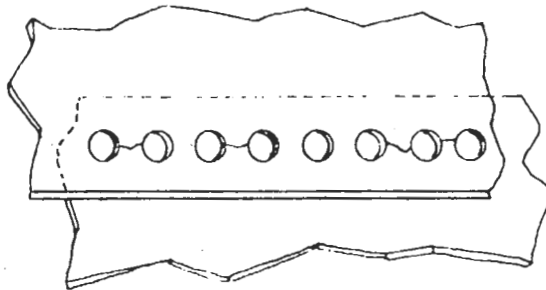


Fig. 2

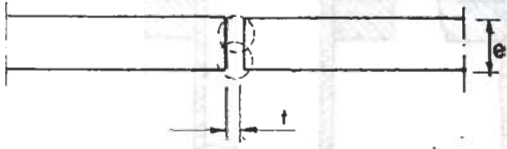
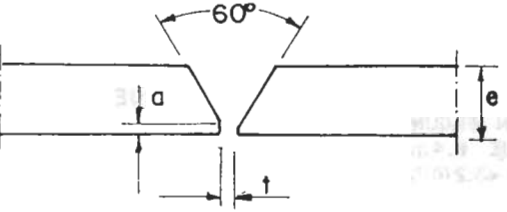
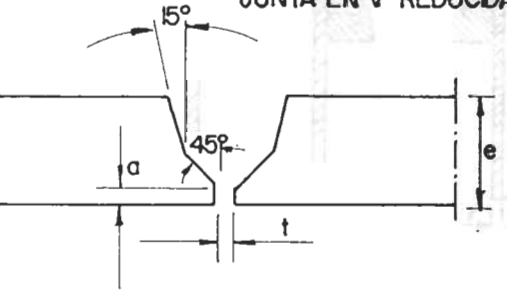
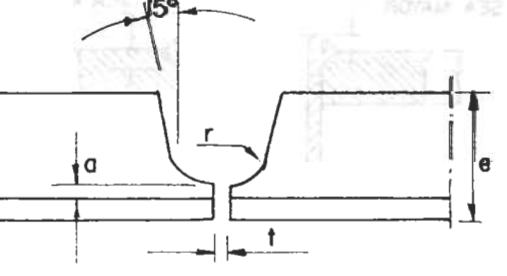
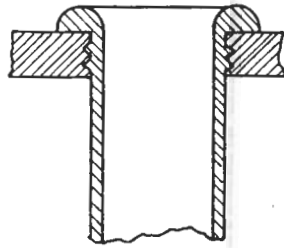
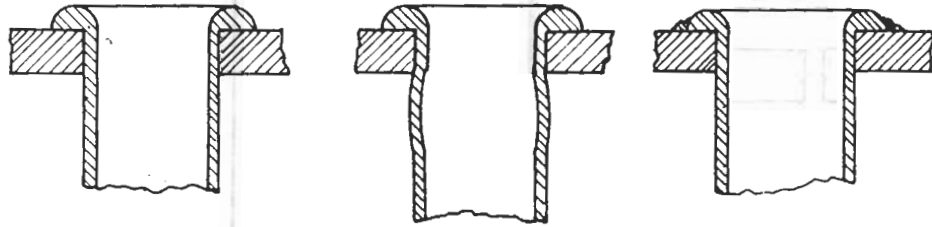
TIPO DE PREPARACION	DIMENSIONES DE LA JUNTA SEGUN PROCESO(m.m.)		
	ELECTRODO REVESTIDO	T.I.G.	ARCO SUMERGIDO
<p>A TOPE</p> 	<p>e: 4 - 5 t: 0 - 1</p>	<p>e: 3 - 5 t: 1 - 2</p>	<p>e: 3 - 8 t: 0 - 1</p>
<p>JUNTA EN "V"</p> 	<p>e: 5 - 12 t: 1.5 - 2 a: 2 - 3</p>	<p>e: 4 - 6 t: 0 - 1 a: 1 - 1.5</p>	<p>e: 8 - 12 t: 0 - 2 a: 2.5 - 3</p>
<p>JUNTA EN "V" REDUCIDA</p> 	<p>e: 12 - 20 t: 1.5 - 2 a: 2 - 3</p>	<p>e: 12 - 20 t: 1.5 - 2.5 a: 1 - 2</p>	<p>e: 12 - 25 t: 0 - 1 a: 2.5 - 3</p>
<p>JUNTA EN "U"</p> 	<p>e: 12 - 20 t: 1.5 - 2 a: 2 - 3 r: 4 - 8</p>	<p>e: 12 - 20 t: 1.5 - 2.5 a: 1 - 2 r: 4 - 8</p>	<p>e: 12 - 20 t: 0 - 1 a: 2.5 - 3 r: 4 - 8</p>

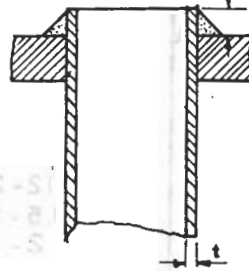
Fig. 3 TIPOS DE JUNTAS DE SOLDADURA

Fig.4 TIPOS DE SOLDADURA DE SELLO EN

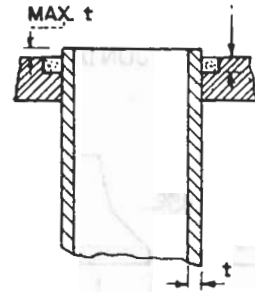
TUBOS DE FUEGO



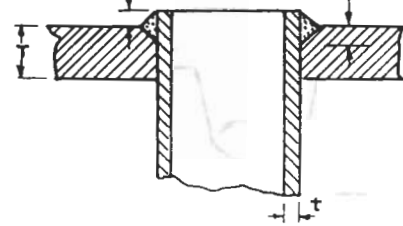
NO MAS DE $2t$ Y NO MENOS DE t . EN NINGUN CASO MAYOR QUE 6.4m.m. NI MENOR QUE 3.2m.m.



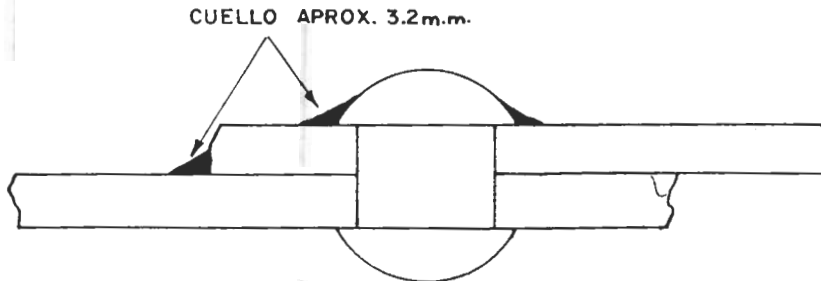
NO MENOR QUE t Y EN NINGUN CASO MENOR QUE 3.2m.m.



MAX.t Y NO MAYOR QUE $T/3$ o 32m.m. CUALQUIERA QUE SEA MAYOR

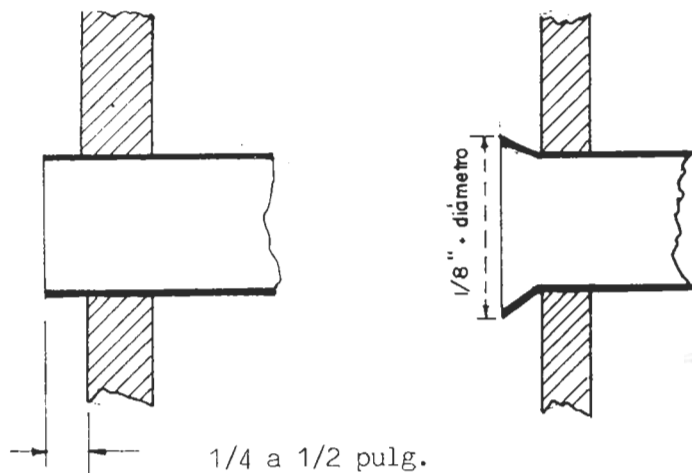


NO MAYOR QUE $T/3$ NI MENOR QUE t o 3.2m.m. CUALQUIERA QUE SEA MAYOR



JUNTA TIPICA PARA SOLDADURA DE SELLO EN REMACHE

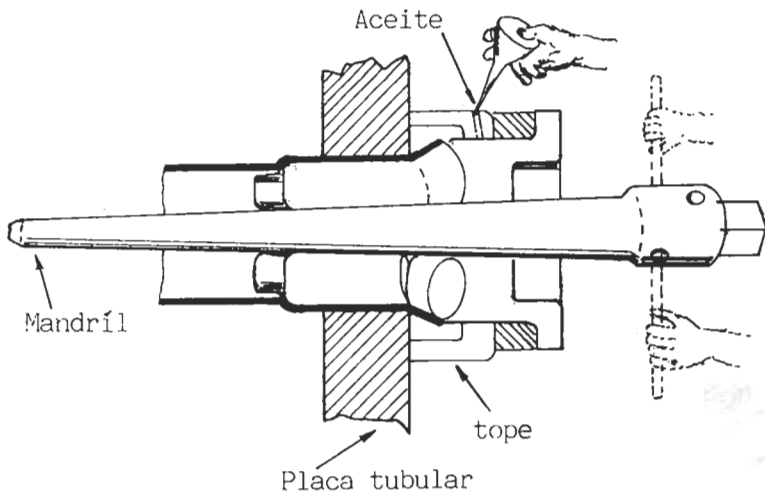
TIPOS DE JUNTAS DE SOLDADUR



El código Nacional de generadores de vapor exige en los bordes de los tubos de los generadores acuatubulares que sobresalgan entre 1/4 y 1/2 pulg. y que se acampane con un diámetro que tenga 1/8 pulg. más que el diámetro del tubo.

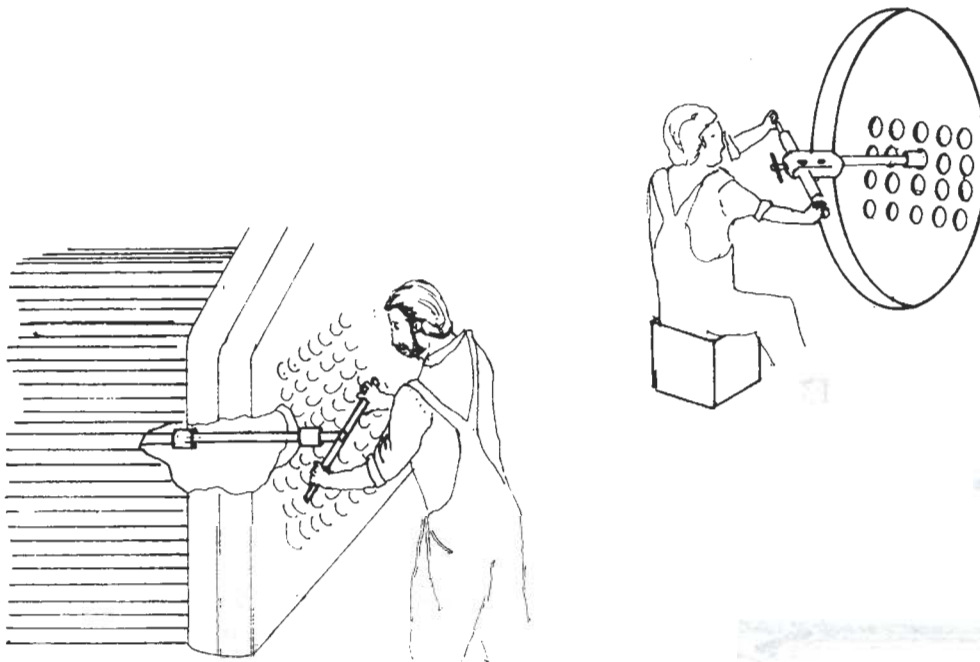
1/4 a 1/2 pulg.

De la placa tubular



Acampanado

Es usual combinar el uso del expandidor conjuntamente para el control de la profundidad expandida.



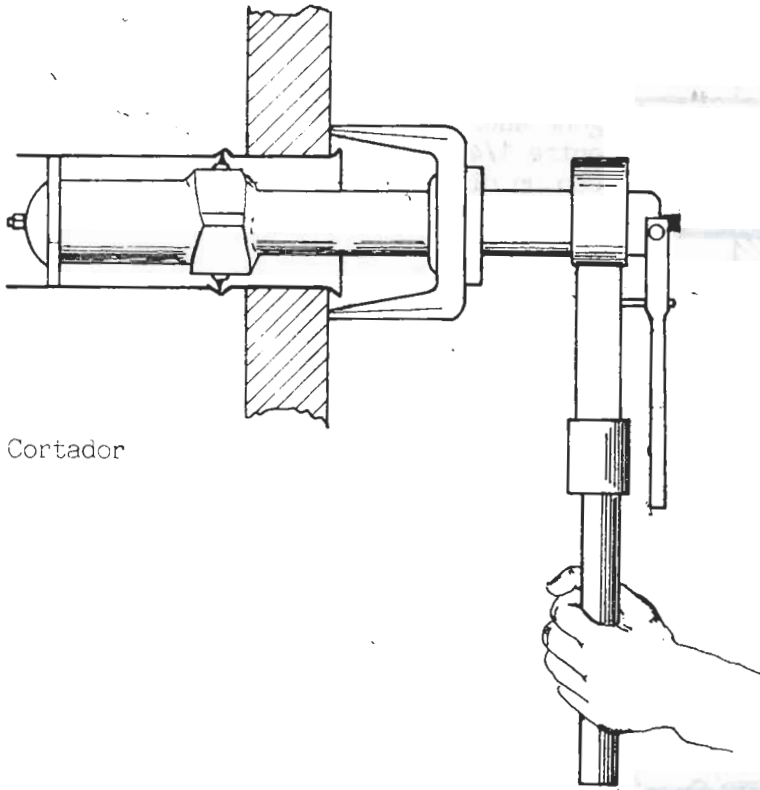
Expandidores

Son operados manualmente o a motor.

Los expandidores manuales son más trabajosos, pero tienen menos oportunidad de dañar la placa tubular.

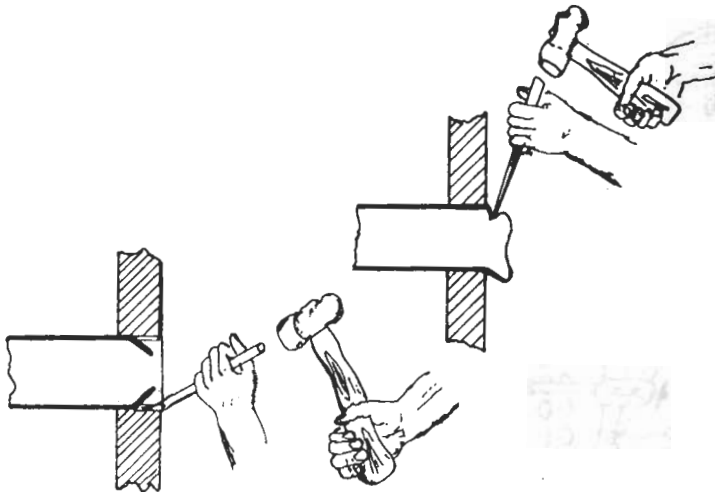
Fig. 5

Fig. 6



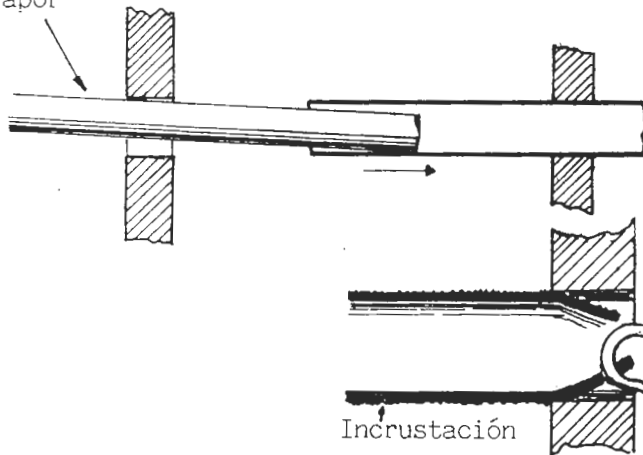
Cortador

Se corta el final de los tubos con un cortador de cuchillas internas dejando que caigan en el hogar. Luego se colapsa las conchas sobrantes para removerlas.



Tubo de vapor

Se cincela y se quita la campana, luego se colapsa el borde de los tubos para removerlos.



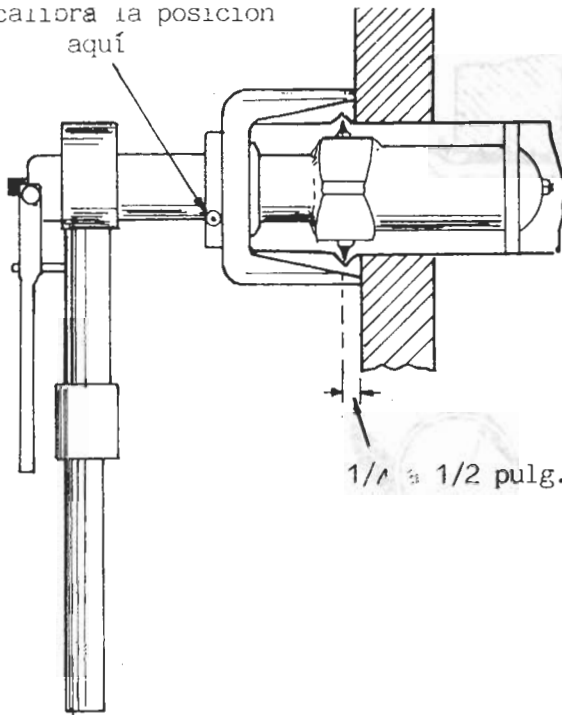
Incrustación

Se soporta el tubo de fuego con un tubo de vapor.

Si el tubo de fuego está incrustado, se hace una perforación en el borde colapsado y se extrae con una cadena.

Hueco perforado

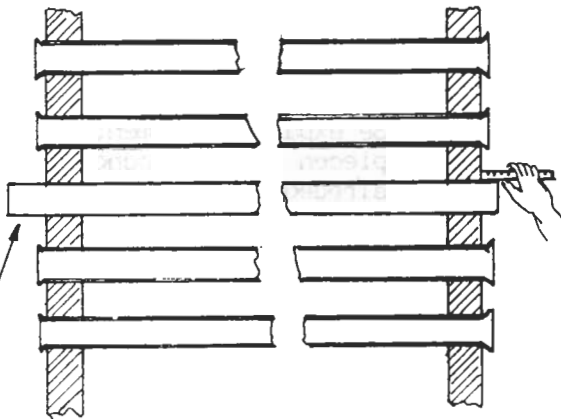
Se calibra la posición
aquí



Corte del tubo

Se efectúa con el cortador interno, en caso de que este no se tenga, se marca el tubo en el sitio, y se corta con otro método apropiado.

1/4 a 1/2 pulg.

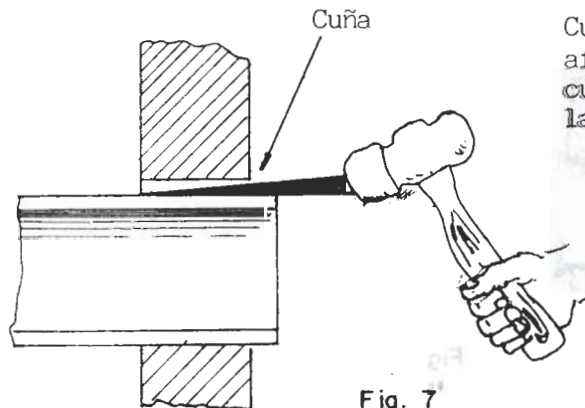


Tubo nuevo

Antes de la incrustación

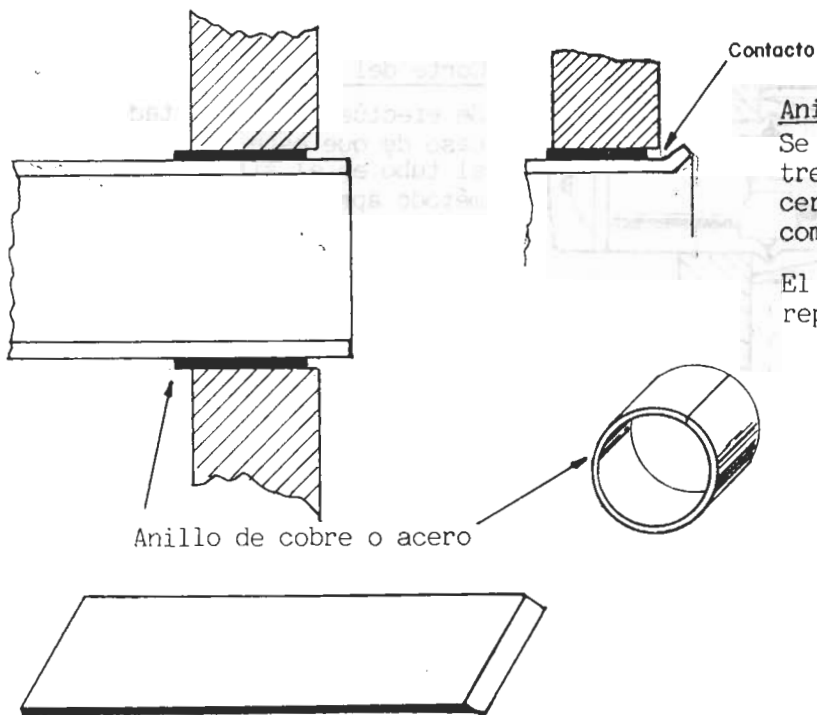
Antes de instalar un tubo nuevo se revisa el hueco en la placa tubular, y su perfecto estado.

Se coloca un tubo nuevo y que sobresalga de 1/4 a 1/2 pulg. en sus bordes.



Cuando se está expandiendo el tubo, se afianza en uno de sus bordes con una cuña de bronce, colocada entre el tubo y la placa tubular.

Fig. 7



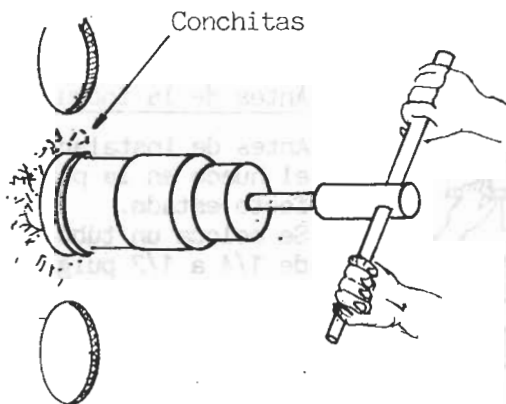
Anillos de cobre

Se coloca el anillo en el espacio entre la placa y el tubo. Se puede hacer de una lámina de cobre, usada como se muestra.

El casquillo se debe poner solo para reparaciones provisionales.

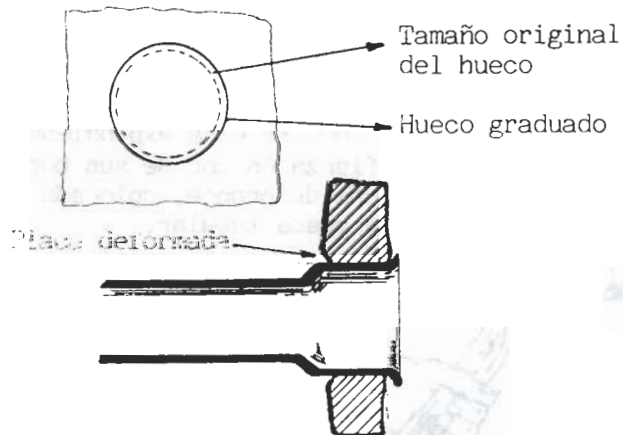
Anillo de cobre o acero

Contacto



Infra expandido

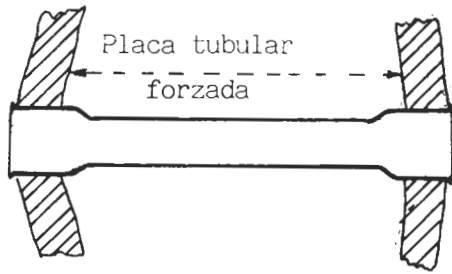
No se debe sobre-expandir los tubos. Se expande suavemente y cuando se empiecen a formar conchitas en la placa alrededor del tubo.



No sobreexpanda

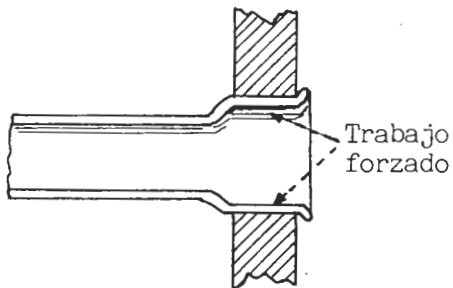
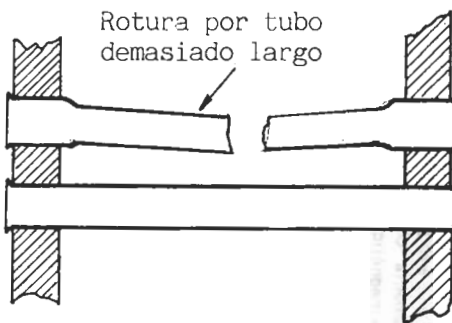
El sobreexpandido alarga y deforma la placa tubular. El tubo se alarga hacia la placa tubular hasta dañar la sección que es una situación peligrosa.

Fig. 8

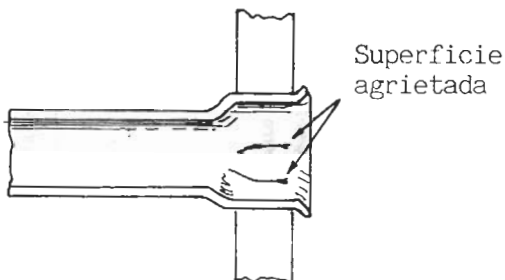


Sobre expandido

El sobre-expandido fuerza la placa, el largo de los tubos y diámetros pequeños. Cuando se formen los sedimentos éstos pueden fallar.



Cuando se sobreexpande puede causar adelgazamiento y por tanto una falla temprana.



El sobre expandido puede agrietar la parte interna del tubo donde se expandió, causando de esta forma una falla temprana.

Fig. 9

METODOS DE ENSAYO NO DESTRUCTIVOS

EQUIPO REQUERIDO	OCULAR	RADIOGRAFICO	* PARTICULAS MAGNETICAS	PENETRANTE LIQUIDO	ULTRASONICO
<p>Lente de aumento. Plantilla para medir cordones. Regla de bolsillo. Escantillon. Normas de buena ejecucion.</p>	<p>Unidades comerciales para rayos-X o gamma, para examen de soldaduras, y de piezas fundidas o forjadas. Películas y instalaciones para su procesamiento. Equipo para la inspección flouros-cópica.</p>	<p>Defectos interiores macroscópicos — grietas, porosidad, sopladuras, inclusiones no metálicas, penetración incompleta de la raíz, socavación, carámbanos, y perforación.</p>	<p>Equipo especial de tipo comercial para ensayos. Polvos magnéticos, en forma seca o húmeda; pueden ser fluorescentes para su observación bajo luz ultravioleta.</p>	<p>Equipos comerciales, que contengan penetrantes fluorescentes o líquidos, y reveladores. Equipo para la aplicación del revelador. Luz ultravioleta para el metodo fluorescente.</p>	<p>Equipo especial de tipo comercial ya sea para el tipo de pulsación-eco o de transmisión. Gráficos tipos de referencia, para la interpretación de gráficos de radiofrecuencia o visuales.</p>
<p>Defectos superficiales — grietas, porosidad, cráteres sin llenar, inclusiones de escoria. <small>Alcornoques, cordones exiguos, cordones desmedidos, cordones de conformación pobre, desalineamiento, presentación impropia.</small></p>	<p>El empleo de película permite la obtención de un documento permanente. Puede observarse en la pantalla fluoroscópica, para inspección interna a costo reducido.</p>	<p>Excelente para reconocer las discontinuidades de la superficie — especialmente las grietas en la superficie.</p>	<p>Grietas en la superficie no visibles fácilmente al ojo desnudo. Excelente para hallar fugas en las soldaduras.</p>	<p>Defectos en y debajo de la superficie, incluyendo aquellos demasiado pequeños para descubrirse por otro método. Especialmente para descubrir defectos de tipo laminar debajo de la superficie.</p>	<p>Muy sensible. Permite la comprobación de juntas inaccesibles a la radiografía.</p>
<p>Costo reducido. Puede aplicarse mientras se ejecuta el trabajo. Permite la corrección de los defectos. Señala procedimientos erróneos.</p>	<p>Requiere habilidad en la selección de ángulos de exposición, la soldadora a emplearse, y la interpretación de los resultados. Requiere medidas de seguridad. No resulta, en general, aceptable para la inspección de soldaduras en ángulo interior.</p>	<p>Es de empleo más fácil que la inspección radiográfica. Permite la sensibilidad regulable. Método de costo relativamente reducido.</p>	<p>Aplicable a materiales magnéticos y no magnéticos. De empleo fácil. De costo reducido.</p>	<p>Pueden descubrirse tan solamente los defectos superficiales. No puede emplearse eficazmente con piezas calientes.</p>	<p>Requiere mucha competencia para interpretar las configuraciones del tipo pulsación-eco. No resulta fácil la obtención de gráficos de tipo permanente.</p>
<p>Puede aplicarse únicamente a los defectos superficiales. No provee registro permanente.</p>	<p>Muchos códigos requieren el examen por rayos-X. Es útil para la capacitación de los soldadores y la aprobación de los procedimientos. A causa de su costo, debe limitarse a aquellas zonas donde los métodos restantes no provean la seguridad requerida.</p>	<p>Puede emplearse únicamente con materiales magnéticos. Requiere habilidad para descubrir e interpretar los defectos o las configuraciones no significativas. Resulta de empleo difícil sobre las superficies ásperas.</p>	<p>En recipientes de paredes delgadas, revelará las fugas que no podrán determinarse con las pruebas neumáticas usuales. Las condiciones reveladoras en la superficie (humo, escoria) pueden llevar a indicaciones equivocadas.</p>	<p>El equipo de tipo pulsación-eco resulta excelente para fines de inspección de las soldaduras. El equipo de tipo transmisión simplifica la interpretación de configuraciones cuando se lo puede emplear.</p>	<p>El equipo de tipo pulsación-eco resulta excelente para fines de inspección de las soldaduras. El equipo de tipo transmisión simplifica la interpretación de configuraciones cuando se lo puede emplear.</p>
<p>Debe constituir el primer método de inspección, no importa cuales sean las otras técnicas que se exijan. Constituye el único tipo de inspección "productivo". Es responsabilidad primordial de todas las personas que contribuyen al trabajo de soldadura.</p>	<p>Observaciones</p>	<p>Limitaciones</p>	<p>Ventajas</p>	<p>Permite reconocer</p>	<p>Equipos requerido</p>

ANEXO SA 3100T
Tabla A2
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Nº ESPECIFICACION	GRADO	COMPOSICION QUIMICA	Nº P	Nº GRUPO	LIMITE DE	LIMITE DE
					FLUENCIA Ksi	RUPTURA Ksi
ACERO AL CARBONO Y DE BAJA ALEACION						
A-193	B5	5Cr-1/2Mo	...	...	80.0	100.0
	B7	1Cr-1/5Mo ≤ 2 1/2 pulg.	...	...	105.0	125.0
		1Cr-1/5Mo < 2 1/2 pulg. y ≤ 4 pulg.	...	...	95.0	115.0
		1Cr-1/5Mo > 4 pulg	...	...	75.0	100.0
	B7M	1Cr-1/5Mo ≤ 2 1/2 pulg	...	...	80.0	100.0
	B16	1Cr-1/2Mo-V ≤ 2 1/2 pulg	...	...	105.0	125.0
		1Cr-1/2Mo-V ≤ 2 1/2 pulg y ≤ 4 pulg	...	...	95.0	110.0
		1Cr-1/2Mo-V > 4 pulg	...	...	85.0	100.0
A-307	B	C	...	...	55.0	
A-320	L43	Cr-Mo and Ni-Cr-Mo	...	...	105.0	125.0
	L7	Cr-Mo and Ni-Cr-Mo	...	...	105.0	125.0
A-325	1 pulg. y por debajo	C	...	...	92.0	120.0
	> 1 pulg. y ≤ 1 1/2 pulg	C	...	...	81.0	105.0
	1	C	...	...	77.0	105.0
A-354	BB	...	...	...	78.0	100.0
	BC	...	...	...	99.0	115.0
	...	...	...	...	125.0	150.0
A-449	1 pulg. y por debajo	C	...	...	92.0	120.0
	> 1 pulg. y ≤ 1 1/2 pulg.	C	...	...	81.0	105.0
	> 1 1/2 pulg. y ≤ 3 pulg	C	...	...	58.0	90.0
PLANCHA DE ACERO AL CARBONO						
A-36	...	C-Mn-Si	1	1	36.0	58.0
A-283	A	C	1	1	24.0	45.0
	B	C	1	1	27.0	50.0
	C	C	1	1	30.0	55.0
	D	C	1	1	33.0	60.0
A-285	A	C	1	1	24.0	45.0
	B	C	1	1	27.0	50.0
	C	C	1	1	30.0	55.0
A-299	...	C-Mn-Si	1	2	40.0/42.0	75.0
A-414	A	C	1	1	25.0	45.0
	B	C	1	1	30.0	50.0
	C	C	1	1	33.0	55.0
	D	C-Mn	1	1	35.0	60.0
	E	C-Mn	1	1	38.0	65.0
	F	C-Mn	1	2	42.0	70.0
	G	C-Mn	1	2	45.0	75.0

ANEXO
 Tabla A2
 ESPECIFICACION DE MATERIALES

Nº ESPECIFICACION	GRADO	COMPOSICION QUIMICA	Nº P	Nº GRUPO	LIMITE DE FLUENCIA Ksi	LIMITE DE RUPTURA Ksi
A-442	55	C-Mn-Si	1	1	30.0	55.0
	60	C-Mn-Si	1	1	32.0	60.0
A-455	Superior a 0.375 pulg	C-Mn	1	2	37.5	75.0
	0.375 pulg	C-Mn	1	2	36.5	73.0
	a 0.580 pulg					
	0.580 pulg	C-Mn	1	2	35.0	70.0
A-515	55	C-Si	1	1	30.0	55.0
	60	C-Si	1	1	32.0	60.0
	65	C-Si	1	1	35.0	65.0
	70	C-Si	1	2	38.0	70.0
A-516	55	C-Si	1	1	30.0	55.0
	60	C-Mn-Si	1	1	32.0	60.0
	65	C-Mn-Si	1	1	35.0	65.0
	70	C-Mn-Si	1	2	38.0	70.0
A-537	Cl.1	C-Mn-Si	1	2	50.0	70.0
	Superior a 2.5 pulg. Inclusive					
	Cl.1				45.0	65.0
	Por encima 2.5 pulg.					
	a 4 pulg. Inclusive	C-Mn-Si	1	3	60.0	80.0
	Cl.2					
Por encima 2.5 pulg. inclusive						
Cl.2				55.0	75.0	
Por encima 2.5 pulg						
a 4 pulg. inclusive						
A-562		C-Mn-Ti	1	1	30.0	55.0
A-612	Grado A 0,5 pulg y por debajo	C-Mn-Si	10C	3	50.0	83.0
	Grado B Por encima de 0,5 pulg a 1 pulg	C-Mn-Si	10C	3	50.0	81.0
A-662	A	C-Mn-Si	1	1	40.0	58.0
	B	C-Mn-Si	1	1	40.0	65.0
	C	C-Mn-Si	1	2	43.0	70.0
A-737	B	C-Mn-Si-Cb	1	2	50.0	70.0
	C	C-Mn-Si-V-N	1	3	60.0	80.0
TUBERIA SIN COSTURA DE ACERO AL CARBONO						
A-53	A	C	1	1	30.0	48.0
	B	C-Mn	1	1	35.0	60.0
A-106	A	C-Si	1	1	30.0	48.0
	B	C-Si	1	1	35.0	60.0
	C	C-Si	1	2	40.0	70.0

ANEXO
Tabla A2
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Nº ESPECIFICACION	GRADO	COMPOSICION QUIMICA	Nº P	Nº GRUPO	LIMITE DE FLUENCIA Ksi	LIMITE DE RUPTURA Ksi
A-179	...	C	1	1	26.0	47.0
A-192	...	C-Si	1	1	26.0	47.0
A-210	A-1	C-Si	1	1	37.0	60.0
	C	C-Mn	1	2	40.0	70.0
A-333	1	C-Mn	1	1	30.0	55.0
	6	C-Mn-Si	1	1	35.0	60.0
A-334	1	C-Mn	1	1	30.0	55.0
	6	C-Mn-Si	1	1	35.0	60.0
A-524	I	C-Mn-Si	1	1	35.0	60.0
	II	C-Mn-Si	1	1	30.0	55.0
A-556	A2	C	1	1	26.0	47.0
	B2	C-Si	1	1	37.0	60.0
	C2	C-Mn-Si	1	2	40.0	70.0
TUBERIA CON COSTURA DE ACERO AL CARBONO						
A-53	A	C	1	1	30.0	48.0
	B	C-Mn	1	1	35.0	60.0
A-135	A	C	1	1	30.0	48.0
	B	C-Mn	1	1	35.0	60.0
A-178	A	C	1	1	26.0	47.0
	C	C	1	1	37.0	60.0
A-214	...	C	1	1	26.0	47.0
A-226	...	C-Si	1	1	26.0	47.0
A-334	1	C-Mn	1	1	30.0	55.0
	6	C-Mn-Si	1	1	35.0	60.0
A-557	A	C	1	1	26.0	47.0
	B	C	1	1	37.0	60.0
	C	C-Mn	1	2	40.0	70.0
A-587	...	C	1	1	30.0	48.0
ACERO AL CARBONO						
A-31	A	C	1	1	23.0	45.0
	B	C	1	1	29.0	58.0
A-36	...	C-Mn-Si	1	1	36.0	58.0
A-100	...	C-Si	1	2	36.0	70.0

ANEXO
Tabla A2
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Nº ESPECIFICACION	GRADO	COMPOSICION QUIMICA	Nº P	Nº GRUPO	LIMITE DE FLUENCIA Ksi	LIMITE DE RUPTURA Ksi
A-181	50	C-Si	1	1	30.0	60.0
	70	C-Si	1	1	36.0	70.0
A-216	WCA	C-Si	1	1	30.0	60.0
	WCB	C-Si	1	1	36.0	70.0
	WCC	C-Mn-Si	1	1	40.0	70.0
A-266	1	C-Si	1	1	30.0	60.0
	2	C-Si	1	2	35.0	70.0
	3	C-Si	1	2	37.5	75.0
	4	C-Mn-Si	1	2	36.0	70.0
A-350	LF1	C-Mn-Si	1	1	30.0	60.0
	LF2	C-Mn-Si	1	2	36.0	70.0
A-352	LCB	C-Si	1	1	35.0	65.0
A-372	I	C-Si	1	1	35.0	60.0
	II	C-Mn-Si	...	...	45.0	75.0
	III	C-Mn-Si	...	...	55.0	90.0
A-675	45	C	1	1	22.5	45.0
	50	C	1	1	25.0	50.0
	55	C	1	1	27.5	55.0
	60	C	1	1	30.0	60.0
	65	C	1	1	32.5	65.0
	70	C	1	2	35.0	70.0
A-695	35 B	C-Mn-Si	1	1	35.0	60.0
	40 B	C-Mn-Si	1	2	40.0	70.0
A 727	...	...	1	1	36.0	60.0
PLANCHA DE ACERO DE BAJA ALEACION						
A-202	A	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mn-Si	4	1	45.0	75.0
	B	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mn-Si	4	1	47.0	85.0
A-203	A	$2\frac{1}{2}$ Ni	9A	1	37.0	65.0
	B	$2\frac{1}{2}$ Ni	9A	1	40.0	70.0
	D	$3\frac{1}{2}$ Ni	9B	1	37.0	65.0
	E	$3\frac{1}{2}$ Ni	9B	1	40.0	70.0
A-204	A	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	37.0	65.0
	B	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	2	40.0	70.0
	C	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	2	43.0	75.0
A-225	C	Mn-V-Ni	10A	1	70	105
A-302	A	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo	3	2	45.0	75.0
	B	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo	3	2	50.0	80.0
	C	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{2}$ Ni	3	3	50.0	80.0
	D	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{3}{4}$ Ni	3	2	50.0	80.0

ANEXO
Tabla A2
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Nº ESPECIFICACION	GRADO	COMPOSICION QUIMICA	Nº P	Nº GRUPO	LIMITE DE FLUENCIA Ksi	LIMITE DE RUPTURA Ksi
A-387	2 Cl.1	1/2Cr-1/2Mo	3	1	33.0	55.0
	2 Cl.2	1/2Cr-1/2Mo	3	2	45.0	70.0
	12 Cl.1	1Cr-1/2Mo	4	1	33.0	55.0
	12 Cl.2	1Cr-1/2Mo	4	1	40.0	65.0
	11 Cl.1	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	1	35.0	60.0
	11 Cl.2	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	1	45.0	75.0
	22 Cl.1	2 1/4Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	22 Cl.2	2 1/4Cr-1Mo	5	1	45.0	75.0
A-387	21 Cl.1	3Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	21 Cl.2	3Cr-1Mo	5	1	45.0	75.0
	5 Cl.1	5Cr-1/2Mo	5	2	30.0	60.0
	5 Cl.2	5Cr-1/2Mo	5	2	45.0	75.0
A-533	A, Cl.1	Mn-1/2Mo	3	3	50.0	80.0
	B, Cl.1	Mn-1/2Mo-1/2Ni	3	3	50.0	80.0
	C, Cl.1	Mn-1/2Mo-3/4Ni	3	3	50.0	80.0
TUBERIA SIN COSTURA DE BAJA ALEACION						
A-199	T11	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	1	25.0	60.0
	T3b	2Cr-1/2Mo	4	1	25.0	60.0
	T22	2 1/4Cr-1Mo	5	1	25.0	60.0
	T21	3Cr-1Mo	5	1	25.0	60.0
	T5	5Cr-1/2Mo	5	2	25.0	60.0
	T7	7Cr-1/2Mo	5	2	25.0	60.0
	T9	9Cr-1Mo	5	2	25.0	60.0
A-209	T1b	C-1/2Mo	3	1	28.0	53.0
	T1	C-1/2Mo	3	1	30.0	55.0
	T1a	C-1/2Mo	3	1	32.0	60.0
A-213	T2	1/2Cr-1/2Mo	3	1	30.0	60.0
	T17	1Cr-V	10B	2	30.0	60.0
	T12	1Cr-1/2Mo	4	1	30.0	60.0
	T11	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	1	30.0	60.0
	T22	2 1/4Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	T21	3Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	T5	5Cr-1/2Mo	5	2	30.0	60.0
	T5b	5Cr-1/2Mo-Si	5	2	30.0	60.0
	T5c	5Cr-1/2Mo-Ti	5	2	30.0	60.0
	T7	7Cr-1/2Mo	5	2	30.0	60.0
T9	9Cr-1Mo	5	2	30.0	60.0	
A-333	Gr 4	3/4Cr-3/4Ni-Cu-Al	4	2	35.0	60.0
	Gr 9	2Ni-1Cu	9A	1	46.0	63.0
	Gr 7	2 1/2Ni	9A	1	35.0	65.0
	Gr 3	3 1/2Ni	9B	1	35.0	65.0
A-334	9	2Ni-1Cu	9A	1	46.0	63.0
	7	2 1/2Ni	9A	1	35.0	65.0
	3	3 1/2Ni	9B	1	35.0	65.0

ANEXO
Tabla A2
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Nº ESPECIFICACION	GRADO	COMPOSICION QUIMICA	Nº P	Nº GRUPO	LIMITE DE FLUENCIA Ksi	LIMITE DE RUPTURA Ksi
A-217	WC 1	C-1/2Mo	3	1	35.0	65.0
	WC 4	1Ni-1/2Cr-1/2Mo	4	1	40.0	70.0
	WC 5	3/4Ni-1Mo-3/4Cr	4	1	40.0	70.0
	WC 6	1/4Cr-1/2Mo	4	1	40.0	70.0
	WC 9	2 1/4Cr-1Mo	5	1	40.0	70.0
	C 5	5Cr-1/2Mo	5	2	60.0	90.0
	C 12	9Cr-1Mo	5	2	60.0	90.0
A-336	Cl.F1	C-1/2Mo	3	2	40.0	70.0
	Cl.F12	1Cr-1/2Mo	4	1	40.0	70.0
	Cl.F22a	2 1/4Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	Cl.F22 Norm Temp	2 1/2Cr-1Mo	5	1	45.0	75.0
	Cl.F21a	3Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	Cl.F21 Norm Temp	3Cr-1Mo	5	1	45.0	75.0
	Cl.F5	5Cr-1/2Mo	5	2	30.0	60.0
	Cl.F5a	5Cr-1/2Mo	5	2	50.0	80.0
A-350	LF4	3/4Cr-3/4Ni-Cu-Al	4	2	30.0	60.0
	LF3	3 1/2Ni	9B	1	40.0	70.0
	LF9	2Ni-1Cu	9A	1	46.0	63.0
A-352	LC1	C-1/2Mo	3	1	35.0	65.0
	LC2	2 1/2Ni	9A	1	40.0	70.0
	LC3	3 1/2Ni	9B	1	40.0	70.0
A-372	IV	Mn-1/4Mo	...	...	65.0	105.0
	V (Grado 3, 4)	1/2Cr-1/2Ni-1/5Mo	...	...	70.0	120.0
	V (Grado 1, 2,	1Cr-1/5Mo	...	...	70.0	120.0
	VIII)	1Cr-1/5Mo	...	...	110.0	135.0
A-487	1N	Mn-V	10A	1	55.0	85.0
	4N	1/2Ni-1/2Cr-1/4Mo-V	10F	6	60.0	90.0
	2N	Mn-1/4Mo-V	10F	6	...	85.0
	8N	2 1/4Cr-1Mo	10F	6	55.0	85.0
	1Q	Mn-V	10A	1	...	90.0
	2Q	Mn-1/4Mo-V	10F	6	...	90.0
A-508	1	C-Si	1	2	36.0	70.0
	3	3/4Ni-1/2Mo-Cr-V	3	3	50.0	80.0
	2	3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V	3	3	50.0	80.0
A-541	1	C-Si	1	2	35.0	70.0
	3	1/2Ni-1/2Mo-V	3	3	50.0	80.0
	2	3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V	3	3	50.0	80.0
A-739	B11	1 1/2Cr-1/2Mo-Si	4	1	45	70
	B22	2 1/4Cr-1Mo	5	1	45	75

ANEXO
Tabla A2
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Nº ESPECIFICACION	GRADO	COMPOSICION QUIMICA	Nº P	Nº GRUPO	LIMITE DE FLUENCIA Ksi	LIMITE DE RUPTURA Ksi
A-335	P1	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	30.0	55.0
	P2	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	30.0	55.0
	P12	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	4	1	30.0	60.0
	P11	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	4	1	30.0	60.0
	P15	1 $\frac{1}{2}$ Si- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	30.0	60.0
	P22	2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	P21	3Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	P5	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5	2	30.0	60.0
	P5b	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	5	2	30.0	60.0
	P5c	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Ti	5	2	30.0	60.0
	P7	7Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5	2	30.0	60.0
	P9	9Cr-1Mo	5	2	30.0	60.0
	A-369	FP1	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	30.0	55.0
FP2		$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	30.0	55.0
FP12		1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	4	1	30.0	60.0
A-369	FP11	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	4	1	30.0	60.0
	FP3b	2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	4	1	30.0	60.0
	FP22	2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	FP21	3Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	FP5	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5	2	30.0	60.0
	FP7	7Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5	2	30.0	60.0
	FP9	9Cr-1Mo	5	2	30.0	60.0
	A-423	1	$\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Ni-Cu	4	2	37.0
2		$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cu-Mo	4	2	37.0	60.0
TUBERIA CON COSTURA DE BAJA ALEACION						
A-250	T1b	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	28.0	53.0
	T1	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	30.0	55.0
	T1a	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	1	32.0	60.0
A-334	7	2 $\frac{1}{2}$ Ni	9A	1	35.0	65.0
	3	3 $\frac{1}{2}$ Ni	9B	1	35.0	65.0
A-423	1	$\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Ni-Cu	4	2	37.0	60.0
	2	$\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{2}$ Cu-Mo	4	2	37.0	60.0
A-152	F1	C- $\frac{1}{2}$ Mo	3	2	40.0	70.0
	F2	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	3	2	40.0	70.0
	F12	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	4	1	40.0	70.0
	F11	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	4	1	40.0	70.0
	F22	2 $\frac{1}{4}$ Cr-Mo	5	1	45.0	75.0
	F22a	2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo	5	1	30.0	60.0
	F21	3Cr-1Mo	5	1	45.0	75.0
	F5	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5	2	30.0	60.0
	F5a	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5	2	50.0	80.0
	F7	7Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5	2	40.0	70.0
	F9	9Cr-1Mo	5	2	55.0	85.0