

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

**“INGENIERIA DE MATERIALES DE DUCTOS PARA TRANSPORTE DE
HIDROCARBUROS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO PETROLERO

P R E S E N T A :

HECTOR ESPINOSA RODRIGUEZ

Director de tesis: Ing. Carlos Lira Sil



CIUDAD UNIVERSITARIA

AGOSTO DE 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
60-I-522

SR. HÉCTOR ESPINOSA RODRÍGUEZ
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Carlos Javier Lira Sil y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Petrolero:

**INGENIERÍA DE MATERIALES EN DUCTOS PARA TRANSPORTE DE
HIDROCARBUROS**

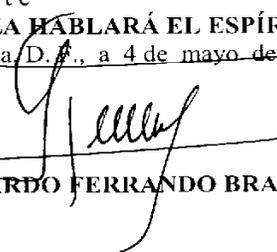
	INTRODUCCIÓN
I	NORMALIZACIÓN
II	TUBERÍAS
III	ÍNDICE DE SERVICIOS
IV	ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES DE TUBERÍAS
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	APÉNDICE
	BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Cd. Universitaria D.F., a 4 de mayo de 2006
EL DIRECTOR


M en C. GERARDO FERRANDO BRAVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"INGENIERIA DE MATERIALES DE DUCTOS PARA TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS"

TESIS PRESENTADA POR:

HECTOR ESPINOSA RODRIGUEZ

DIRIGIDA POR:

ING. CARLOS LIRA SIL

JURADO DEL EXAMEN PROFESIONAL:

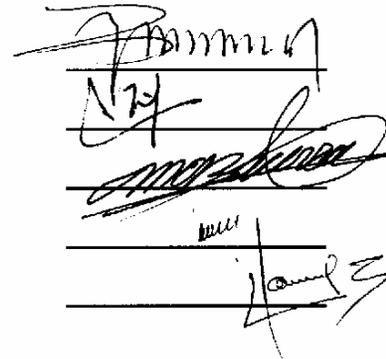
PRESIDENTE: ING. MANUEL VILLAMAR VIGUERAS

VOCAL: ING. CARLOS LIRA SIL

SECRETARIO: M. I. MARIO BECERRA ZEPEDA

1er. SUPLENTE: M. EN C. JAIME ORTIZ RAMIREZ

2do. SUPLENTE: M. EN C. MANUEL REYES AGUIRRE



Handwritten signatures of the jury members over horizontal lines. The signatures are: Manuel Villamar Viguera, Carlos Lira Sil, Mario Becerra Zepeda, Jaime Ortiz Ramirez, and Manuel Reyes Aguirre.

Agradezco a Dios por la vida prestada.

A mis padres por la vida dada.

A mi esposa, por su amor, su comprensión y todo su apoyo.

A mis hijos, que ellos son la inspiración para mis logros.

Índice	Página
Introducción	1
CAPÍTULO I. NORMALIZACIÓN	3
I.1. Nomenclaturas	3
I.2 Códigos	3
I.3 Normas	5
I.4 Especificaciones	9
CAPÍTULO II. TUBERÍAS	11
II.1 Tubo de acero	12
II.2 Conexiones de acero forjado	20
II.3 Conexiones de acero formado (wrought)	21
II.4 Bridas de acero forjado	23
II.5 Válvulas de acero	25
II.6 Empaques	43
CAPÍTULO III. ÍNDICE DE SERVICIOS	57
III.1 Servicio	60
III.2 Presión de diseño	62
III.3 Temperatura de diseño	62
III.4 Corrosión y tolerancia a la corrosión	65
CAPÍTULO IV. ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES DE TUBERÍAS	69
IV.1 Selección del material base	69
IV.2 Cálculo de espesores de tubería dentro de límites de batería por ASME B31.3	69
IV.3 Cálculo de espesores de oleoductos fuera de límites de batería ASME B31.4	75
IV.4 Cálculo de espesores de gasoductos fuera de límites de batería ASME B31.8	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
APÉNDICE A	95
APÉNDICE B	155
APÉNDICE C	167
APÉNDICE D	183
BIBLIOGRAFÍA	223

LA INGENIERÍA DE MATERIALES

INTRODUCCION

Una de las disciplinas más requeridas por el desarrollo de Ingeniería de proyectos industriales, es la Ingeniería de materiales, la cuál se enfoca al diseño y mantenimiento de las instalaciones superficiales que permiten el transporte, manejo y conducción de hidrocarburos, fluidos de proceso y de servicios.

La Ingeniería de Materiales es una práctica que se realiza en casi todas las firmas de Ingeniería y empresas donde se desarrollan proyectos industriales.

La Ingeniería de proyectos industriales, ya sea en su modalidad de Ingeniería básica o de detalle, requiere de los conocimientos y/o experiencia de casi todas las especialidades de Ingeniería: civil acero, civil concreto, eléctrico, industrial, mecánico, petrolero, químico, etc.

En este trabajo, se detallará la importancia de la Ingeniería de materiales de tuberías, en la elaboración de especificaciones de materiales para líneas de proceso, gasoductos, oleoductos y de servicios.

La Ingeniería de materiales requiere de los conocimientos necesarios de materiales, normas, códigos y especificaciones para el diseño de ductos.

La Ingeniería de materiales tiene amplio alcance en el desarrollo de Ingeniería de proyectos industriales en PEMEX principalmente y otro tipo de empresas estatales como la Comisión Federal de Electricidad, la Comisión Nacional del agua, Instituto Mexicano de Investigaciones Nucleares, etc. Así como a las instituciones de Ingeniería y de investigación como el Instituto Mexicano del Petróleo y firmas de Ingeniería y constructoras de la iniciativa privada.

La selección de materiales de tuberías, el calculo de diámetros óptimos, el cálculo de espesores de tuberías requerido, la determinación de la vida útil de los ductos, determinación del tiempo de retiro y reemplazo de líneas de proceso y servicios, código como de oleoductos y gasoductos en la industria petrolera, son algunos de los trabajos que se realizan en la Ingeniería de materiales.

En este trabajo, se detallará la importancia de los códigos:

ASME B31.3 "Process Piping ASME Code for Pressure Piping"

ASME B31.4 "ASME Code Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons", y

ASME B31.8 "Gas transmission and Distribution Piping Systems"

CAPÍTULO I. NORMALIZACIÓN

I.1 NOMENCLATURAS

API. American Petroleum Institute

ASME. American Society of Mechanical Engineers

IMP. Instituto Mexicano del Petróleo

MSS-SP. Manufacturers Standardization Society – Standard Practice

NACE. National Association Corrosion Engineers

I.2 CÓDIGOS.

Toda actividad de Ingeniería, se rige mediante códigos, normas y especificaciones que establecen procedimientos para la elaboración de Ingeniería básica, de detalle y construcción, por lo cual es de suma importancia el conocimiento de la normatividad respecto del área de Ingeniería que se este trabajando.

Definiremos como código al documento que establece los requerimientos de diseño, construcción, inspección y prueba de ductos. En él se establecen obligaciones al propietario de la planta, al diseñador, al constructor y al inspector de obra.

El código ASME B31 para tubería sujeta a presión consiste de varias secciones. Cada sección refleja una clase de instalación diferente. Mencionaremos aquí únicamente los códigos de nuestro interés: ASME B31.3, ASME B31.4 y ASME B31.8.

A continuación, se mencionan los códigos, las normas y las especificaciones que intervienen en este trabajo, así como una breve explicación de su alcance.

ASME B31.3 “Procces Piping”

Este tipo de instalaciones se encuentran en refinerías de petróleo, plantas químicas, farmacéuticas, textil, pulpa y papel, semiconductores y plantas criogénicas. El diseño e Ingeniería se encuentran dentro del límite de baterías, ver párrafo IV.2.

ASME B31.4 “Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids”

Este tipo de instalaciones se encuentran en sistemas de transporte de productos predominantemente líquidos entre plantas y terminales, es decir, en nuestro caso oleoductos. El

término entre plantas y terminales, implica que el diseño y las Ingeniería están fuera del límite de baterías.

ASME B31.8 “Gas Transportation and Distribution Piping Systems”

Este tipo de instalaciones se encuentran en sistemas de transporte y distribución de productos predominantemente en estado gaseoso entre fuentes y terminales, incluyendo compresión, regulación, Estaciones de medición y tuberías de recolección de gas.

En general, podemos mencionar que el código ASME B31.3 establece las condiciones de diseño, construcción, examinación, inspección y prueba de ductos para refinerías y plataformas marinas, es decir dentro de límites de batería. Para ductos fuera de límites de batería, el diseño de oleoductos lo establece el ASME B31.4 y para gasoductos el ASME B31.8.

El propietario de las instalaciones deberá elegir la sección de ASME B31 que mas se aproxime a los propósitos de su instalación de tubería, tomando en cuenta las limitaciones de cada sección, requerimientos jurisdiccionales y la aplicación de otros códigos y/o normas.

I.3 NORMAS.

Definiremos como norma al documento que establece la geometría del tubo, accesorios y válvulas, de manera que sus dimensiones sean estandarizadas en forma universal. Se mencionan aquí las normas que aplicaran en esta tesis.

API 5L “Specification for Pipe Line”

Ésta norma es también a la vez una especificación, puesto que regula la geometría del tubo y establece el material del cuerpo: acero API 5L. Esta especificación cubre líneas de acero para el transporte de gas, agua y aceite.

API 6D “Pipe Line Valves”

Ésta norma establece los requerimientos y da recomendaciones para el diseño, fabricación y prueba de válvulas de bola, válvulas de retención, válvulas de compuerta y válvulas macho aplicables en sistemas de tuberías para la industria petrolera cuya clase sea menor a 2500#

API 602 “Steel Gate, Globe and Check Valves for Sizes DN 100 and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries”

Ésta norma establece los requerimientos para válvulas de compuerta compacta de acero, válvulas de globo y válvulas de retención aplicables a la industria petrolera. Aplica para válvulas de 1/4” hasta 4” de diámetro en las clases 150, 300, 600, 800 y 1500

API 609 “Butterfly Valves: Double Flanged, Lug- and Wafer-Type”

Ésta norma cubre el diseño, materiales, dimensiones cara a cara, rangos de presión-temperatura, inspección y prueba de válvulas de mariposa de hierro gris, hierro dúctil, bronce, acero, acero de aleación base níquel o aleaciones especiales.

ASME B1.20.1 “Pipe Threads, General Purpose (inch)”

Ésta norma establece las dimensiones y calibraciones de rosca en tubería para todas las aplicaciones.

ASME B16.5 “Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS ½ through NPS 24”

Ésta norma cubre grados, los materiales, las dimensiones, las tolerancias, la prueba, y métodos de presión-temperatura para las bridas de diámetro NPS ½ hasta NPS 24 en las clases 150, 300, 400, 600, 900, 1500, y 2500 forjadas. Los requisitos y las recomendaciones con respecto a las juntas también se incluyen.

ASME B16.10 “Face to Face and End to End Dimensions of Valves”

Ésta norma cubre dimensiones cara a cara y extremo a extremo en válvulas rectas, dimensiones de centro a extremo y de centro a cara en válvulas de ángulo, con el propósito de permitir la intercambiabilidad entre válvulas de un material específico, tamaño, clase y tipo de conexión.

ASME B16.11 “Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded”

Ésta norma cubre rangos, dimensiones, tolerancias y requerimientos de material para conexiones forjadas de acero inserto soldable y/o roscadas.

ASME B16.20 “Metallic Gaskets for Pipe Flanges”

Ésta norma cubre materiales, dimensiones, tolerancias y marcado de empaques metálicos tipo anillo, empaques metálicos devanado en espiral, empaques metálicos enchaquetados y rellenos de material, para ser empleados en bridas ASME B16.5, ASME B16.47 y API 6A.

ASME B16.21 “Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges”

Ésta norma cubre tipos, tamaños, dimensiones, tolerancias y marcado de empaques planos no metálicos

ASME B16.34 “Valves-Flanged, Threaded and Welding End”

Ésta norma aplica a la Construcción de válvulas nuevas y cubre rangos de presión y temperatura, dimensiones, tolerancias, materiales y pruebas no destructivas para válvulas forjadas y fundidas ya sean bridadas, roscadas, de inserto soldable, soldables a tope o tipo wafer de acero al carbón o de acero de aleación

ASME B36.10 “Welded and Seamless Steel Pipe”

Ésta norma cubre la estandarización de las dimensiones de tubo con costura y/o sin costura, formada de acero para altas y bajas temperaturas y presiones.

ASME B36.19 “Stainless Steel Pipe”

Ésta norma cubre la estandarización de las dimensiones de tubo con costura y/o sin costura de acero inoxidable.

IMP-EABB-102 “Tubería de Proceso y Servicios Auxiliares. Clasificación de materiales por Servicio”

MSS-SP-44 “Steel Pipeline Flanges”

Ésta norma cubre rangos de presión y temperatura, materiales, dimensiones, tolerancias, marcado y pruebas de bridas ciegas y de cuello soldable de 12” hasta 60” de diámetro en las clases 150, 300, 400, 600 y 900

1.4 ESPECIFICACIONES.

Definiremos como especificación, al documento que señala la composición química, proceso de fabricación, tratamientos térmicos, pruebas destructivas y no destructivas, propiedades mecánicas y tolerancias dimensionales de fabricación con los cuales debe de cumplir un accesorio de tubería.

API 5L “Specification for Pipe Line” Ésta especificación cubre tubo de acero para el transporte de gas, agua y aceite.

ASTM A53 “Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless”

Ésta especificación cubre al tubo de acero, negro o galvanizado, con costura o sin costura en un rango de diámetros de NPS 1/8” hasta NPS 26”

ASTM A106 “Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service”

Ésta especificación cubre al tubo de acero sin costura para altas temperaturas en un rango de diámetros de NPS 1/8” hasta NPS 48” inclusive.

ASTM A312 “Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipe”

Ésta especificación cubre a la tubería sin costura o con costura recta de acero inoxidable sometida a bajas y altas temperaturas en fluidos altamente corrosivos.

ASTM A358 “Specification for Electric-Fusion-Welded Austenitic Chromium-Nickel Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service and General Applications”

Ésta especificación cubre los requerimientos de la tubería de acero inoxidable austenítico, base cromo níquel, para servicios de alta temperatura, de alta corrosión o ambos.

ASTM A376 “Specification for Seamless Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Central-Station Service”

Ésta especificación cubre los requerimientos de la tubería de acero austenítico prevista para el servicio de alta temperatura, de acuerdo a los grados cubiertos: cinco grados H y dos grados de nitrógeno (304N y 316N) que se piensan específicamente para el servicio de alta temperatura.

ASTM A409 “Specification for Welded Large Diameter Austenitic Steel Pipe for Corrosive or High-Temperature Service”

Ésta especificación cubre los requerimientos de la tubería de acero inoxidable austenítico con costura recta o costura del espiral soldada por electrofusión para servicio corrosivo o de alta

temperatura. Los tamaños cubiertos son NPS 14 a NPS 30 con gruesos de pared adicionales (5s) y (10s).

ASTM B564 “Specification for Nickel Alloy Forgings”

Ésta especificación cubre los requerimientos para la fabricación de conexiones forjadas de aleaciones de Nikel

MSS-SP-75 “Specification for High Test, Wrought, Butt Welding Fittings”

Ésta especificación cubre la fabricación de conexiones con costura y/o sin costura de acero al carbón y de baja aleación, de 14” de diámetro hasta 48” empleadas en la transmisión y distribución de gas y aceite a altas presiones.

CAPÍTULO II. TUBERÍAS.

Un ducto o línea es un conjunto de elementos tubulares que tienen como fin el transporte, manejo y conducción de fluidos de proceso o de servicios.

Los elementos que conforman un ducto o línea son: tubo, codos, conexiones “T”, reducciones, bridas, válvulas, conexiones forjadas para ramales, empaques de bridas, espárragos y/o tornillos, etc. A todos estos elementos ensamblados en conjunto ya sea en taller o en campo se les llama tubería.

La tubería puede ser metálica o no metálica.

La tubería metálica en términos generales la podemos clasificar por su material base: Tubería de acero al carbón, Tubería de baja aleación y Tubería de acero inoxidable de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla II.1.a. Clasificación de los materiales empleados en tubo metálico según su composición química.

Ferrosos	Acero al Carbón	Normal Grados A, B y C
		Alta Resistencia: API
	Acero de baja Aleación (cromo-molibdeno)	Bajas Temperaturas 3 ½ Ni
		1 ¼ CR – ½ MO
		CR – ½ MO
		2 ¼ CR – ½ MO
		5 CR – ½ MO
	Aceros Inoxidables	9 CR – 1 MO
		TP304
		TP304L
		TP316
		TP316L
TP321		
No Ferrosos	Aceros Especiales	TP347
		Monel
		Tantalio
		Titanio

La tubería también la podemos clasificar de acuerdo a sus diámetros en tubería menor y tubería mayor: la tubería menor va desde 1/8” hasta 2” de diámetro. La tubería mayor va de 2 ½” de diámetro en adelante.

La tubería menor de acero, esta conformada por: tubo con costura o sin costura, conexiones de acero forjado, bridas de acero forjado y válvulas de acero forjado. El tipo de extremos de la tubería, puede ser de inserto soldable o roscada.

La tubería mayor de acero, esta conformada por: tubo con costura o sin costura, conexiones de acero formado (wrought) con costura o sin costura, bridas de acero forjado y válvulas de acero fundido. El tipo de extremos de la tubería mayor de acero, puede ser: roscada si es tubería de acero al carbón galvanizada hasta 4" de diámetro, o soldable a tope (biselada) si es de acero al carbón, de acero inoxidable o de aleación.

La fabricación de elementos de tubería las rige el código ASME (American Society Mechanical Engineers). En el se establece el tipo de fabricación, su material y su geometría.

La especificación del material la determina el ASTM (American Society Testing of Materials). En el se establece la composición Química del material, su resistencia mecánica, el esfuerzo de cedencia, etc.

Tanto el ASME como el ASTM, tienen una gran variedad de normas que, mencionarlas todas, abarcaría varios tomos, por los que en capítulos posteriores, mencionaremos los mas trascendentales para el trabajo de ingeniería de materiales.

II.1 EL TUBO DE ACERO.

El tubo de acero se divide en: Tubo sin costura y Tubo con costura.

Tubo sin costura.

La tubería sin costura es de mayor costo que la tubería con costura, esta hecha de una barra de acero la cual es calentada y puede ser barrenada por el centro con un mandril o puede ser extruída. Ya que no tiene costura, su factor de eficiencia en la costura es de 1 (adim). El factor de eficiencia de junta es de vital importancia para el calculo de espesor de tubo, el cual se vera en el capítulo IV.

Tubo con costura.

La costura del tubo puede ser por fusión eléctrica (efw: electric fusion weld) la cuál puede ser de costura sencilla (recta o en espiral) o de doble costura (recta o en espiral). Este tipo de costura puede ser con o sin aportación de material. Su fabricación consiste de una placa rolada y unida mediante el calentamiento de sus extremos mediante una resistencia eléctrica. Su factor de eficiencia en la costura varía de 0.8 a 1 (adim), tal como se puede apreciar en la tabla A2 del apéndice A: "Factor de calidad o eficiencia del factor de junta".

La costura por resistencia eléctrica (erw: electric resistance weld) consiste en una placa rolada la cual es unida en sus extremos mediante una resistencia eléctrica, no aporta material al cuerpo del tubo, la costura es sencilla y puede ser recta o en espiral. Su factor de eficiencia en la costura es de 0.85 (adim), tal como se puede apreciar en la tabla A2 del apéndice A: "Factor de calidad o eficiencia del factor de junta".

La costura soldada a tope en horno (fbw: furnace butt welded) consiste en una placa rolada cuyos extremos se funden dentro de un horno, la costura es sencilla, recta, no aporta material al cuerpo del tubo y su factor de eficiencia es de 0.60 (adim), tal como se puede apreciar en la tabla A2 del apéndice A: "Factor de calidad o eficiencia del factor de junta".

La fabricación del tubo de acero al carbón y de acero de baja aleación con costura o sin costura, esta regida por el ASME B36.10. "Welded and Seamless Wrought Steel Pipe".

En tanto que la fabricación del tubo de acero inoxidable con costura o sin costura, esta regida por el ASME B36.19 "Welded and Seamless Wrought Stainless Steel Pipe".

La fabricación de tubo de acero para transportación de gas, agua y aceite esta regida por el API 5L, el cual es norma y especificación a la vez puesto que regula la geometría del tubo y establece el material del cuerpo que es en sí el acero al carbón API-5L. Esta especificación cubre líneas de tubo de acero con o sin costura el cual puede ser con extremos roscados, extremos planos o biselados.

Tubo de acero al carbón y de acero de baja aleación (ASME B36.10)

Dimensiones del tubo

El dimensionamiento del tubo se identifica de acuerdo a su diámetro exterior (OD). Para tubo de diámetro nominal (NPS) de 1/8" hasta 12", el diámetro exterior es numéricamente mayor que su diámetro nominal.

En contraste, para tubo de diámetro nominal (NPS) de 14" y mayores, el diámetro exterior (OD) es idéntico al diámetro nominal. (Ver tabla A1 del apéndice A)

Espesor del tubo

El espesor del tubo se calcula de acuerdo al servicio de la línea. Si la línea es de proceso o de servicios y se encuentra dentro de los límites de batería, ya sea en tierra o costa afuera, el espesor del tubo se calcula de acuerdo a los procedimientos del ASME B31.3. El cual se detallara en el capítulo IV.

Si la tubería sale de los límites de batería y transporta hidrocarburos líquidos, entonces el espesor del oleoducto se calcula de acuerdo al procedimiento del ASME B31.4. El cual se detallara en el capítulo IV.

Por otra parte, si la tubería sale de los límites de batería y transporta hidrocarburos en fase gaseosa, entonces el espesor del gasoducto se calcula de acuerdo al procedimiento del ASME B31.8. El cual se detallara en el capítulo IV.

Los espesores y cédulas comerciales del tubo de acero, se encuentran enlistados en la tabla A1 del apéndice A.

Peso del tubo

El peso del tubo esta en función de su diámetro nominal y de su espesor. El cálculo de peso del tubo con sus extremos planos se define como:

$$W_{pe} = 10.69 (OD - t) t$$

Donde:

W_{pe} - peso nominal de tubo extremos planos en (lb/pie)

OD - diámetro exterior del tubo (pulg)

t - espesor de pared (pulg)

Los valores de peso de acuerdo al diámetro y cedula o espesor de tubo se encuentran en la tabla A1 del apéndice A.

Variaciones permisibles

El peso de cualquier longitud de tubo no deberá ser mayor al 10% por arriba ni 3.5% por debajo de lo especificado.

El espesor mínimo de pared en cualquier punto no deberá ser mayor al 12.5% por debajo del espesor de pared especificado.

Las variaciones en el diámetro exterior no deberán exceder de los valores enunciados en la tabla A3 del apéndice A.

Roscado del tubo

Al menos que otra cosa se especifique, la tubería roscada deberá ser de acuerdo al ASME B.1.20.1.

Las cédulas 5 y 10 no se permiten roscar de acuerdo al ASME B.1.20.1. Por que el espesor de la pared es muy delgado.

Selección de espesor de pared.

Cuando la selección del espesor de pared depende primordialmente de la capacidad para resistir por presión interna bajo ciertas condiciones dadas, el ingeniero deberá calcular el valor exacto del espesor de pared para esas condiciones. Un valor de espesor de pared de tubería deberá ser seleccionado de la tabla A1 del apéndice A, de tal forma que este valor sea igual o inmediatamente superior al valor calculado.

Tubo de Acero Inoxidable (ASME B36.19)

Dimensiones del Tubo.

El tubo se identifica de acuerdo a su diámetro exterior (OD), para tubo de diámetro nominal (NPS) de 1/8" hasta 12" de diámetro, tienen un diámetro exterior numéricamente mayor que su diámetro nominal.

En contraste, para tubo de diámetro nominal (NPS) de 14" y hasta 30" inclusive, El diámetro exterior es idéntico al diámetro nominal, ver tabla A4 del apéndice A

Materiales.

Los materiales de fabricación (especificación) de tubo de acero inoxidable son:

Tabla II.1.b. Materiales de fabricación de tubo de acero inoxidable

Especificación	Título
ASTM A312	Especificación para tubería con costura y sin costura de acero inoxidable austenítico.
ASTM A358	Especificación para tubería con costura 'Electric Fusion Welded' de acero de aleación austenítico cromo-níquel para servicios de alta temperatura.
ASTM A376	Especificación para tubería sin costura de acero austenítico para servicios de alta temperatura en estaciones centrales de servicio.
ASTM A409	Especificación de tubería soldada de acero austenítico de diámetros mayores para servicios corrosivos o de alta temperatura.

Variaciones permisibles.

Las variaciones en las dimensiones del tubo varían dependiendo del método de manufactura empleado en la fabricación del tubo de acuerdo a su especificación mencionada en el punto anterior.

Peso del Tubo.

El peso del tubo está en función de su diámetro nominal (NPS) y de su espesor. El cálculo de espesor de tubo con sus extremos planos se define como:

$$W_{pe} = 10.69 (OD - t) t$$

Donde:

W_{pe}- peso nominal de tubo extremos planos en (lb/pie)

OD- diámetro exterior del tubo (pulg)

t- espesor de pared (pulg)

Estos valores se encuentran en la tabla A5 del apéndice A.

Roscado del tubo.

Al menos que otra cosa se especifique, la tubería roscada deberá ser de acuerdo al ASME B.1.20.1. Las cédulas 5 y 10 no se permiten roscar de acuerdo al ASME B.1.20.1. Por que el espesor de la pared es muy delgado.

Selección de espesor de pared.

Cuando la selección del espesor de pared depende primordialmente de la capacidad para resistir por presión interna bajo ciertas condiciones dadas, el ingeniero deberá calcular el valor exacto del espesor de pared para esas condiciones para las cuales la tubería es requerida.

Un valor de espesor de pared de tubería deberá ser seleccionado de la tabla A4 del apéndice A, de tal forma que este valor sea igual o inmediatamente superior al valor calculado.

Tubo de Acero API (API 5L)

El tubo de acero al carbón API 5L, se divide en dos grandes niveles de producto (**PRODUCT SPECIFICATION LEVEL**): PSL1 y PSL2.

La diferencia de propiedades y composición química hace la diferencia entre un nivel de producto y otro, de acuerdo a la tabla A6 del apéndice A.

Grados.

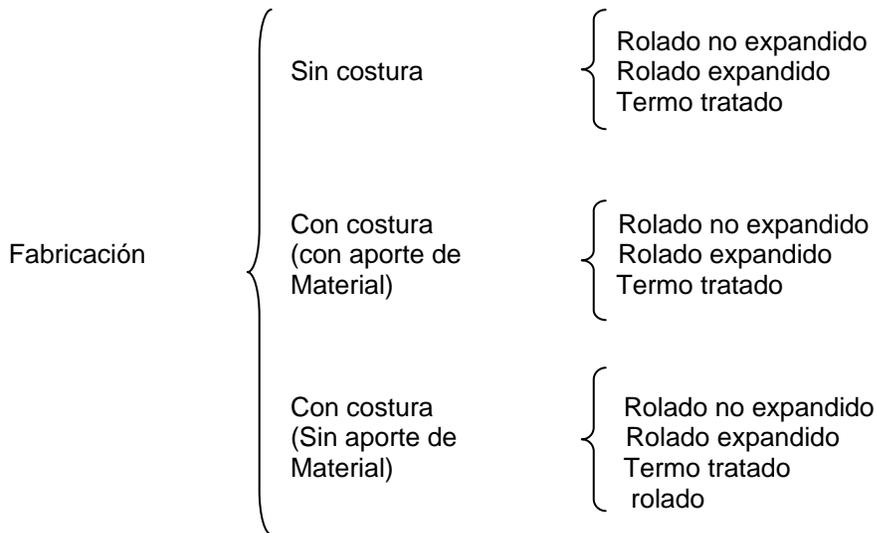
Los grados cubiertos por el API 5L son: A25, A, B, X42, X46, X52, X56, X60, X65, X70 y X80.

Dimensiones.

La tubería API 5L de acuerdo a la clasificación PSL1 se fabrica de 0.405 hasta 80 pulgadas de diámetro exterior, mientras que la tubería de la clasificación PSL2 se fabrica de 4.500 hasta 80 pulgadas de diámetro exterior.

Las dimensiones del tubo API 5L se enlistan en las tablas A7, A8, A9, A10 y A11 del Apéndice A, de acuerdo a tubería roscada de pared estándar, tubería roscada de pared pesada y tubería de extremos planos, respectivamente.

Procesos de fabricación.



Proceso sin costura.

El proceso de tubería sin costura es un proceso de trabajo en caliente del acero para formar un producto tubular sin una costura soldada. En caso de ser necesario, el producto tubular puede ser finalmente acabado en frío para producir la forma, las dimensiones y las características deseadas.

Procesos de soldadura sin aporte de material.

Soldadura continúa.

La soldadura continua es un proceso de formar una costura calentando la placa de metal que se alimenta a los rodillos para rolarla. la placa de metal se mete en un horno y mecánicamente se presionan los bordes dando lugar a la costura sin aporte de material.

Soldadura eléctrica.

La soldadura eléctrica es un proceso de formar una costura por resistencia eléctrica o de electro-inducción en donde los bordes de la placa de acero rolada se presionan mecánicamente y el calor para la soldadura es generado por la resistencia al flujo de la corriente eléctrica.

Soldadura láser.

La soldadura de láser es un proceso de la soldadura que utiliza un rayo láser y una técnica "keyholing" para derretir y lograr la fusión de los bordes de la placa de acero rolada que se soldarán. Los bordes pueden ser precalentados.

Procesos de soldadura con aporte de material.

Soldadura con arco sumergido.

La soldadura por arco sumergido es un proceso de la soldadura que produce la fusión de metales calentándolos con un arco entre un electrodo del metal o electrodos consumibles y el material de trabajo. el arco y el metal fundido son cubiertos por una capa de material granular fundido en el material de trabajo. la presión no se utiliza, y la parte o todo el metal de relleno se obtiene de los electrodos.

Soldadura por arco de gas metal.

La soldadura de gas-metal-arco es un proceso de soldadura que produce la fusión de metales calentándolos con un arco o arcos entre un electrodo consumible continuo y el material de trabajo. La fusión se obtiene enteramente de un gas o de una mezcla. La presión no se utiliza, y el metal de relleno se obtiene del electrodo.

Tratamiento térmico.

El proceso de tratamiento térmico será realizado de acuerdo con un procedimiento documentado. La tubería referente a esta especificación API-5L, puede ser rolada, normalizada, templada, relevada de esfuerzos o endurecida.

Los grados **X** pueden ser enfriados repentinamente hundiéndolo en un líquido, como el agua para templarlo.

La tubería grado **B** que sea enfriada y templada deberá ser sin costura.

Composición Química.

La composición química del acero empleado en la fabricación del tubo que cumpla con el API-5L deberá cumplir de acuerdo a la tabla A12 del Apéndice A para PSL1 y a la tabla A13 del Apéndice A para PSL2.

Propiedades Mecánicas.

Las propiedades mecánicas del material para la elaboración de tubo API-5L deberán cumplir de acuerdo a la tabla A14 y A15 para productos de nivel PSL1 y nivel PSL2 respectivamente.

Espesor de pared.

Cada tramo de tubería será medido conforme a los requisitos especificados del espesor de pared. Las tolerancias para el espesor de pared se especifican en la tabla A16 del Apéndice A, excepto para el área soldada.

Prueba Hidrostática.

Cada longitud de tubería deberá soportar, sin presentar fugas, una prueba hidrostática como la especificada en las tablas A7, A8, A9, A10 y A11 del anexo A, bajo las siguientes consideraciones:

Las presiones de prueba hidrostática para tubería de 18 pulgadas de diámetro y menores, con costura o sin costura, se llevaran a cabo por un tiempo no menor a los 5 segundos.

Las presiones de prueba hidrostática para la tubería con costura de 20 pulgadas de diámetro y mayores, serán llevadas a cabo por un tiempo no menor a los 10 segundos.

Para la tubería roscada y unida mediante coples, la prueba hidrostática se aplicara con los coples instalados mediante el torque especificado por el fabricante. Ninguna fuga es permitida.

Las presiones de la prueba hidrostática para los grados, diámetros exteriores, y espesores de pared no especificados en las tablas A7, A8, A9, A10 y A11 del anexo A, serán calculados por la ecuación:

$$p = \frac{2St}{D}$$

Donde:

P= presión hidrostática en lb/pulg²

S= esfuerzo en lb/pulg² que es igual al porcentaje del esfuerzo de cedencia como se muestra en la siguiente figura

Grado	Diámetro	Porcentaje del esfuerzo mínimo de cedencia	
		Presión de prueba estándar	Presión de prueba alternativa
A25	5 9/16	60	-
B	2 3/8	60	75
B	2 3/8	60	75
X42 a X80	5 9/16	60	75
	5 9/16 y 8 5/8	75	75
	> 8 5/8 y < 20	85	85
	20	90	90

t= espesor de pared especificado en pulg.

D= diámetro exterior especificado en pulg.

II.2 Conexiones de acero forjado.

Las conexiones de acero forjadas se dividen de acuerdo al tipo de extremos con los que cuentan, los cuales pueden ser extremos roscados o de inserto soldable. Estas conexiones varían en diámetro desde 1/4 hasta 4 pulgadas. Su fabricación esta regida por el ASME B16.11.

Tipos de Conexiones.

Los tipos de conexiones forjadas de acero, su rango y sus diámetros de aplicación, amparadas por el ASME B16.11, se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla II.2.a. Conexiones forjadas de acero.

Descripción	Inserto soldable			Roscas		
	Clase			Clase		
	3000	6000	9000	2000	3000	6000
Codos 45° Codos 90° Tee recta Tee Reduccion Cruces Coples Medios Coples	1/8 a 4	1/8 a 2	1/2 a 2	1/8 a 4	1/8 a 4	1/8 a 4

Las Tablas B1 y B2 del apéndice B son una extracción del ASME B16.11 y en ellas se muestra la figura y Geometría de las conexiones forjadas.

La clase de conexiones forjadas de acero, se selecciona, de acuerdo al espesor de tubería calculado. La correlación entre la clase de las conexiones forjadas de acero y el espesor de pared (cedula) de tubería se enlistan en la tabla II.2.b. De esta forma, podemos observar que las conexiones forjadas de acero con extremos roscados, tienen una clase de 2000, 3000 o 6000, mientras que las de extremos inserto soldable, tienen clase 3000, 6000 ó 9000.

Tabla II.2.b Correlación entre rango de operación de las conexiones forjadas de acero y el espesor de pared (cedula) de tubería.

Clase o Rango	Tipo de Conexión	Tubería empleada	
		Cédula	Espesor de pared
2000	Roscada	80	XS
3000	Roscada	160	...
6000	Roscada	.....	XXS
3000	Inserto soldable	80	XS
6000	Inserto soldable	160	...
9000	Inserto soldable	....	XXS

Material.

El material para las conexiones y accesorios, deberán consistir de forjas, barras, tubería sin costura o productos tubulares que deberán cumplir con los requerimientos para procesos de fundición, requerimientos de la composición química y requerimientos de propiedades mecánicas de productos forjados enumerados en la tabla 1 del ASME B16.34 Como se indica en la tabla B3 del anexo B.

II.3 Conexiones formadas de acero (Wrought).

Las conexiones formadas de acero son conexiones de 2 ½ pulgadas de diámetro hasta 48 pulgadas de diámetro, su fabricación se rige por el ASME B16.9.

La fabricación de conexiones mayores a 48 pulgadas de diámetro está especificada en la norma MSS-SP-75

Las conexiones de acero formadas son conexiones que no se rigen por una clase como las conexiones forjadas, si no por su cédula, espesor de pared o diámetro interior, el cuál debe ser igual a la cédula, espesor de pared o diámetro interior del tubo al que ha de conectarse.

El tipo de extremos de estas conexiones, pueden ser biselados o bridados.

Material.

Las conexiones formadas son accesorios formados a partir de tubo, placa o de block de acero. Estas conexiones pueden ser con costura o sin costura.

Los materiales especificados son de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla II.3.a Materiales para la fabricación de conexiones formadas de acero.

Especificación	d e s c r i p c i o n
ASTM A234	Acero al Carbón y Acero de Aleación para medias y altas temperaturas
ASTM A403	Acero Inoxidable Austenítico
ASTM A420	Acero al Carbón y Acero de Aleación para bajas temperaturas
ASTM A815	Acero Inoxidable Ferrítico, Acero Inoxidable Ferrítico – Austenítico y Acero Inoxidable Martensítico
ASTM A361	Aluminio y Aleaciones de Aluminio
ASTM A363	Titanio
ASTM A366	Níquel y Aleaciones de Níquel

Pruebas Hidrostáticas.

La prueba Hidrostática deberá realizarse con agua. Se realiza prueba hidrostática para el ensamble de tuberías prefabricadas. La prueba es aceptada si el ensamble soporta, sin la ruptura, el 105% de la presión calculada.

La presión Hidrostática se calcula de la siguiente manera:

$$P = \frac{2St}{D}$$

Donde:

D= Diámetro exterior especificado de la tubería (pulg)

P= Presión mínima calculada de prueba para la conexión (lb/pulg²)

S= Esfuerzo a la tensión (lb/pulg²)

t = Espesor mínimo de pared de la tubería (pulg)

Dimensiones.

Las dimensiones de las conexiones formadas están dadas en las tablas C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9 Y C10 del apéndice C.

II.4 Bridas de acero forjado

Las bridas son juntas mecánicas que nos sirven para conectar dos tramos de tubo del mismo material o de diferente especificación, para conectar válvulas con válvulas, válvulas con equipos, para instalar elementos de medición entre bridas como las placas de orificio, para terminar una línea, para dejar preparación de una línea futura, para conectar líneas existentes con líneas nuevas, etc.

Existen diferentes tipos de bridas, las cuáles están en función del servicio, diámetro y material de la línea a la cual formarán parte. Los diferentes tipos son: Bridas de Cuello Soldable, Bridas Porta Orificio de Cuello Soldable, Bridas de Inserto Soldable, Bridas Roscadas, Bridas Ciegas, Bridas de Traslape, Bridas Deslizables, Bridas Reductoras, Bridas de Cuello Largo Soldable, Brida Adaptador tipo Victaulic, etc.

Las bridas menores a 24 pulgadas de diámetro, se rigen mediante la norma ASME B16.5. En esta norma se establece rangos de presión y temperatura, material, dimensiones, tolerancias, pruebas y métodos de designación de bridas y accesorios bridados en clases 150#, 300#, 400#, 600#, 900#, 1500# y 2500#.

Las bridas pueden ser de acero fundido, acero forjado y de placa (solo para las bridas ciegas).

Las bridas mayores a 24 pulgadas de diámetro, se rigen mediante la norma MSS-SP-44.

Las bridas, además de diferenciarse por su tipo, también se clasifican por el tipo de cara, estas pueden ser: cara realzada (RF), cara plana (FF), junta tipo anillo (hexagonal, octal y/o oval) y lengüeta-ranura, etc.

El acabado de las caras de las bridas puede ir desde acabado espejo hasta 125rms. (rms = rugosidad media estándar)

Las bridas se especifican y requisitan por su tipo, material, diámetro interior o bore (también conocido como drifth, el cuál debe ser igual al diámetro interior de la tubería a la que se va a unir), rango (o libraje) y tipo de cara.

Material.

Los materiales de las bridas deberán ser: acero fundido, acero forjado y placa (únicamente para bridas ciegas) como se indica en la tabla D1 del apéndice D.

Se debe considerar el deterioro del material para determinados servicios. La conversión de una fase de carburo a una fase de grafito y la oxidación excesiva de los materiales ferríticos ctuadotes a la corrosión intergranular de materiales austeníticos o el ataque de las aleaciones base níquel está entre las consideraciones que requieren atención. Una discusión detallada de consideraciones preventivas se puede encontrar en el apéndice F del ASME/ANSI B31.3.

Algunos de los materiales enumerados en la tabla D1 del apéndice A, experimentan una disminución de su dureza cuando se emplean en bajas temperaturas, hasta el punto de que puedan requerir prueba de impacto para su uso, incluso, en temperaturas más arriba que +20 °F. Es responsabilidad del usuario asegurar que tal prueba se realice.

Rango de presiones y temperaturas.

Todas las bridas se ven afectadas por la temperatura a la cual van a trabajar. La temperatura en las bridas (y en toda la tubería) es por lo general adquirida por la temperatura del fluido que maneja.

El grupo al cuál pertenece el material de las bridas, así como la temperatura de operación y el rango de las mismas, toman vital importancia para determinar la máxima presión a la cual deben de ser sometidas.

Las bridas inserto soldable y bridas roscadas no son recomendables para temperaturas mayores a 500°F ni menores a 50°F. Para temperaturas por debajo de -20°F, el rango de presiones no deberá ser mayor al mostrado para -20°F.

Una junta bridada esta compuesta por tres diferentes e independientes componentes: las bridas, los empaques y los espárragos.

Si en una junta bridada, las bridas no son del mismo rango de presión-temperatura, el rango de la junta a cualquier temperatura, será el correspondiente a la brida de menor rango.

En la tabla D2 de apéndice D, se describen las tablas de rangos de presión y temperatura por grupo de acuerdo a la tabla D1.

Pruebas Hidrostáticas.

Las juntas bridadas y conexiones bridadas deberán someterse a una prueba hidrostática que no exceda 1.5 veces el rango correspondiente a los 100°F y redondeado a los 25 lb/pulg² inmediatos.

Dimensiones.

Las dimensiones de las bridas, de acuerdo al tipo y rango, se dan en la tabla D3 del apéndice D, así mismo, se pueden apreciar las dimensiones de los barrenos, la cantidad de espárragos (o tornillos) y el diámetro de los mismos.

II.5 Válvulas de acero

Las válvulas son dispositivos que permiten controlar el paso de los fluidos. Por lo general, se aplica un determinado tipo de válvula dependiendo de la función que se desee realizar.

Existe una gran cantidad de válvulas como: válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de diafragma, válvulas macho, válvulas de retención, entre otras.

La capacidad de flujo de una válvula, se puede considerar como el volumen máximo de líquido, vapor o gas, que se puede pasar a través de la misma, por unidad de tiempo cuando esta totalmente abierta.

Los factores más importantes que influyen en flujo máximo como la velocidad a través de la válvula son:

- a) El diseño de la válvula
- b) La caída de presión
- c) La viscosidad y densidad del fluido
- d) Presión y temperatura

Consideraciones para la selección de válvulas:

Tipo de servicio:

- a) Obturar o permitir el flujo
- b) Regular el flujo
- c) Cambiar dirección del flujo
- d) Evitar retroceso del flujo

Naturaleza del fluido:

- a) Aceite
- b) Vapores de aceite
- c) Gas
- d) Agua
- e) Vapor de agua
- f) Compuestos químicos
- g) Productos alimenticios

Temperatura del fluido:

- a) Máxima
- b) Mínima

c) Operación bajo cero (criogénica).

Las válvulas constituyen aproximadamente el 40% del costo de la obra de tuberías de una planta, según sea el proceso, por lo que, además de las consideraciones anteriores, se debe considerar:

El tipo de válvula, tamaño, marca y modelo.

La capacidad de presión y temperatura.

El material de construcción

El material de empaques y juntas

EL material y tipo de internos: vástago, asientos, recubrimientos, etc.

El tipo de conexión a la tubería o equipo

La colocación de la válvula

Su operación y su costo

VÁLVULAS DE COMPUERTA.

Este tipo de válvulas se utiliza cuando se requiere un dispositivo que permita o interrumpa el paso de un fluido en una línea. No deben ser usadas para regular el paso de un fluido, porque la velocidad del mismo a través de la válvula parcialmente abierta, ocasionará un desgaste excesivo en la cuña y en los asientos. Por lo tanto, bajo condiciones de operación normales la válvula debe permanecer totalmente abierta o totalmente cerrada. Su instalación es independiente del sentido del flujo.

Operación.

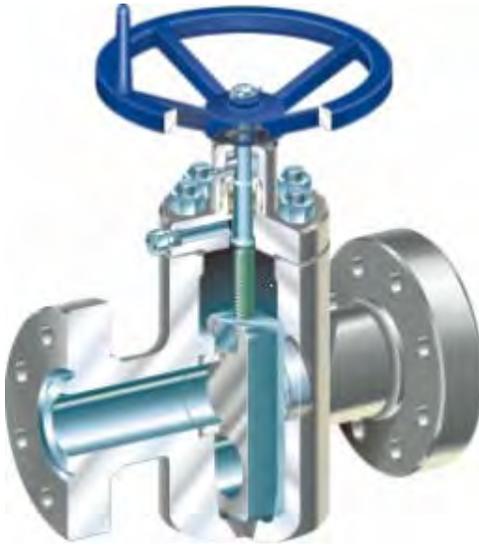
Este tipo de válvulas pueden ser operadas manualmente, con operador de engranes, con actuadores eléctricos, neumáticos o hidráulicos.

El elemento obturante de este tipo de válvulas es la compuerta, la cual actúa en forma perpendicular al fluido, permitiendo el paso cuando se encuentra arriba (abierta) o impidiendo el paso cuando se encuentra abajo (cerrada).

Aplicaciones.

Se aplican cuando se desea seccionar una línea, cuando se adapta un ramal a un cabezal en operación (hot-tapping), se emplean en servicios de proceso, producción primaria y petroquímica. Se emplean también en trampas de diablos las cuales dan servicio de limpieza a las líneas de producción de hidrocarburos. No son recomendables para el manejo de gas.

Válvulas tipo compuerta sólida. En este tipo de válvulas, la compuerta es una placa, puede ser sólida de una sola pieza o puede contener un orificio en el centro el cual permite el paso de los fluidos. El sello de la compuerta se logra mediante la presión interna de la línea, la cual desplaza a la compuerta contra el asiento del lado de baja presión. Los sellos son de tipo flotante con teflón incrustado.



Válvula de compuerta sólida



Válvula de compuerta sólida

Válvulas tipo compuerta de expansión.

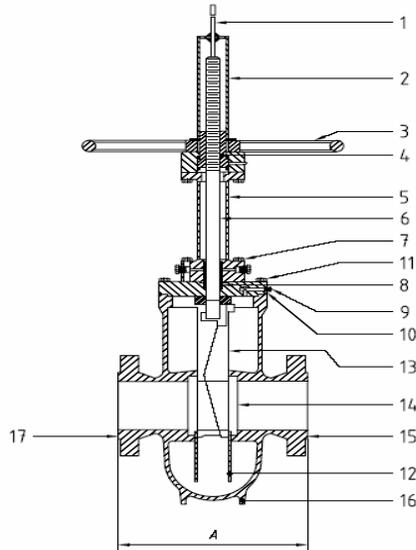
En este tipo de válvulas, la compuerta consta de dos piezas, realizando un doble acañamiento y obteniendo una expansión paralela, dando como resultado un sello hermético.

Válvulas de compuerta de cuña.

Estas válvulas, las más empleadas, tienen los asientos inclinados y la cuña es de una geometría tal que al bajar, proporciona un sello hermético. Estas válvulas pueden ser del tipo: cuña sólida, cuña flexible o cuña bipartida.

Las válvulas de compuerta de cuña sólida se emplean en servicios de alta presión y alta temperatura y para cualquier fluido.

Las válvulas de compuerta de cuña flexible se emplean en servicios donde hay variaciones de temperatura.



Válvula de compuerta

Componentes:

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 Indicador del vástago | 10 Bonete |
| 2 Alojamiento vástago | 11 Tornillos del bonete |
| 3 Volante | 12 Guía de la compuerta o cuña |
| 4 Tuerca del yugo | 13 Compuerta o cuña |
| 5 Yugo | 14 Asientos |
| 6 Vástago | 15 Cuerpo |
| 7 Tornillos del yugo | 16 Soportes |
| 8 Empaque del vástago | 17 Extremos: bridados o soldables |
| 9 Descarga de la válvula | |

Materiales de fabricación e Internos.

Los materiales de fabricación de las válvulas, así como sus internos, son de gran importancia, ya que estos nos aseguran la vida de las mismas, pues dependiendo del tipo de fluido que ha de circular en su interior, dependerá el tipo de arreglo y Materiales de sus internos.

Las siguientes tablas, muestran los diferentes arreglos y sus componentes, así como los materiales de fabricación.

Tabla II.5.a Materiales de internos de las válvulas de compuerta.

Arreglo (Trim)	Presión de Trabajo (1000 PSI)	Cuerpo del Bonete	Sello del Bonete	Material de la Compuerta	Material de los Asientos	Tuerca del Vástago	Vástago
F21	2	Acero de baja Aleación	Buna N	AISI-4140	AISI-4140		AISI-4140
	3-5	API tipo 2	AISI-1020	AISI-4140	AISI-4140		AISI-4140
F22	2	Acero de baja Aleación	Buna N	Inox. 410	Inox. 410		Inox. 410
	3-5	API tipo 2	AISI-1020	Inox. 410	Inox. 410		Inox. 410
	10	API tipo 3	Inox. 304	Inox. 410	Inox. 410	ASTM B-148	Inox. 410
	15	Forjado	Inox. 304	Inox. 410	Inox. 410	ASTM B-148	Inox. 410
F23	2	ASTM CA15	Buna N	Inox. 410	Inox. 410		Inox. 410
	3-5	ASTM CA15	AISI-304	Inox. 410	Inox. 410		Inox. 410
	10	ASTM CA15	Inox. 304	Inox. 410	Inox. 410	ASTM B-148	Inox. 410
	15	Inox. 410 Forjado	Inox. 304	Inox. 410	Inox. 410	ASTM B-148	Inox. 410
F24	2	Acero de baja Aleación	Viton	Inox. 410+Stellite 6 ó 17-4 PH	Inox. 410+Stellite 6 ó 17-4 PH		Monel K-500
	3-5	API tipo 2 RC-22	AISI 1020				Monel K-500
	10	API tipo 3 RC-22	Inox. 304			ASTM B-148	17-4 PH
	15	Forjado	Inox. 304			ASTM B-148	17-4 PH
F26	2	ASTM CA15	Viton ó Inox. 304	Inox. 410+Stellite 6 ó 17-4 PH	Inox. 410+Stellite 6 ó 17-4 PH		Monel K-500
	3-5	RC-22 máx.					Monel K-500
	10	Inox. 410				ASTM B-148	17-4 PH
	15	Forjado				ASTM B-148	17-4 PH
F27	2	F-24 con recubrimiento interno de plástico	Viton ó Inox. 304	17-4 PH	17-4 PH		Monel K-500
	3-5						
F30	2	Acero de baja Aleación	Inox. 304	Inox. 304 + Estellite 6	Inox. 304 + Estellite 6	ASTM B-148 o Monel K500	Inox. 410
	3-5	API tipo 2	Inox. 304				Inox. 410
F31	2	ASTM CA15	Inox. 304	Inox. 304 + Estellite 6	Inox. 304 + Estellite 6	ASTM B-148 o Monel K500	Inox. 410
	3-5		Inox. 304				Inox. 410

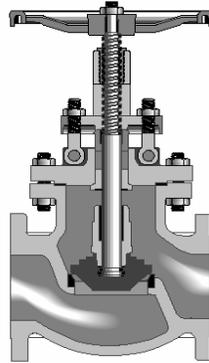
Tabla II.5.b Materiales de fabricación de las válvulas de compuerta.

Área	Parte	F21	F22	F24
Cuerpo	Cuerpo	ASTM A515 Gr. 70	F21	F21
	Tornillos	ASTM A183 Gr. B7	F21	F21 + 22 RC
	Tuercas	ASTM A194 Gr. 2H		
Parte Superior	Tapa	ASTM A515 Gr. 70	F21	F21
	Funda del Vástago	ASTM A515 Gr. 70 ó ASTM A53	F21	F21
	Empaque O-Ring	Buna-N	F21	Viton
	Tornillos	ASTM A183 Gr. B7	F21	F21 + 22 RC
	Tuercas	ASTM A194 Gr. 2H	F21	F21 + 22 RC
	Empaque del Vástago	Buna-N	F21	Asbesto y Viton
	Vástago	AISI-4140	Inox. 410	F21 + 22 RC
	Cabeza del Vástago	AISI-4140	Inox. 410	F21 + 22 RC
Sellos	Compuerta	ASTM A515 Gr. 70	ASTM A515 Gr. 70 con recubrimiento de Ac. Inox. 410	F21 + 22 RC
	Asientos	AISI-1030 con Nitrilo	AISI-1030 recubierto con Inox. 410 con Nitrilo	F21 + 22 RC
	Cara de sello de los asientos	Teflón	F21	F21
	Empaque O-Ring asientos	Buna-N	F21	Viton
	Empaque O-Ring tapa	Buna-N	F21	Viton
accesorios	Tuerca del Vástago	ASTM B-147 Gr. 8D	F21	ASTM B148 Gr.855HT
	Protector del Vástago	ASTM A53	F21	F21
	Volante	Acero al C ó Hierro	F21	F21

Las normas aplicables a la fabricación de válvulas de compuerta son: API 6D, API 602, ASME B16.10, ASME B16.34, ASME B16.5

VÁLVULAS DE GLOBO.

Estas válvulas son usadas primordialmente para regular el paso de un fluido. Debido a su alta caída de presión, aún cuando se encuentre totalmente abierta, no son recomendables cuando se requiere un flujo continuo. El sentido de su instalación debe ser tal, que el flujo entre por la parte inferior del asiento, para ello, basta con hacer coincidir la flecha marcada en el cuerpo de la válvula, con el sentido del flujo. Pueden usarse para fluidos que contengan partículas en suspensión.



Válvula de globo

Variantes de válvulas de globo.

Las variantes de las válvulas de globo dependen de su diseño exterior, ya que el funcionamiento en principio es el mismo:

Las variantes son:

Válvulas de globo propiamente.

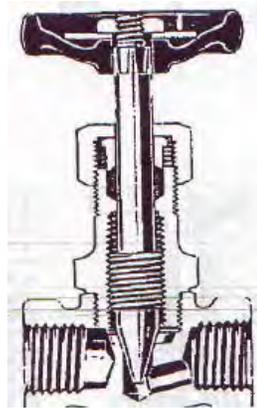
Válvulas de aguja.

Válvulas de ángulo.

Válvulas de tipo "y".

Válvula de aguja.

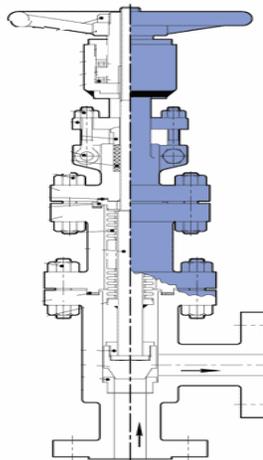
Esta diseñada para su aplicación en líneas auxiliares de muestreo o medición, donde se tienen presiones desde unos cuantos Kg. /cm² hasta varios cientos, esta es una válvula sumamente compacta, pero robusta y de bajo precio.



Válvula de aguja

Válvula de ángulo.

La válvula de ángulo es utilizada para los mismos servicios y objetivo de las válvulas de globo únicamente que el flujo es cambiado 90° de dirección. El uso de una válvula de ángulo elimina por lo tanto el uso de un codo y conexiones extras en la línea.

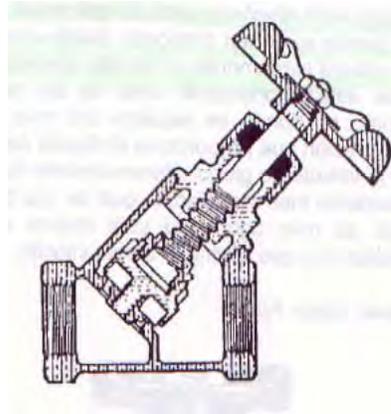


Válvula de Angulo

Válvula tipo “Y”.

Su diseño es una modificación de la válvula de globo pero con rasgos de válvula de compuerta. Esta válvula ofrece más o menos un paso recto del flujo como si fuese una compuerta y ofrece una regulación al flujo como una válvula de globo. Todas las variantes en cuanto al diseño del disco y los asientos en la

válvula de globo son aplicables a este tipo de diseño. En general, cualquier especificación establecida para una válvula de globo puede ser utilizada para el tipo "Y" a excepción de la caída de presión la cual es más baja en la válvula tipo "Y".



Válvula tipo "Y"

Las normas aplicables a la fabricación de válvulas de globo son: API 602, ASME B16.10, ASME B16.34, ASME B16.5

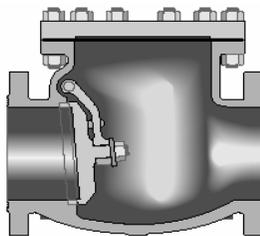
VÁLVULAS DE RETENCIÓN.

El objeto principal de este tipo de válvulas, es generalmente el de proteger bombas o equipos similares, permitiendo el paso de un fluido por una línea solamente en un sentido e impidiendo el regreso del fluido cuando se presenten contrapresiones.

Las válvulas de retención pueden ser tipo columpio, tipo levantamiento, tipo mariposa, resorte carga y bola.

Tipo columpio.

Este tipo de válvulas están compuestas principalmente de tres partes que son: cuerpo, disco y tapa, ofrecen un mínimo de resistencia al flujo y pueden ser instaladas en tuberías horizontales o verticales. El disco se asienta en forma hermética con sólo 1.5 lb/pulg² de contrapresión y la entrada desde la parte superior permite su limpieza sin necesidad de extraer la válvula de la tubería. Su mecanismo de funcionamiento es con resorte y el sello hermético se debe a la carga del fluido en contra flujo.



Válvula de retención tipo columpio

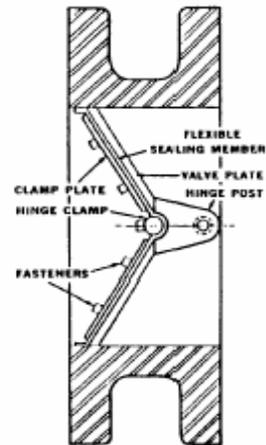
Tipo levantamiento.

Al igual que la anterior, están compuestas principalmente de tres partes que son: cuerpo, elemento de apertura y tapa. El elemento de apertura puede ser disco, pistón o bola. Sin embargo, la principal variante está en el funcionamiento del elemento de apertura o cierre, ya que este es levantado del asiento de la válvula por la presión del fluido, como se ilustra a continuación.



Tipo mariposa.

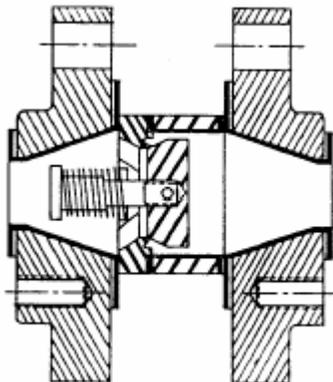
También se conoce como Duo-check están compuestas principalmente de dos partes que son: cuerpo y disco. El disco dividido en dos y fijado sobre un eje, permite el paso del flujo o no permite el retorno del mismo, uniéndose o abriéndose las obleas respectivamente.



Válvula de retención Duo-check

Tipo resorte-carga.

Prácticamente puede decirse que este tipo de válvula de retención es similar a las verticales tipo disco, con la diferencia de que estas cuentan con un resorte para facilitar el cierre, con lo cual la respuesta para el cierre es mas rápida. Pueden ser instaladas en tuberías verticales u horizontales.



Válvula de retención de resorte

Las normas aplicables a la fabricación de válvulas de retención son: API 6D, API 602, ASME B16.10, ASME B16.34, ASME B16.5

VÁLVULAS DE BOLA O ESFERICAS.

Este tipo de válvulas se utilizan principalmente para abrir o cerrar, no se recomiendan para regular flujo. Se caracterizan por ser rápidas para operarse, de fácil mantenimiento y de cierre hermético con baja

torsión. Su caída de presión es función del tamaño del orificio de la esfera. Estas válvulas pueden ser de paso reducido o completo. Los tipos de extremos para unirse a la tubería pueden ser de inserto soldable, roscadas, bridadas o soldables a tope.

Las válvulas de bola pueden emplearse para manejar vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, etc.

Pueden ser de diferentes orificios lo cual nos permite distribuir el fluido hacia diferentes direcciones con una sola válvula, reduciendo costos, para lo cual se les llama válvulas de bola de dos, de tres o de más vías, según sea el caso.

También se clasifican por ser de bola flotante o bola montada sobre muñón.

Válvulas de bola flotante.

Se caracterizan por lograr un cierre hermético debido a que la presión en la tubería empuja a la bola contra su asiento en el lado de menor presión. Conforme aumenta la presión en la tubería también aumenta la eficiencia del sello; sin embargo, las bajas presiones diferenciales reducen esta eficiencia por lo que se hace una compresión previa de los asientos durante el ensamble.

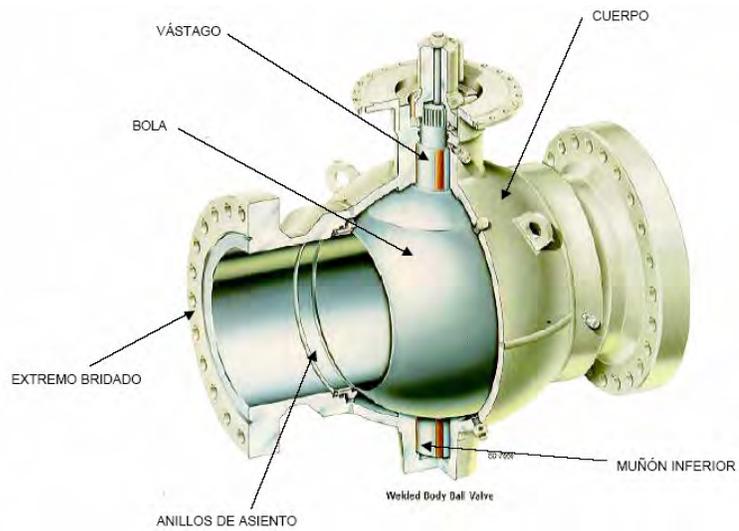


Válvula de bola flotante

Válvulas de bola montada sobre muñón.

La posición de la bola se fija con cojinetes y la presión en la tubería mueve a los asientos contra la bola. Cada asiento se mueve en forma independiente y la mayor parte del tiempo están bajo carga para cerrar

con bajas presiones diferenciales. Las válvulas con bola montada sobre muñones se seleccionan para aplicaciones de doble cierre y purga.

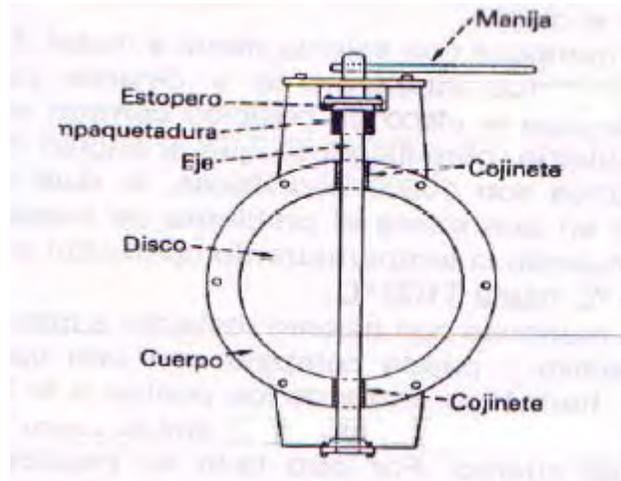


Válvula de bola montada sobre muñón

Las normas aplicables a la fabricación de válvulas de bola son: API 6D, ASME B16.34, ASME B16.5

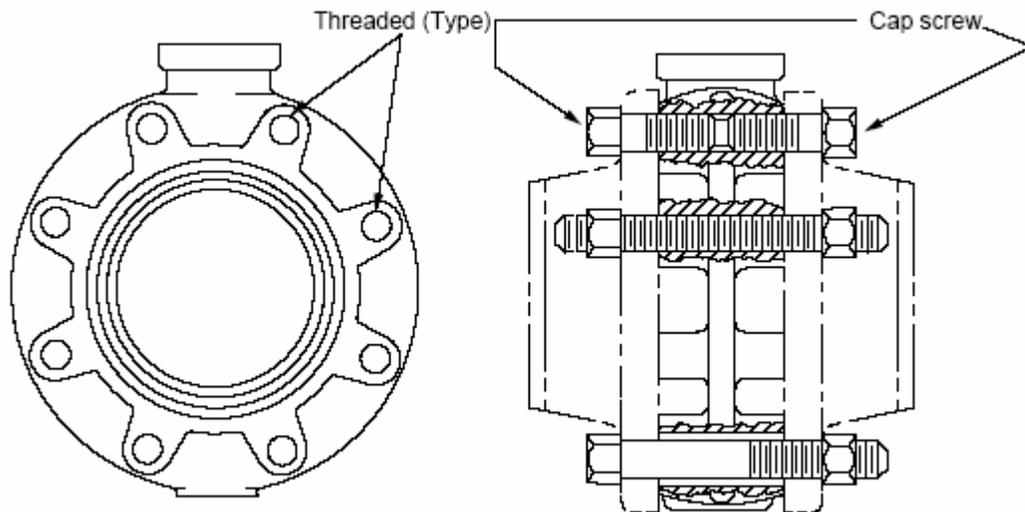
VÁLVULA DE MARIPOSA.

Las válvulas mariposa son diseñadas para satisfacer los requerimientos de la industria química, refinерías, pulpa y papel, minería, sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, plantas de energía, industria naval y tratamiento de aguas.

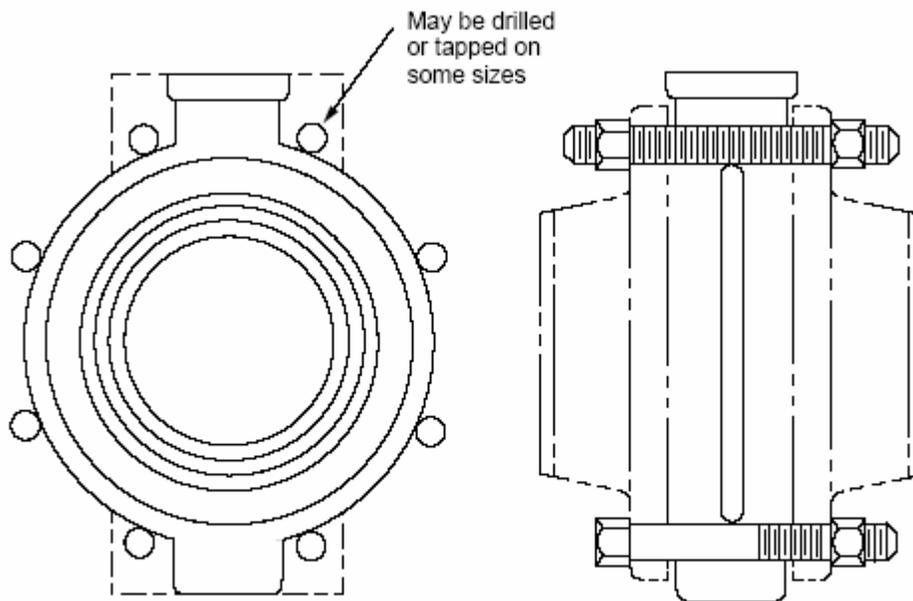


Válvula de mariposa

Existen tres tipos de válvulas de mariposa: bridada (doble brida), orejada (lug) y entre bridas (wafer).



LUG-TYPE VALVE



WAFER-TYPE VALVE

Existen dos categorías de válvulas de mariposa:

Categoría a.

Corresponde a las válvulas de mariposa conocida como "cwp" (cold working pressure), generalmente con un disco y asientos concéntricos. Los tamaños cubiertos son NPS 2 a NPS 48 para válvulas bridadas clase 125 ó clase 150.

Categoría b.

Clasifica a las válvulas de mariposa de acuerdo a su rango de presión-temperatura en las que tienen un asiento compensado y una configuración excéntrica o concéntrica del disco.

Estas válvulas pueden tener un grado del asiento menor que el grado del cuerpo.

Para válvulas tipo lug y wafer, clases 150, 300, y 600, los tamaños cubiertos son NPS 3 a NPS 24.

Para válvulas doble brida patrón largo, clase 150, 300, y 600, los tamaños cubiertos son NPS 3 a NPS 36.

Para válvulas doble brida patrón corto, clase 150 y 300, los tamaños cubiertos son NPS 3 a NPS 48.

Para válvulas doble brida corto, clase 600, los tamaños cubiertos son NPS 3 a NPS 24.

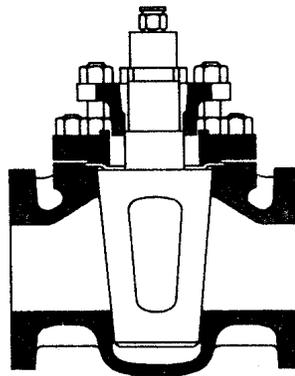
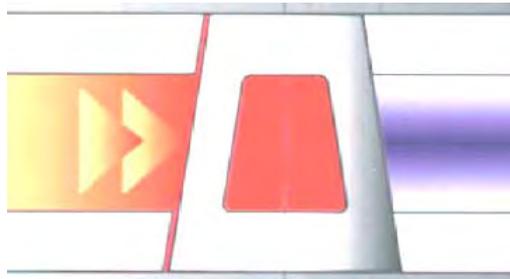
Las normas aplicables a la fabricación de válvulas de mariposa son: API 609, ASME B16.10, ASME B16.34, ASME B16.5

VÁLVULAS MACHO:

Estas válvulas se emplean, cuando se desea obturar y permitir el paso de un fluido, tienen mínima resistencia al flujo, son para operación frecuente y tienen poca caída de presión, además, pueden ser dos o más vías, para distribuir el flujo en diferentes direcciones. Se caracterizan por ser altamente herméticas.

Estas válvulas pueden ser utilizadas para manejo de hidrocarburos, agua, vapor, ácidos, alimentos en condiciones de temperatura y presión baja, regular o alta. Además son ideales para manejar fluidos con alto contenido de sólidos.

El corte o cambio de dirección del flujo se efectúa mediante un elemento móvil con uno o más conductos que se gira sobre su eje de manera que en determinadas posiciones, estos conductos queden comunicados o incomunicados.



Válvula macho

Las válvulas macho se diseñan en 3 diferentes modelos, que proveen la eficiencia, economía y flexibilidad requerida en los sistemas de transporte de fluido. Su aplicación para manejo de gas es ideal. Hay disponibles dos tipos estándar de válvula macho:

Válvulas macho lubricadas.

Estas dependen para su hermeticidad y operación del uso de un lubricante, el cual forma una película muy delgada que ayuda a tener cierre hermético con asientos metálicos e inhibe la corrosión, además el giro del tapón es suave y libre. Las condiciones de operación, en general, están limitadas a las temperaturas y líquidos de proceso.

Válvulas macho no lubricadas.

Tienen una camisa por lo general, de un elastómero que sirve a la vez como sello y para eliminar la fricción, la camisa se fija en el cuerpo en diferentes formas y se comprime el macho contra la camisa para producir el cierre. La operación de estas válvulas es con $\frac{1}{4}$ de vuelta, salvo que tengan operador de engranes

De acuerdo a la forma del tapón o macho se tienen tres tipos de válvulas:

Válvulas macho de tapón cilíndrico.

Este tipo de macho puede ser lubricado y no lubricado, necesita un ajuste muy preciso entre el tapón y su asiento, haciendo una válvula de mayor costo, por lo tanto su uso es muy restringido.

Válvulas macho de tapón cónico.

Este tapón tiene generalmente una conicidad de 9° , dicha conicidad está adentro del rango de los conos fijadores, es decir, que de actuar un metal contra otro, se pegan, no permitiendo el giro. Para que el tapón gire, se requiere que exista una película de lubricante entre las superficies de contacto que las separe, o bien, un aditamento que haga subir el cono cuando este gire y no se forcen las superficies de contacto.

También, de acuerdo al tipo de orificio se pueden clasificar en:

Válvulas macho modelo corto.

El área del puerto es casi igual al área de fluido de la tubería, y su forma es trapezoidal; las dimensiones cara a cara son iguales a las de compuerta.

Válvulas macho modelo regular.

El área del puerto es casi igual al área de flujo de la tubería, y su forma es trapezoidal.

Válvulas macho modelo venturi.

El área del puerto es menor que las otras dos, lo que significa menor peso, menor costo y menor torque de operación. Las características del flujo, además de las ventajas económicas y mecánicas, proporcionan un rendimiento hidráulico y neumático elevado.

Válvula macho modelo circular.

Tiene una abertura circular para toda la cavidad en el macho y el cuerpo. pero es utilizado regularmente con el diámetro menor que el diámetro interno de los conductos de la válvula, ocasionando una ligera caída de presión.



Las normas aplicables a la fabricación de válvulas macho son:

API 6D, ASME B16.10, ASME B16.34, ASME B16.5



II.6. Empaques

Los empaques, son aditamentos que se instalan entre las bridas, para lograr un sello entre ellas y evitar fuga de los fluidos. Existen empaques metálicos, semi-metálicos y no metálicos, para el manejo de fluidos corrosivos y no corrosivos, ya sean en fase gaseosa, fase líquida o trifásicos.

Se deben considerar los siguientes aspectos para la selección de empaque:

Rango o clase de las bridas.

Es importante el rango de las bridas en la selección de empaques debido a que en base a este dato, se selecciona el material y espesor de los empaques

Tipo de cara de las bridas y su rugosidad.

En base a estos datos, se selecciona el tipo de empaque que se debe de utilizar, ya que el empaque debe acoplarse a la rugosidad e imperfecciones en la cara de las bridas, mediante el apriete de las mismas.

Resiliencia del empaque.

Esta propiedad permite mantener el sellado ante una baja carga entre las caras de las bridas.

Temperatura de los fluidos.

El principal factor que afecta a las propiedades de los empaques es la temperatura, así que se deberá seleccionar el empaque adecuado al rango de presión y temperatura de las bridas.

Material base de las bridas.

El material base de las bridas es importante, por que los empaques pueden ser un aislante entre bridas de diferentes materiales que provoquen un par galvánico.

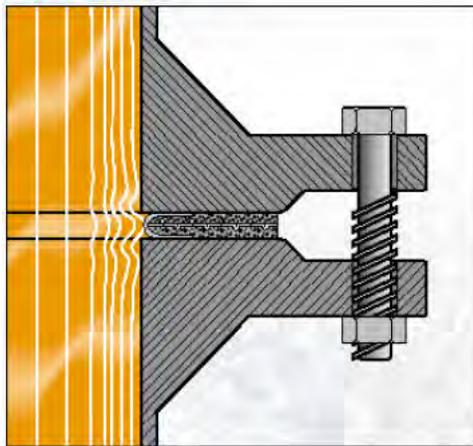


Fig. II.6.1 Representación de la instalación de empaques



Fig. II.6.2 Representación de la instalación de empaques

Los empaques se clasifican en dos grandes grupos: metálicos y no metálicos.

Empaques metálicos.

Estos empaques están normalizados de acuerdo al ASME B16.20 y pueden ser tipo anillo y devanados en espiral.

Empaques metálicos tipo anillo.

Se les conoce también como RTI, estos empaques pueden ser ovales u octagonales, estos últimos pueden ser del tipo R, RX y/o BX, estos dos últimos quedan fuera del alcance de este trabajo, solo se mencionaran como existentes. Las configuraciones de los empaques tipo R, RX y BX están representadas en las figuras II.6.3, II.6.4 y II.6.5 respectivamente.

Los materiales de los que están hechos, son por lo general más blandos que el material de las bridas. Algunos de los materiales con los que están hechos estos empaques y su dureza se describen en la siguiente tabla.

El acabado de las juntas tipo anillo para los tipos R y RX, no deberán tener una rugosidad superior a 63 μ /in. Y los del tipo BX 32 μ /in.

Tabla II.6.a. Dureza máxima de empaques tipo anillo

Material	d u r e z a m a x i m a	
	brinell	escala rockwell 'b'
hierro blando	90	56
acero bajo carbono	120	68
4-6 cr ½ mo	130	72
tipo 410	170	86
tipo 304	160	83
tipo 316	160	83
tipo 347	160	83

Las dimensiones y tolerancias de los empaques de anillo tipo R se enlistan en la tabla II.6.b y el tamaño de la tubería en donde aplican se enlistan en la tabla II.6.c, las cuales son un extracto del ASME B16.20

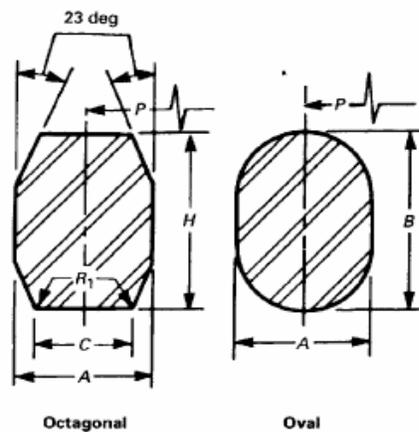


Fig. II.6.3 empaques metálicos RTI tipo R

Tabla II.6.b dimensiones y tolerancias de empaques anillo tipo R

Ring Number	Pitch Diameter of Ring, <i>P</i>	Width of Ring, <i>A</i>	Height of Ring		Width of Flat on Octagonal Ring, <i>C</i>	Radius in Octagonal Ring, <i>R₁</i>
			Oval, <i>B</i>	Octagonal, <i>H</i>		
R-11	1.344	0.250	0.44	0.38	0.170	0.06
R-12	1.563	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-13	1.688	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-14	1.750	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-15	1.875	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-16	2.000	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-17	2.250	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-18	2.375	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-19	2.563	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-20	2.688	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-21	2.844	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-22	3.250	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-23	3.250	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-24	3.750	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-25	4.000	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-26	4.000	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-27	4.250	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-28	4.375	0.500	0.75	0.69	0.341	0.06
R-29	4.500	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-30	4.625	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-31	4.875	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-32	5.000	0.500	0.75	0.69	0.341	0.06
R-33	5.188	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-34	5.188	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-35	5.375	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06

Cont. Tabla II.6.b

Ring Number	Average Pitch Diameter of Ring, P	Width of Ring, A	Height of Ring		Width of Flat on Octagonal Ring, C	Radius in Octagonal Ring, R_1
			Oval, B	Octagonal, H		
R-36	5.875	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-37	5.875	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-38	6.188	0.625	0.88	0.81	0.413	0.06
R-39	6.375	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-40	6.750	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-41	7.125	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-42	7.500	0.750	1.00	0.94	0.485	0.06
R-43	7.625	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-44	7.625	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-45	8.313	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-46	8.313	0.500	0.75	0.69	0.341	0.06
R-47	9.000	0.750	1.00	0.94	0.485	0.06
R-48	9.750	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-49	10.625	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-50	10.625	0.625	0.88	0.81	0.413	0.06
R-51	11.000	0.875	1.13	1.06	0.583	0.06
R-52	12.000	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-53	12.750	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-54	12.750	0.625	0.88	0.81	0.413	0.06
R-55	13.500	1.125	1.44	1.38	0.780	0.09
R-56	15.000	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-57	15.000	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-58	15.000	0.875	1.13	1.06	0.583	0.06
R-59	15.625	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-60	16.000	1.250	1.56	1.50	0.879	0.09
R-61	16.500	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-62	16.500	0.625	0.88	0.81	0.413	0.06
R-63	16.500	1.000	1.31	1.25	0.681	0.09
R-64	17.875	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-65	18.500	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-66	18.500	0.625	0.88	0.81	0.413	0.06
R-67	18.500	1.125	1.44	1.38	0.780	0.09
R-68	20.375	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-69	21.000	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-70	21.000	0.750	1.00	0.94	0.485	0.06
R-71	21.000	1.125	1.44	1.38	0.780	0.09
R-72	22.000	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-73	23.000	0.500	0.75	0.69	0.341	0.06
R-74	23.000	0.750	1.00	0.94	0.485	0.06
R-75	23.000	1.250	1.56	1.50	0.879	0.09
R-76	26.500	0.313	0.56	0.50	0.206	0.06
R-77	27.250	0.625	0.88	0.81	0.413	0.06
R-78	27.250	1.000	1.31	1.25	0.681	0.09
R-79	27.250	1.375	1.75	1.63	0.977	0.09
R-80	24.250	0.313	...	0.50	0.206	0.06

Cont. Tabla II.6.b

Ring Number	Average Pitch Diameter of Ring, <i>P</i>	Width of Ring, <i>A</i>	Height of Ring		Width of Flat on Octagonal Ring, <i>C</i>	Radius in Octagonal Ring, <i>R₁</i>
			Oval, <i>B</i>	Octagonal, <i>H</i>		
R-81	25.000	0.563	...	0.75	0.377	0.06
R-82	2.250	0.438	...	0.63	0.305	0.06
R-84	2.500	0.438	...	0.63	0.305	0.06
R-85	3.125	0.500	...	0.69	0.341	0.06
R-86	3.563	0.625	...	0.81	0.413	0.06
R-87	3.938	0.625	...	0.81	0.413	0.06
R-88	4.875	0.750	...	0.94	0.485	0.06
R-89	4.500	0.750	...	0.94	0.485	0.06
R-90	6.125	0.875	...	1.06	0.583	0.06
R-91	10.250	1.250	...	1.50	0.879	0.09
R-92	9.000	0.438	0.69	0.63	0.305	0.06
R-93	29.500	0.750	...	0.94	0.485	0.06
R-94	31.500	0.750	...	0.94	0.485	0.06
R-95	33.750	0.750	...	0.94	0.485	0.06
R-96	36.000	0.875	...	1.06	0.583	0.06
R-97	38.000	0.875	...	1.06	0.583	0.06
R-98	40.250	0.875	...	1.06	0.583	0.06
R-99	9.250	0.438	...	0.63	0.305	0.06
R-100	29.500	1.125	...	1.38	0.780	0.09
R-101	31.500	1.250	...	1.50	0.879	0.09
R-102	33.750	1.250	...	1.50	0.879	0.09
R-103	36.000	1.250	...	1.50	0.879	0.09
R-104	38.000	1.375	...	1.63	0.977	0.09
R-105	40.250	1.375	...	1.63	0.977	0.09

Nota general: todas las dimensiones están en pulgadas

Tolerancias:

P: ± 0.007

A: ± 0.008

B, H: + 0.05, -0.02

C: ± 0.008

R1: ± 0.02

23 deg: $\pm 1/2$ deg.

Tabla II.6.c. Dimensiones de tubería para empaques de anillo tipo R

Ring Number	Pressure Classes											
	ASME B16.5					API 6B				ASME B16.47 Series A		
	150	300-600	900	1500	2500	720-960 (1)	2000	3000	5000	150	300-600	900
R-11	...	1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-12	...	...	1/2	1/2	...	...	...	...	...	...	...	...
R-13	...	3/4	...	...	1/2	...	...	...	...	...	...	...
R-14	...	...	3/4	3/4	...	...	...	...	...	...	...	...
R-15	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-16	...	1	1	1	3/4	1	1	1	1	...	...	...
R-17	1 1/4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-18	...	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	...	...	...
R-19	1 1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-20	...	1 1/2	1 1/2	1 1/2	...	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	...	...	...
R-21	...	...	...	...	1 1/4	...	...	...	...	...	...	...
R-22	2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-23	...	2	...	...	1 1/2	2	2	...	...	...	...	...
R-24	...	...	2	2	...	...	...	2	2	...	...	...
R-25	2 1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-26	...	2 1/2	...	...	2	2 1/2	2 1/2	...	...	...	...	...
R-27	...	...	2 1/2	2 1/2	...	...	...	2 1/2	2 1/2	...	...	...
R-28	...	...	...	...	2 1/2	...	...	...	...	...	...	...
R-29	3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-30 (2)	...	3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-31	...	3	3	...	...	3	3	3	...	...	...	...
R-32	...	...	...	...	3	...	...	...	...	...	...	...
R-33	3 1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-34	...	3 1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-35	...	...	...	3	...	...	...	...	3	...	...	...
R-36	4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-37	...	4	4	...	...	4	4	4	3 1/2	...	...	...
R-38	...	...	...	...	4	...	...	...	...	...	...	...
R-39	...	...	...	4	...	...	...	...	4	...	...	...
R-40	5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-41	...	5	5	...	...	5	5	5	...	...	...	...
R-42	...	...	...	...	5	...	...	...	...	...	...	...
R-43	6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-44	...	...	...	5	...	...	...	...	5	...	...	...
R-45	...	6	6	...	...	6	6	6	...	...	...	...
R-46	...	...	...	6	...	...	...	...	6	...	...	...
R-47	...	...	...	...	6	...	...	...	...	...	...	...
R-48	8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-49	...	8	8	...	...	8	8	8	...	...	...	...
R-50	...	...	...	8	...	...	...	...	8	...	...	...
R-51	...	...	...	...	8	...	...	...	...	...	...	...
R-52	10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-53	...	10	10	...	...	10	10	10	...	...	...	...
R-54	...	...	...	10	...	...	...	...	10	...	...	...

Cont. Tabla II.6.c

Pressure Classes

Ring Number	ASME B16.5					API 6B				ASME B16.47 Series A		
	150	300-600	900	1500	2500	720-960 (1)	2000	3000	10000 (1)	150	300-600	900
R-55	10	...	...	...	...	...	...	...
R-56	12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-57	...	12	12	...	...	12	12	12	...	...	12	12
R-58	12	...	...	...	...	...	...	...	...
R-59	14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-60	12	...	...	...	...	...	...	...
R-61	...	14	...	...	...	14	14	14	...	...	14	...
R-62	14	...	...	...	...	...	...	...	...	14
R-63	14	...	...	...	...	...	...	...	...
R-64	16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-65	...	16	...	...	...	16	16	...	...	...	16	...
R-66	16	...	...	...	...	16	...	...	...	16
R-67	16	...	...	...	...	...	...	...	...
R-68	18	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-69	...	18	...	...	...	18	18	...	...	...	18	...
R-70	18	...	...	...	...	18	...	...	...	18
R-71	18	...	...	...	...	...	...	...	...
R-72	20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-73	...	20	...	...	...	20	20	...	...	...	20	...
R-74	20	...	...	...	...	20	...	...	...	20
R-75	20	...	...	...	...	...	...	...	...
R-76	24	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
R-77	...	24	...	...	...	...	...	...	...	...	24	...
R-78	24	...	...	...	...	...	...	...	...	24
R-79	24	...	...	...	...	...	...	...	...
R-80	22	...	...
R-81	22	...
R-82	1	...	...	...
R-84	1½	...	...	...
R-85	2	...	...	...
R-86	2½	...	...	...
R-87	3	...	...	...
R-88	4	...	...	...
R-89	3½	...	...	...
R-90	5	...	...	...
R-91	10	...	...	...
R-92
R-93	26	...
R-94	28	...
R-95	30	...

Cont. Tabla II.6.c

Ring Number	Pressure Classes											
	ASME B16.5					API 6B				ASME B16.47 Series A		
	150	300-600	900	1500	2500	720-960 (1)	2000	3000	10000 (1)	150	300-600	900
R-96	32	...
R-97	34	...
R-98	36	...
R-99	8	8	...	...	...	...
R-100	26
R-101	28
R-102	30
R-103	32
R-104	34
R-105	36

Nota general: en bridas API 6d y API 600 emplear empaques equivalentes a ASME B16.5 y ASME B16.47 serie A

(1) Las bridas clases 720, 960 y 10000 para API 6B, son obsoletas, los datos aquí mostrados, son solo de referencia

(2) R-30 es únicamente para bridas de traslape

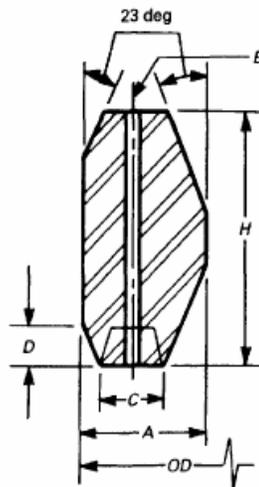


Fig. II.6.4 Empaques metálicos RTI tipo RX

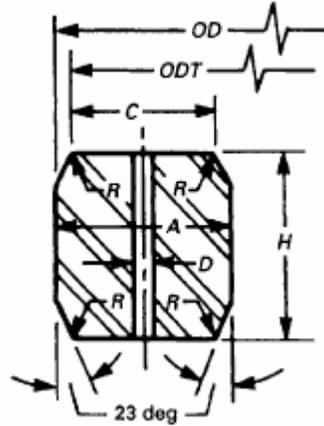
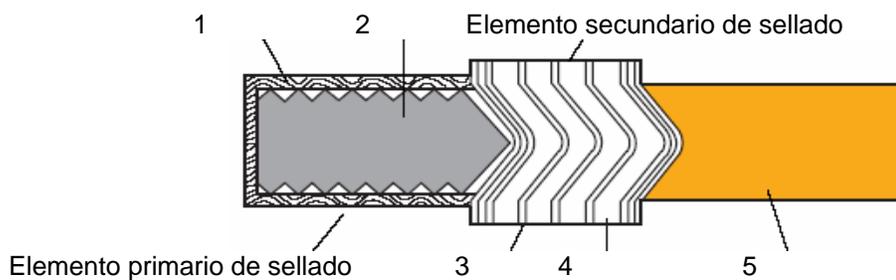


Fig. II.6.5 Empaques metálicos RTI tipo BX

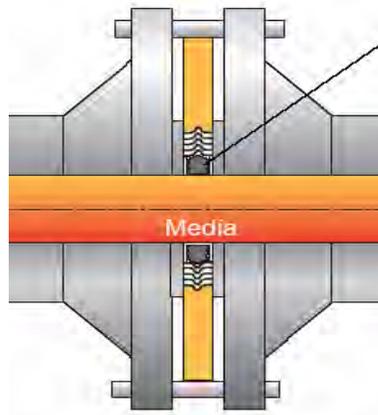
Empaques metálicos devanados en espiral. Los empaques devanados en espiral incluyendo los de anillo centrador y los de anillo interior, se identifican por el tamaño de las bridas, la clase de las bridas y su norma de fabricación ASME B16.5 o ASME B16.47.

Este tipo de empaques esta fabricado por un anillo exterior guiador, el cuál centra al empaque por efectos de los espárragos, seguido por una serie de capas circulares de un metal preformado con relleno entre ellas y finalmente por un anillo interior, evitando la fuga de los fluidos.



- 1.- Envoltura de PTFE (Teflón)
- 2.- Anillo interno
- 3.- Metal embobinado
- 4.- Relleno
- 5.- Anillo exterior guiador

Sello efectivo en el
bore de la tubería



Se debe asegurar que el empaque sea tan resistente como sea posible a los medios y a la temperatura implicada, comprobar la compatibilidad química del metal tanto como el material de relleno. Como regla general, el metal usado en los empaques devanados en espiral, debe ser similar al material de la brida.

La compresibilidad del grafito flexible, lo hace un material de relleno excelente para las juntas metálicas. El grafito flexible se puede utilizar en servicios con temperaturas hasta 950°F (485°C), aunque no debe ser utilizado con los oxidantes fuertes tales como ácido nítrico o sulfúrico.

El material de relleno de PTFE, proporciona resistencia química excelente en temperaturas por debajo de 500°F (260°C).

Altas presiones requieren bobinas con más capas de un material de relleno más fino. Esta construcción soporta cargas más altas del perno, y proporciona un sello mejor contra altas presiones. A bajas presiones se requiere pocas capas de metal y de materiales de relleno, permitiendo que la junta asiente bajo cargas más bajas del perno.

Temperatura límite para materiales comunes

Material	Mínimo		Máximo		Abreviatura
	°F	°C	°F	°C	
304 Stainless Steel	-320	-195	1400	760	304
316L Stainless Steel	-150	-100	1400	760	316L
317L Stainless Steel					317L
321 Stainless Steel	-320	-195	1400	760	321
347 Stainless Steel	-320	-195	1700	925	347
Carbon Steel	-40	-40	1000	540	CRS
20Cb-3 (Alloy 20)	-300	-185	1400	760	A-20
HASTELLOY® B 2	-300	-185	2000	1090	HAST B
HASTELLOY® C 276	-300	-185	2000	1090	HAST C
INCOLOY® 800	-150	-100	1600	870	IN 800
INCONEL® 600	-150	-100	2000	1090	INC 600
INCONEL® X750	-150	-100	2000	1090	INX
MONEL® 400	-200	-130	1500	820	MON
Nickel 200	-320	-195	1400	760	NI
Titanium	-320	-195	2000	1090	TI

Temperatura límite para materiales de relleno

material	mínimo		máximo		abreviatura
	°f	°c	°f	°c	
Ceramic	-350	-212	2000	1090	CER
Flexible Graphite	-350	-212	950	510	F.G.
PTFE	-400	-240	500	260	PTFE
Verdicarb (Mica Graphite)	-350	-212	550	288	VC

Espesores

Embobinado	anillos
0.125"	3/32"
0.175"	1/8"
0.250"	3/16"
0.285"	3/16"

Empaques no metálicos.

Este tipo de empaques esta normalizado de acuerdo al ASME B16.21 y su clasificación es de acuerdo al tipo de cara de brida en el que se ha de instalar, de acuerdo a la siguiente ilustración:

tipo de empaque	tipo de cara de brida
cara llena (full face)	cara plana (flat face)
anillo plano (flat ring)	cara realzada (raised face)

La clase del empaque debe ser la misma clase de las bridas en las que se ha de instalar y los materiales de los que están construidos deben ser resistentes y flexibles.

La selección del material, así como el espesor del empaque, para un servicio dado, es responsabilidad del usuario. El material y espesor seleccionado deberá ser compatible tanto con el fluido como con las condiciones de presión y temperatura del propio servicio.

Los empaques tanto metálicos como no metálicos, se dividen en grupos como se indica en la siguiente tabla:

Grupos de empaques y materiales típicos

Grupo	Material	Perfil
Ia	Auto energizados: o-ring, metálicos, elastoméricos y otro tipo de empaques considerados como auto sellantes	
	Elastoméricos sin algodón	
	Hoja comprimida apropiada para las condiciones de operación	
	Elastomérico con inserción de algodón	
	Elastomérico con o sin alambre de refuerzo	
	Fibras vegetales	
Ib	Metal enrollado en espiral con relleno no metálico	
	Aluminio corrugado, cobre o aleación de cobre con relleno no metálico, sencillos o doble capa	
	Aluminio corrugado, cobre o bronce	
IIa y IIb	Metal corrugado sencillo o doble capa con relleno no metálico	
	Metal corrugado	
	Metal plano cubierto con relleno no metálico	
	Metal acanalado	
	Anillo plano de aluminio blando	
IIa y IIb Anillo plano de metal sólido		
	Junta tipo anillo	

CAPÍTULO III. ÍNDICE DE SERVICIOS

Es un documento de ingeniería, donde se indican y especifican los materiales, espesor por corrosión y el rango de las bridas, de acuerdo a las condiciones máximas de operación y tipo de fluido, considerando la vida útil de la tubería.

Implica la selección de materiales, empleo de las normas, códigos y estándares aplicables en cada paso del proceso de selección, el factor de corrosión en los materiales y las propiedades de los mismos, que aseguren una selección satisfactoria del material que se refleja en la operación del sistema para el tiempo programado de vida útil.

Información requerida

1. Bases de diseño
2. Diagramas de flujo de proceso
3. Diagrama de balance de servicios auxiliares
4. Balance de materia y energía
5. Información complementaria (condiciones de operaciones de presión y temperatura mínimas, normales y máximas de cada corriente)
6. Definir la codificación de la especificación de tuberías

Resumen de actividades para la elaboración del Índice de servicios.

1. Efectuar una relación de cada uno de los fluidos que se manejarán estos se denominan "servicios".
2. Determinar las condiciones de presión y temperatura máximas de cada una de los servicios código como el estado físico del flujo de los mismos: líquido; dos fases o vapor (gas).
3. Seleccionar la clase de tubería. en algunas ocasiones se aplican las clases definidas en las especificaciones de PEMEX, en estas especificaciones se mencionan los fluidos que cubren, rangos de presión, temperatura y libraje. El IMP cuenta con especificaciones generales de materiales para tubería (práctica de ingeniería No. EABB-102), sin embargo, para cada proyecto de ingeniería, las clases de tubería se revisan y adecuan para cumplir con los requerimientos necesarios y específicos para los fluidos manejados, es decir, se emite una especificación de materiales específica para cada proyecto.

La selección de las clases de tubería debe basarse en la utilización del material de la tubería más económico que resista las condiciones limitativas del servicio.

La condición de diseño normal de presión y temperatura, será la mas severa esperada que pueda coexistir bajo condiciones de presión normal por un gran período de tiempo. Dichas condiciones normales

incluyen todas las funciones de manipulación y control, tales como estrangulamiento, bloqueo y desvío en los sistemas de tubería.

las condiciones normales de operación que incluyen condiciones temporales mas severas, tales como aquellas que incidentalmente se presentan en las operaciones de arranque, paro, soplado con vapor o en condiciones anormales, serán las que gobiernan como condiciones de diseño, siempre y cuando exista una clara evidencia de que exceden el tiempo y límites de severidad.

En líneas de descarga de bombas centrífugas la presión de diseño debe ser la presión de disparo de la bomba (shutoff).

Las condiciones de operación máximas deben tomarse de la información complementaria.

Descripción de una Clase de Tuberías.

Se le conoce como Clase a un documento de ingeniería en donde se especifica el material, espesor, rango y tipo de las bridas, válvulas, conexiones, empaques y tornillería a utilizarse para determinado servicio.

A la clase de materiales se le da un nombre en base al siguiente criterio:

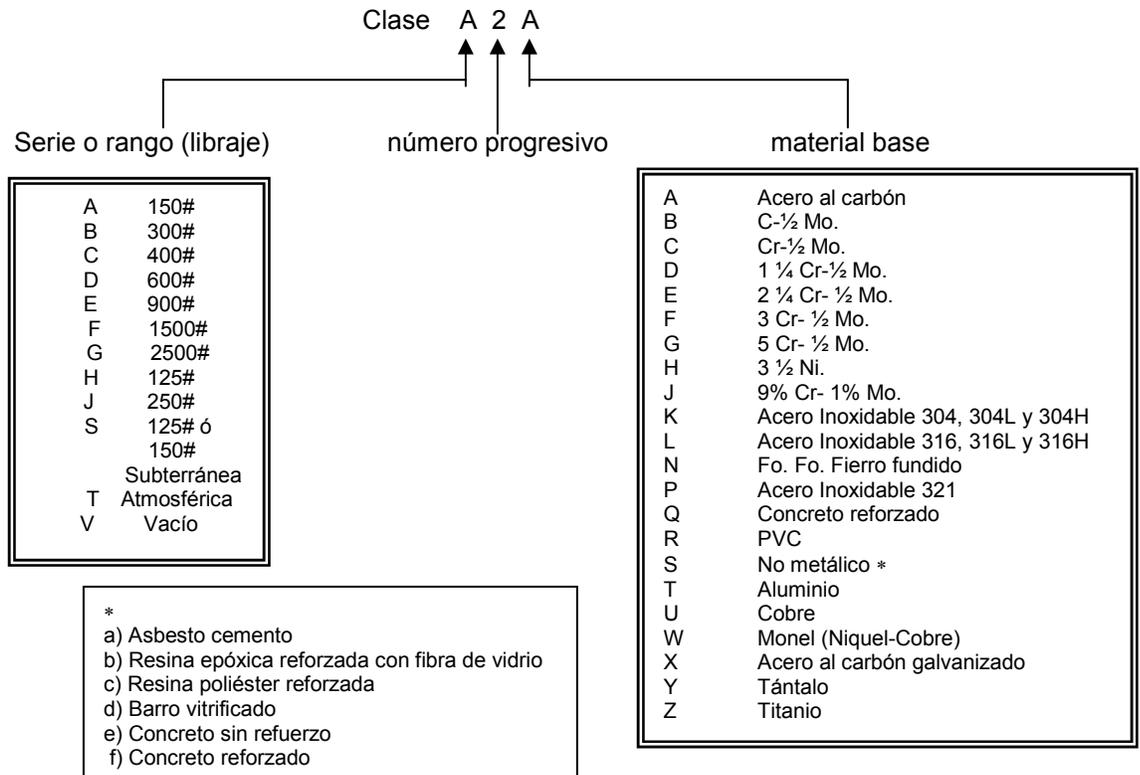


Ilustración de un Índice de Servicios

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INGENIERÍA						FECHA: 06/JUN/98	REV. 0
REQUISITOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO UNIDAD DE DESINTEGRACIÓN CATALITICA REFINERIA FCO. I. MADERO, CD. MADERO TAMPS.						HOJA 1 DE 1	
INDICE DE SERVICIOS						PROYECTO No. F.1329	
SERVICIO	TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACIÓN °C			PRESIÓN MAXIMA DE OPERACIÓN KG/CM2 MAN.			MATERIAL DE LA TUBERÍA
	LÍQUIDO	DOS FASES	VAPOR (GAS)	LÍQUIDO	DOS FASES	VAPOR (GAS)	
CLASE: A2A							ACERO AL CARBÓN A106-B 150 # R.F. T. C.= 0.05"
DIESEL (P)	36			4.2			
ACEITE CICLICO LIGERO (P)	38			4.2			
AGUA DE LAVADO (AL)	55			6.0			
CLASE: A4A							ACERO AL CARBÓN A106-B 150 # R.F. T. C.= 0.05"
GAS COMBUSTIBLE (GC)	37			8.0			
CLASE: A13A							ACERO AL CARBÓN A106-B 150 # R.F. T. C.= 0.125"
DIESEL (P)	361			3.5			
DIESEL (P)	338			3.7			
CONDENSADO (P)	55			8.6			
GAS AMARGO (P)			53	10.4			
AGUA AMARGA (AA)	52			10.4			
CLASE: A14A							ACERO AL CARBÓN A106-B 150 # R.F. T. C.= 0.500"
AMINA (DEA)	124		124	1.2		1.2	
AMINA POBRE (DEA)	38			7.6			
NAFTA AMARGA (P)	203			3.1			
GAS AMARGO (P)			118			8.5	
NAFTA DULCE (P)	40			7.8			
AGUA AMARGA (AA)	58			0.8			

III.1 Servicio

El servicio es en esencia, el fluido que se va a manejar a través de los ductos, estos pueden ser en fase gaseosa, fase líquida o en ambas fases y pueden ser corrosivos o no corrosivos.

Generalmente se le da una nomenclatura a cada servicio, los más comunes en la industria petrolera son:

Tabla III.1.a Nomenclatura y descripción de los servicios.

A	A Acido	DA	Desfogue ácido
AA	AA Agua ácida	DAP	Desfogue alta presión
AAM	AAM Agua amarga	DC	Drenaje cerrado
AC	AC Aceite de calentamiento	DEG	Dietilenglicol
ACA	ACA Agua de alimentación para calderas	DIE	Diesel
ACI	ACI Agua contra incendio	DP	Drenaje pluvial
ACR	ACR Agua cruda	DQ	Drenaje químico
ADE	ADE Agua desmineralizada	DT	Drenaje de transferencia
AE	AE Antiespumante agua de enfriamiento	E+	Etano plus
AH	AH Aceite hidráulico	G	Gas de instrumentos
AI	AI Aire de instrumentos	GAM	Gas amargo
AL	AL Aceite de lubricación	GCO	Gas combustible
AM	AM Agua de mar	GI	Gas inerte o nitrógeno
AP	AP Aire de planta	GN	Gas o gasolina natural
APO	APO Agua potable	GAS	Gasolina
APU	APU Agua pulida	GS	Gas de arranque, gas seco
AR	AR Aceite recuperado	HN	Hidracina
ARP	ARP Agua de reposición	KE	Kerosina
AS	AS Agua de servicios	LPULG	Gas licuado de petróleo (propanobutano)
ASF	ASF Asfalto	PE	Polietileno
AST	AST Aceite sintético o de sellos	PP	Polipropileno
ATR	ATR Agua tratada	PR	Purga
BI	Biocida	RE	Relevo
CA	Condensado alta presión	S	Azufre
CAM	Condensados amargos	SA	Salmuera
CB	Condensado baja presión	SC	Sosa cáustica
CC	Condensado caliente	TEG	Trietilenglicol
CE	Crudo estabilizado	V	Venteo
CL	Cloro	VB	Vapor de baja presión
CM	Condensado media presión	ASU	Acido sulfúrico
CO	Combustoleo	HCL	Acido clorhídrico
D	Desfogue	IC	Inhibidor de corrosión
DAA	Drenaje abierto aceitoso	L	Lodos
DBP	Desfogue baja presión	P	Línea de proceso
DEA	Dietanolamina	PP	Propileno
DH	Desfogue húmedo	PQ	Productos químicos
DL	Drenaje del sistema de desfogue	RAE	Retorno de agua de enfriamiento
DPC	Drenaje pluvial contaminado	RV	Residuo de vacío
DS	Desemulsificante, desfogue seco drenaje Sanitario	SAE	Suministro de agua de enfriamiento

DW	Drenaje de agua	TUR	Turbosina
EG	Etilenglicol	VA	Vapor de alta presión
GA	Gas ácido	VM	Vapor de media presión
GB	Gas buffer		
GD	Gas dulce		
GL	Glicol		
CS	Conexión de servicios		

III.2 Presión de Diseño

A.- La presión de diseño de cada componente de tuberías no deberá ser menor a la presión de las condiciones más severas internas o externas coincidentes de presión y temperatura (mínima o máxima) esperadas durante el servicio.

B.- Las condiciones mas severa de presión-temperatura, son aquellas que dan como resultado el mayor espesor de pared de tubería y/o el rango mas alto de la bridas.

C.- Cuando existan más de un sistema de condiciones de presión-temperatura para un sistema de tuberías, las condiciones que gobiernan el grado de los componentes, pueden diferenciar de las condiciones que gobiernan el grado de los componentes diseñados por presión de acuerdo al párrafo 304 del ASME B.31.3.

D.- Cuando una tubería se secciona en diferentes presiones, el espesor de pared será diseñado en base a las temperaturas y presiones más severas (mínimo o máximo) esperados durante el servicio.

III.3 Temperatura de Diseño.

A.- la temperatura de diseño de cada componente en un sistema de tubería es la temperatura en la cual, bajo presión coincidente, da como resultado el espesor de pared más grueso o el de mayor grado.

Para establecer la temperatura de diseño, se deben considerar por lo menos las temperaturas de los fluidos, las temperaturas ambiente, radiación solar, calefacción, temperaturas medias de calentamiento o enfriamiento, además de los párrafos 301.3.2, 301.3.3, y 301.3.4. Del ASME B.31.3 los cuales dicen:

301.3.2 Componentes sin Aislamiento

(A) Para fluidos con temperaturas inferiores a los 65 °C (150 °F), la temperatura será tomada como la temperatura fluida a menos que la radiación solar u otros efectos den lugar a una temperatura más alta.

(B) Para las temperaturas de 65°C (150°F) y mayores, a menos que una temperatura media más baja determine el espesor calculado de la pared de la tubería por traspaso térmico, la temperatura para los componentes sin aislar no deberá ser de ninguna manera menor que los valores siguientes:

- (1) Válvulas, tubo, extremos con bridas de traslape, conexiones soldables y otros componentes con espesores similares al del tubo: 95% de la temperatura del fluido
- (2) Bridas y válvulas: 90% de la temperatura del fluido
- (3) Bridas de traslape: 85% de la temperatura del fluido
- (4) Tornillería: 80% de la temperatura del fluido

301.3.3 Tubería aislada externamente

La temperatura de diseño deberá ser la temperatura del fluido, a menos que cálculos, pruebas u otros servicios basados en la experiencia y otras mediciones, soporten el uso de otras temperaturas

Donde la tubería sea calentada o enfriada mediante trazas o enchaquetamientos, este efecto deberá ser considerado en la determinación de la temperatura de diseño.

301.3.4 Tubería aislada internamente (recubierta)

La temperatura de diseño deberá ser basada en cálculos de transferencia de calor o pruebas de traspaso térmico.

Variaciones permitidas en la presión de diseño y temperatura de diseño

Las variaciones ocasionales de la presión y/o de la temperatura pueden ocurrir en un sistema de tuberías. Tales variaciones serán consideradas en la selección de la presión del diseño y la temperatura del diseño. La presión y la temperatura coincidentes más severas determinarán las condiciones del diseño a menos que todos los criterios siguientes se resuelvan:

- A) El sistema de tuberías no tendrá ningún componente de hierro fundido o de otro metal no dúctil.
- B) Los esfuerzos de presión nominal no excederán el esfuerzo de cedencia de la tubería
- C) las tensiones longitudinales combinadas no excederán los límites establecidos en párrafos. 302.3.6.
- D) El número total de las variaciones de presión-temperatura sobre las condiciones del diseño no excederá de 1000 durante la vida del sistema de tuberías
- E) En ningún caso la presión creciente excederá la presión de la prueba usada bajo párrafos. 345 para el sistema de tubería.
- F) Variaciones remanentes por arriba de las condiciones del diseño dentro de uno de los límites siguientes para la presión de diseño:

(1) Conforme a la aprobación del propietario de la obra, es permitido exceder el grado de la presión o la tensión permisible para el diseño de la presión en la temperatura de la condición creciente no mayor que:

- (a) El 33% para no más de 10 horas en cualquier un tiempo y no más de 100 hr/año o
- (b) El 20% para no más de 50 horas y no más de 500 hr/año

Los efectos de tales variaciones serán determinados por el diseñador para asegurar la vida del servicio del sistema de tubería por los métodos aceptables al propietario.

(2) Cuando la variación sea limitada, y las últimas no más de 50 horas en cualquier momento y no más de 500 hr/año, es permitido exceder el grado de la presión o la tensión permisible para el diseño de la presión con la condición de que la temperatura se incremente por no más al 20%.

(g) Los efectos combinados de las variaciones sostenidas y cíclicas en la utilidad de todos los componentes en el sistema deberán de ser evaluados.

(h) Las variaciones de la temperatura por debajo de la temperatura mínima demostrada en el apéndice.

(i) La aplicación de las presiones que exceden los rangos de presión-temperatura de las válvulas, pueden, bajo ciertas condiciones provocar pérdidas en la eficiencia de los asientos o dificultar la operación de las mismas. La presión diferencial en el elemento de cierre de las válvulas no debe exceder el grado máximo de la presión diferencial establecido por el fabricante de la válvula. Tales aplicaciones son responsabilidad del propietario de la obra.

III.4 Corrosión y tolerancia a la corrosión.

Se entiende por corrosión la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. Las características fundamental de este fenómeno, es que sólo ocurre en presencia de un electrolito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas estas anódicas y catódicas: una reacción de oxidación es una reacción anódica, en la cual los electrones son liberados dirigiéndose a otras regiones catódicas. En la región anódica se producirá la disolución del metal (corrosión) y, consecuentemente en la región catódica la inmunidad del metal.

Los enlaces metálicos tienden a convertirse en enlaces iónicos, lo favorece que el material pueda en cierto momento transferir y recibir electrones, creando zonas catódicas y zonas anódicas en su estructura. La velocidad a que un material se corroe es lenta y continua, dependiendo del ambiente donde se encuentre.

A medida que pasa el tiempo se va creando una capa fina de material en la superficie, que van formándose inicialmente como manchas hasta que llegan a aparecer imperfecciones en la superficie del metal.

Este mecanismo indica que el metal tiende a retornar al estado primitivo o de mínima energía, siendo la corrosión por lo tanto la causante de grandes perjuicios económicos en instalaciones enterradas. Por esta razón, es necesaria la oportuna utilización de la técnica de protección catódica.

Se designa químicamente corrosión por suelos, a los procesos de degradación que son observados en estructuras enterradas. la intensidad dependerá de varios factores tales como el contenido de humedad, composición química, PH del suelo, etc. en la práctica suele utilizarse comúnmente el valor de la resistividad eléctrica del suelo como índice de su agresividad, por ejemplo un terreno muy agresivo, caracterizado por presencia de iones tales como cloruros, tendrán resistividades bajas, por la alta facilidad de transportación iónica.

La protección catódica es un método electroquímico cada vez más utilizado hoy en día, el cual aprovecha el mismo principio electroquímico de la corrosión, transportando un gran cátodo a una estructura metálica, ya sea que se encuentre enterrada o sumergida. Para este fin será necesaria la utilización de fuentes de energía externa mediante el empleo de ánodos galvánicos, que difunden la corriente suministrada por un transformador-rectificador de corriente.

El mecanismo, consecuentemente implicará una migración de electrones hacia el metal a proteger, los mismos que viajarán desde ánodos externos que estarán ubicados en sitios plenamente identificados, cumpliendo con su función.

A esta protección se debe agregar la ofrecida por los revestimientos, como por ejemplo las pinturas con la totalidad de los revestimientos utilizados en instalaciones enterradas, aéreas o sumergidas, con pinturas industriales de origen orgánico, pues el diseño mediante ánodo galvánico requiere del cálculo de algunos parámetros, que son importantes para proteger estos materiales, como son: la corriente eléctrica de protección necesaria, la resistividad eléctrica del medio electrolito, la densidad de corriente, el número de ánodos y la resistencia eléctrica que finalmente ejercen influencia en los resultados.

Tipos de corrosión

Se clasifican de acuerdo a la apariencia del metal corroído, dentro de las más comunes están:

- 1.- Corrosión uniforme: donde la corrosión química o electroquímica actúa uniformemente sobre toda la superficie del metal
- 2.- Corrosión galvánica: ocurre cuando metales diferentes se encuentran en contacto, ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes lo cual favorece la aparición de un metal como ánodo y otro como cátodo, a mayor diferencia de potencial el material con mas activo será el ánodo.
- 3.- Corrosión por picaduras: aquí se producen hoyos o agujeros por agentes químicos.
- 4.- Corrosión ínter granular: es la que se encuentra localizada en los límites de grano, esto origina pérdidas en la resistencia que desintegran los bordes de los granos.
- 5.- Corrosión por esfuerzo: se refiere a las tensiones internas luego de una deformación en frío.

Protección contra la corrosión

Dentro de las medidas utilizadas industrialmente para combatir la corrosión están las siguientes:

- 1.- materiales de gran pureza.
- 2.- presencia de elementos de adición en aleaciones, ejemplo aceros inoxidables.
- 3.- tratamientos térmicos especiales para homogeneizar soluciones sólidas, como el alivio de tensiones.
- 4.- inhibidores que se adicionan a soluciones corrosivas para disminuir sus efectos.
- 5.- recubrimiento superficial: pinturas, capas de oxido, recubrimientos metálicos
- 6.- protección catódica.

Tolerancia a la corrosión.

La tolerancia a la corrosión esta intrínsecamente relacionada con la velocidad (ritmo) de corrosión, esta depende de la relación entre el material de la tubería y la sustancia a manejar, su concentración (si es pura o diluida en agua) y la temperatura de operación, como se ve en el siguiente ejemplo:

Supóngase que se tiene una tubería de acero al carbón y que va a transportar ácido sulfhídrico (H_2S) con una concentración del 100% a una temperatura igual a 160°F, entonces de acuerdo al NACE (data survey corrosión), tenemos los siguientes resultados:

Material	Sustancia	Formula	Conc. (%)	Temp. (°F)	Ritmo de corrosión (mpy)
Acero al Carbón/Acero de baja aleación	Hydrogen Sulfide	H₂S	100	125 – 475	20-50

Corrosión Data Survey. NACE

Se puede observar que tenemos una velocidad de corrosión mayor a 20 milésimas de pulgada por año.

Si se desea que la tubería dure por lo menos 30 años, entonces la tolerancia a la corrosión para el primer caso sería:

$$Tc_1 = 0.025 \text{ (pg/año)} * 30 \text{ (años)}$$

$$Tc_1 = 0.750 \text{ pg}$$

Ahora bien, supóngase que tenemos una tubería de acero inoxidable que va a manejar el mismo fluido en las mismas condiciones:

material	Sustancia	Formula	Conc. (%)	Temp. (°F)	Ritmo de corrosión (mpy)
Acero inox. Austenítico 316L	Hydrogen Sulfide	H₂S	100	25 – 175	<2

Corrosión Data Survey. NACE

Podemos observar que el acero inoxidable tiene una velocidad de corrosión menor a 2 milésimas de pulgada por año.

Si se desea que la tubería dure por lo menos 30 años, entonces la tolerancia a la corrosión para el segundo caso sería:

$$Tc_2 = 0.002 \text{ (pg/año)} * 30 \text{ (años)}$$

$$Tc_2 = 0.06 \text{ pg.}$$

Ahora bien, dado que la tolerancia a la corrosión es un espesor adicional al espesor calculado de tubería y dado que

$$T_{C_1} \gg T_{C_2}$$

El material adecuado para el transporte de Ácido Sulfhídrico (H_2S) con una concentración de 100%, a una temperatura igual a 160 °F es el Acero al Carbón. Así mismo, Podemos deducir que para especificar el material de un ducto, ya sea dentro o fuera de límites de batería, es necesario conocer el fluido que se va a transportar, su concentración y la temperatura de operación y, entonces, hacer la mejor selección de material para su transporte, tomando en cuenta su resistencia a la corrosión y el costo del mismo, aunque para fines prácticos, es preferible dar un mayor valor de tolerancia a la corrosión que especificar un material que eleve los costos en forma extraordinaria, pero sin descuidar los principales factores de seguridad de acuerdo al siguiente orden: la seguridad del personal, de la ecología y de las instalaciones.

Capítulo IV. Elaboración de especificaciones de tuberías

Una especificación de materiales de tuberías, llamada también clase, es un documento de ingeniería básica, donde se especifica el material base del sistema de tuberías, el rango y tipo de las bridas, el código de diseño y la tolerancia a la corrosión que debe soportar el sistema.

IV.1 selección del material base

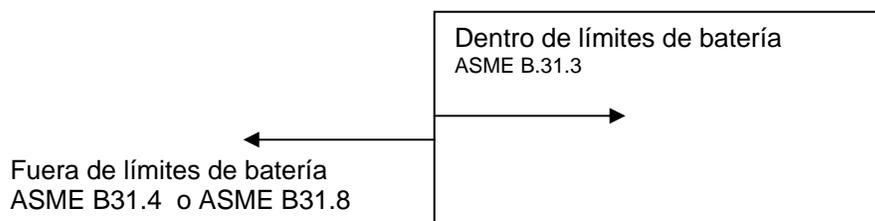
La selección del material base de un sistema de tuberías, está directamente relacionada con el tipo de fluido que va a transportar, su concentración o pureza y la temperatura de flujo. De estos parámetros dependerá si el material base es acero al carbón, acero de baja aleación, acero inoxidable, acero de otro tipo de aleaciones o materiales no metálicos.

En el capítulo anterior, se analizó la forma de determinar la tolerancia a la corrosión que tienen algunos materiales, de acuerdo al NACE, de tal forma, el material con mayor resistencia a la corrosión, será el material base de una especificación.

IV.2 Cálculo de espesores de tubería dentro de límites de batería de acuerdo a código ASME B31.3

El código ASME B31.3, establece los requerimientos para la selección de los materiales, el diseño, la fabricación, el ensamble, la erección, la inspección y prueba de componentes de tubería dentro de límites de batería.

Entiéndase por “Dentro de Límites de Batería” a los límites de una planta química, refinería, una planta de proceso, planta de bombeo, almacenamiento, industria de la transformación, etc. de acuerdo a la siguiente ilustración:

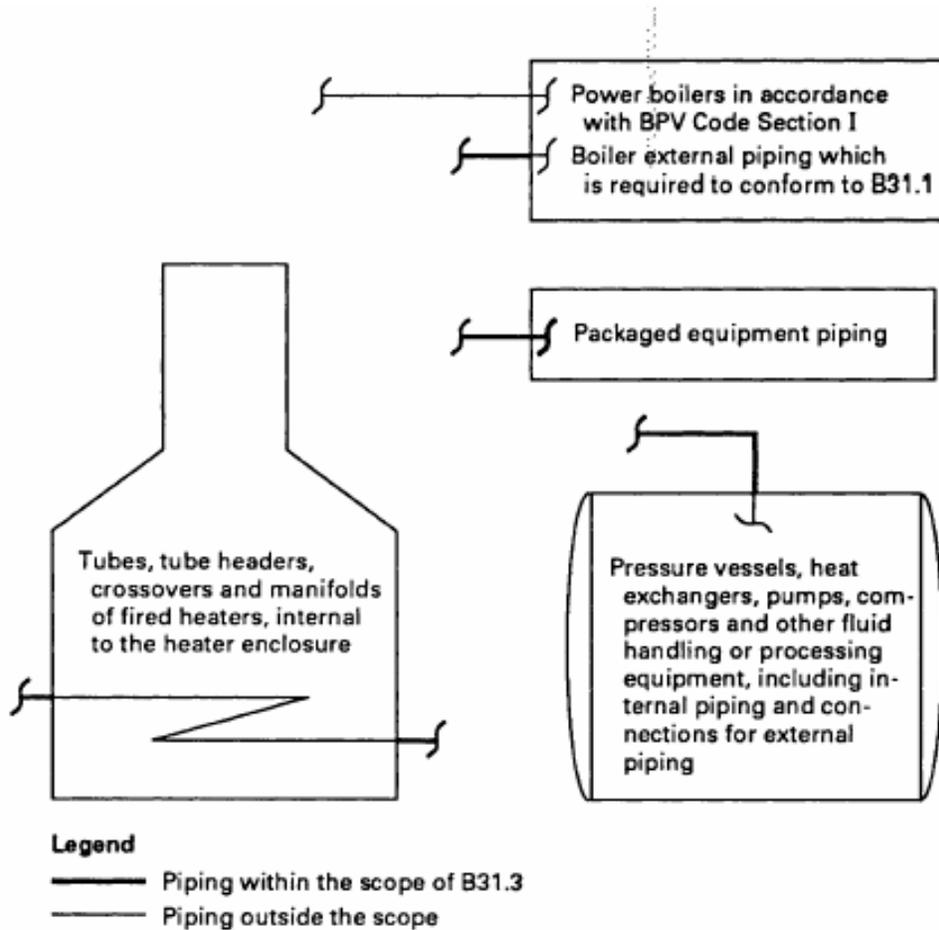


El alcance del código ASME B.31.3, aplica a tuberías para el transporte de todos los fluidos, incluyendo:

- 1.- Productos químicos
- 2.- Productos de petróleo crudo, intermedios y acabados

- 3.- Gas, vapor, aire y agua
- 4.- Sólidos fluidificados
- 5.- Refrigerantes
- 6.- Fluidos criogénicos

La siguiente figura, es un extracto del ASME B.31.3 y en el podemos ver el alcance de este código:



Cálculo de Espesores de Tubería.

El cálculo de espesor de pared de tubería por presión interna esta dado por la formula:

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)} \dots\dots\dots \text{IV.2.A}$$

El cálculo de espesor mínimo requerido esta dado por:

$$tm = \frac{t + c}{0.85} \dots\dots\dots \text{IV.2.B}$$

Donde:

t = Espesor de pared por presión interna (pulg)

P= Presión interna de diseño (lb/pulg²)

D= Diámetro exterior de la tubería (pulg)

s= Esfuerzo permisible a la tensión para metales (tabla A-1 ASME B.31.3)

e= Factor de calidad de la junta del tubo (tabla A-1A o A-1B ASME B.31.3)

y= Coeficiente por temperatura de acuerdo a la tabla 304.1.1 del ASME B.31.3 solo cuando t < D/6. (El valor de "y" puede ser interpolado para temperaturas intermedias)

Cuando t >= D/6, "Y" debe ser calculado mediante:

$$Y = \frac{d + 2c}{D + d + 2c} \quad \text{IV.2.C}$$

c= La suma de tolerancias mecánicas (roscado o profundidad de la rosca) más la tolerancia por corrosión y erosión. Para componentes roscados la profundidad de la rosca deberá ser aplicada. Para superficies maquinadas o roscadas donde no se especifique la tolerancia, esta deberá ser asumida con el valor de 0.5 mm (0.02 pg) en adición a la profundidad especificada del corte.

d= Diámetro interior de la tubería (pg)

Ejemplo. Supóngase que se desea calcular el espesor de pared de una tubería de acero al carbón ASTM A106-B de 4" de diámetro para la Clase A2A del siguiente índice de servicios:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INGENIERÍA						FECHA: 06/JUN/98	REV. 0
REQUISITOS ESPECIFICADOS DEL PROYECTO UNIDAD DE DESINTEGRACIÓN CATALITICA REFINERIA FCO. I. MADERO, CD. MADERO TAMPS.						HOJA 1 DE 1	
INDICE DE SERVICIOS						PROYECTO No. F.1329	
SERVICIO	TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACIÓN °C			PRESIÓN MAXIMA DE OPERACIÓN KG/CM2 MAN.			MATERIAL DE LA TUBERÍA
	LÍQUIDO	DOS FASES	VAPOR (GAS)	LÍQUIDO	DOS FASES	VAPOR (GAS)	
CLASE: A2A							ACERO AL CARBÓN A106-B 150 # R.F. T. C.= 0.125"
DIESEL (P)	100			3.5			
DIESEL (P)		120			3.7		
CONDENSADO (P)		55			8.6		
GAS AMARGO (P)			53			10.4	
AGUA AMARGA (AA)	52			45.7			

Entonces, las condiciones más severas de operación para esta Clase de tuberías, son:

T = 120°C **P = 45.7 KG/CM2**
=248 °F **= 650 LB/PULG2**

Por otra parte, de la tabla A1 del ASME B31.3, para tubería de acero al carbón ASTM A106-B, el esfuerzo permisible @ 248°F es: **S=20000 lb/pulg2**. Como se indica a continuación:

Table A-1 Basic Allowable Stresses in Tension for Metals¹ (Cont'd)
 Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

Material	Spec. No.	P-No. or S-No. (5)	Grade	Notes	Min. Temp., °F (6)	Specified Min. Strength, ksi		Min. Temp.			
						Tensile	Yield	to 100	200	300	
Carbon Steel											
Pipes and Tubes (2)											
...	A 53	1	B	(57)(59)	B	60	35	20.0	20.0	20.0	
... →	A 106	1	B	(57)							
...	A 333	1	6	(57)							
...	A 334										
...	A 369	1	FPB	(57)							-50
...	A 381	S-1	Y35	...							A
...	API 5L	S-1	B	(57)(59)(77)							B

Así mismo, de la tabla A-1B del ASME B31.3, la eficiencia de junta para acero al carbón ASTM A106-B es **E= 1.00**, como se indica a continuación:

Table A-1B Basic Quality Factors for Longitudinal Weld Joints in Pipes, Tubes, and Fittings E_j
 These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

Spec. No.	Class (or Type)	Description	E_j (2)	Appendix A Notes
Carbon Steel				
API 5L	...	Seamless pipe	1.00	...
	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, double butt, straight or spiral seam	0.95	...
	...	Furnace butt welded	0.60	...
A 53	Type S	Seamless pipe	1.00	...
	Type E	Electric resistance welded pipe	0.85	...
	Type F	Furnace butt welded pipe	0.60	...
A 105	...	Forgings and fittings	1.00	(9)
→ A 106	...	Seamless pipe	1.00	...

De la tabla 304.1.1 del ASME B31.3, el valor del coeficiente por temperatura para aceros ferríticos hasta una temperatura de 900°F es: **$Y=0.4$** como se demuestra a continuación.

Table 304.1.1 Values of Coefficient Y for $t < D/6$

Materials	Temperature, °C (°F)					
	≤ 482 (900 & Lower)	510 (950)	538 (1000)	566 (1050)	593 (1100)	≥ 621 (1150 & Up)
→ Ferritic steels	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Austenitic steels	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Other ductile metals	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Cast iron	0.0	...	...	...	...	...

Por último, de la tabla A1 del apéndice A, el valor del diámetro exterior de una tubería de 4" de diámetro nominal es: **$D=4.5$ in.**

Sustituyendo **P, D, S, Y, E** en la ecuación IV.2.a:

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)}$$

$$t = \frac{650 * 4.5}{2(20000 * 1.0 + 650 * 0.4)} = 0.07218657$$

Sustituyendo en la ecuación IV.2.b:

$$tm = \frac{t + tc}{0.85}$$

$$tm = \frac{0.01660086 + 0.125}{0.85} = 0.22535609$$

Que es el espesor mínimo requerido. Con este valor, entrando en la tabla A1 del apéndice A, el espesor comercial inmediato superior al espesor mínimo requerido para una tubería de 4" extremos planos es: 0.237 que equivale a cédula STD ó cédula 40, según tabla A1 del Anexo A.

Análogamente, el cálculo de espesores de tubería, para diámetros desde 1/2" hasta 18" sería:

INDICE DE SERVICIOS							ASME B31.3			CALCULO ASME B31.3		
CLASE	MATERIAL	D nom.	D real	P	Td	tc	S	E	Y	t	tm	Ced / esp
										esp.calc.	esp.min.	comercial
A2A	ASTM A106 GR. B	0.5	0.84	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.013	0.158	160
A2A	ASTM A106 GR. B	0.75	1.05	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.016	0.162	160
A2A	ASTM A106 GR. B	1	1.315	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.021	0.166	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	1.5	1.9	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.030	0.177	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	2	2.375	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.038	0.186	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	2.5	2.875	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.046	0.195	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	3	3.5	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.056	0.207	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	4	4.5	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.072	0.225	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	6	6.625	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.106	0.264	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	8	8.625	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.138	0.300	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	10	10.75	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.172	0.339	0.344
A2A	ASTM A106 GR. B	12	12.75	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.204	0.376	0.406
A2A	ASTM A106 GR. B	14	14	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.224	0.399	0.406
A2A	ASTM A106 GR. B	16	16	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.256	0.436	0.438
A2A	ASTM A106 GR. B	18	18	650	248	0.125	20000	1	0.4	0.288	0.472	0.500

Nota: El espesor comercial seleccionado menos el 12.5% de tolerancia de fabricación debe ser superior al espesor mínimo requerido (tm) de tal forma que se cumpla la siguiente desigualdad: $t_{com} - 0.125 * t_{com} > t_{min}$. Si esto no se cumple, se selecciona el espesor comercial inmediato superior hasta que la desigualdad se cumpla.

IV.3 Cálculo de espesores de oleoductos fuera de límites de batería de acuerdo al código ASME B31.4

El ASME B.31.4 cubre un amplio rango de servicios, desde instalaciones de producción primaria de hidrocarburos en fase líquida o en fase bifásica hasta los productos derivados de la refinación de los mismos, condensados, amoníaco, alcoholes, etc. En general, se aplica para sistemas de transporte de líquidos fuera de límites de batería, de acuerdo a las figuras 400.1.1 y 400.1.2 las cuáles son un extracto del propio código. Las tablas 402.3.1(a), 402,4,3 y 423.1 presentadas en este capítulo son un extracto del ASME B31.4.

El espesor de pared nominal de tubería recta de acero deberá ser igual o mayor a t_n dado en la siguiente ecuación:

$$t_n = t + A \dots\dots\dots (IV.3.A)$$

El espesor de pared por presión interna esta dado por la ecuación:

$$t = \frac{PiD}{2S} \text{ (pg)} \dots\dots\dots (IV.3.B)$$

$$t_n = \frac{PiD}{20S} \text{ (Mm)} \dots\dots\dots (IV.3.C)$$

Donde: t_n = Espesor nominal que satisfaga los requerimientos de presión

t = Espesor de pared calculado (pg) o (mm) según (IV.3.b) o (IV.3.c) respectivamente

A = Suma de tolerancias por roscado o corrosión. Cuando la tubería esta protegida contra corrosión, no aplica esta tolerancia, de acuerdo al capítulo VIII de ASME B.31.4 (pg) o (mm) según (IV.3.b) o (IV.3.c) respectivamente.

P_i = Presión interna (lb/pulg²) o (bar) según (IV.3.b) o (IV.3.c) respectivamente

D = Diámetro exterior de la tubería (pg) o (mm) según (IV.3.b) o (iv.3.c) respectivamente

S = Esfuerzo permisible a la tensión (lb/pulg²) o (mpa) según (IV.3.b) o (IV.3.c) respectivamente de acuerdo a las siguientes condiciones:

a). Para tubería nueva de acero, de una especificación conocida:

$$S = 0.72 \times E \times S_{\text{especifico}} \quad (\text{lb/pulg}^2) \text{ o } (\text{mpa})$$

Donde: **0.72**= Factor de diseño basado en el espesor de pared nominal. considerando la tolerancia del bajo espesor y la profundidad máxima permitida de las imperfecciones proporcionadas para las especificaciones aprobado por el código.

E = Factor de junta (tabla 402.4.3 del ASME B31.4)

S_{especifico}= Esfuerzo permisible (tabla 402.3.1a del ASME B31.4)

b). Para tubería usada de acero, de una especificación conocida:

Las especificaciones de material deben ser las indicadas en la tabla 423.1 del ASME B.31.4

Ejemplo. Supóngase que se desea calcular el espesor de una tubería **nueva** de acero al carbón ASTM A106 gr. B de 4" de diámetro bajo las mismas condiciones del ejemplo anterior:

Clase: A2A

Material de la tubería: ASTM A106-B (Tubería de acero al carbón para alta temperatura según tabla 423.1 de ASME B.31.4)

Diámetro nominal de la tubería: 4"; d = 4.5

Presión máxima de operación: Pi = 650 lb/pulg²

Temperatura máxima de operación: T = 248°f

Tolerancia a la corrosión: tc= 0.125"

Solución: según la formula (IV.3.b), tenemos que

$$S = 0.72 \times E \times S_{\text{especifico}} \quad (\text{lb/pulg}^2)$$
$$S = (0.72) (1.0) (25200) = 18144 \text{ LB/PULG}^2$$

Ya que:

De la tabla (402.3.1a) para ASTM A106-B @ 248°F: S_(especifico) = 25 200 lb/pulg²

De la tabla (402.4.3) para ASTM A106-B: E= 1

Sustituyendo en ecuación (IV.3.b):

$$t = \frac{650 * 4.5}{2 * 18144} = 0.080605 \text{ in}$$

Sustituyendo en ecuación (IV.3.a):

$$tn = 0.080605 + 0.125 = 0.205605$$

Que es el espesor de pared nominal mínimo requerido para el transporte de los fluidos en fase líquida fuera de límites de batería (campo-travesía). Al igual que el ASME B.31.3, se puede aplicar también el criterio de especificar el espesor comercial inmediato superior: $t = 0.237 \text{ pg}$ que equivale a cedula estándar o cedula 40.

Análogamente, el cálculo de espesor de tubería para diámetros desde 1/2" hasta 18" sería:

INDICE DE SERVICIOS							ASME B31.4			CALCULO ASME B31.4		
CLASE	MATERIAL	D nom	D real	P	Td	A	S	E	S	t	tn	Ced / esp
							Especifico		Permisible			comercial
A2A	ASTM A106 GR. B	0.5	0.84	650	118	0.125	25200	1	18144	0.015	0.140	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	0.75	1.05	650	118	0.125	25200	1	18144	0.019	0.144	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	1	1.315	650	118	0.125	25200	1	18144	0.024	0.149	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	1.5	1.9	650	118	0.125	25200	1	18144	0.034	0.159	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	2	2.375	650	118	0.125	25200	1	18144	0.043	0.168	XS
A2A	ASTM A106 GR. B	2.5	2.875	650	118	0.125	25200	1	18144	0.051	0.176	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	3	3.5	650	118	0.125	25200	1	18144	0.063	0.188	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	4	4.5	650	118	0.125	25200	1	18144	0.081	0.206	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	6	6.625	650	118	0.125	25200	1	18144	0.119	0.244	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	8	8.625	650	118	0.125	25200	1	18144	0.154	0.279	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	10	10.75	650	118	0.125	25200	1	18144	0.193	0.318	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	12	12.75	650	118	0.125	25200	1	18144	0.228	0.353	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	14	14	650	118	0.125	25200	1	18144	0.251	0.376	STD
A2A	ASTM A106 GR. B	16	16	650	118	0.125	25200	1	18144	0.287	0.412	40
A2A	ASTM A106 GR. B	18	18	650	118	0.125	25200	1	18144	0.322	0.447	40

Nota: El espesor comercial seleccionado menos el 12.5% de tolerancia de fabricación debe ser superior al espesor mínimo requerido (tn) de tal forma que se cumpla la siguiente desigualdad: $t_{com} - 0.125 * t_{com} > t_n$. Si esto no se cumple, se selecciona el espesor comercial inmediato superior hasta que la desigualdad se cumpla.

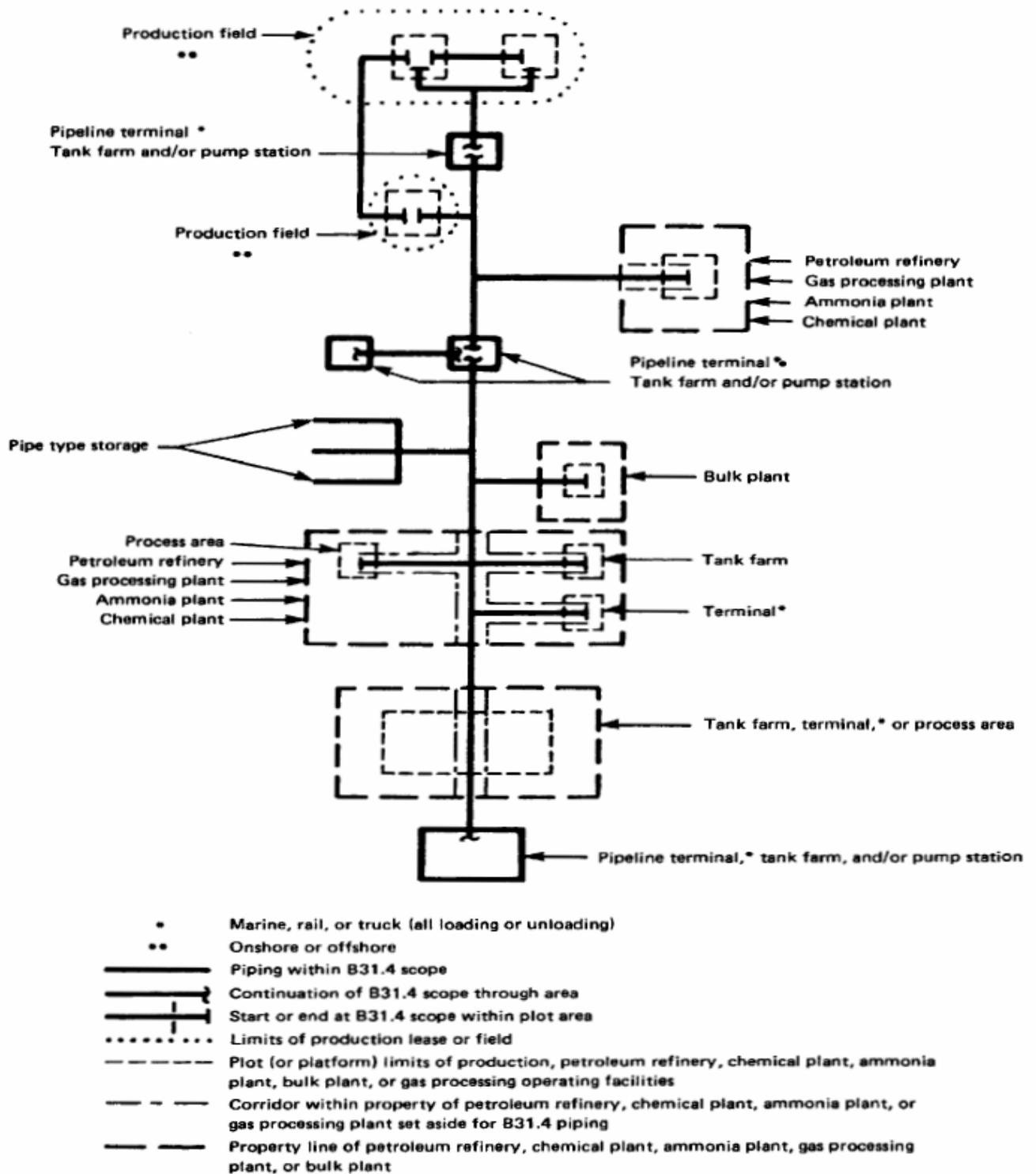
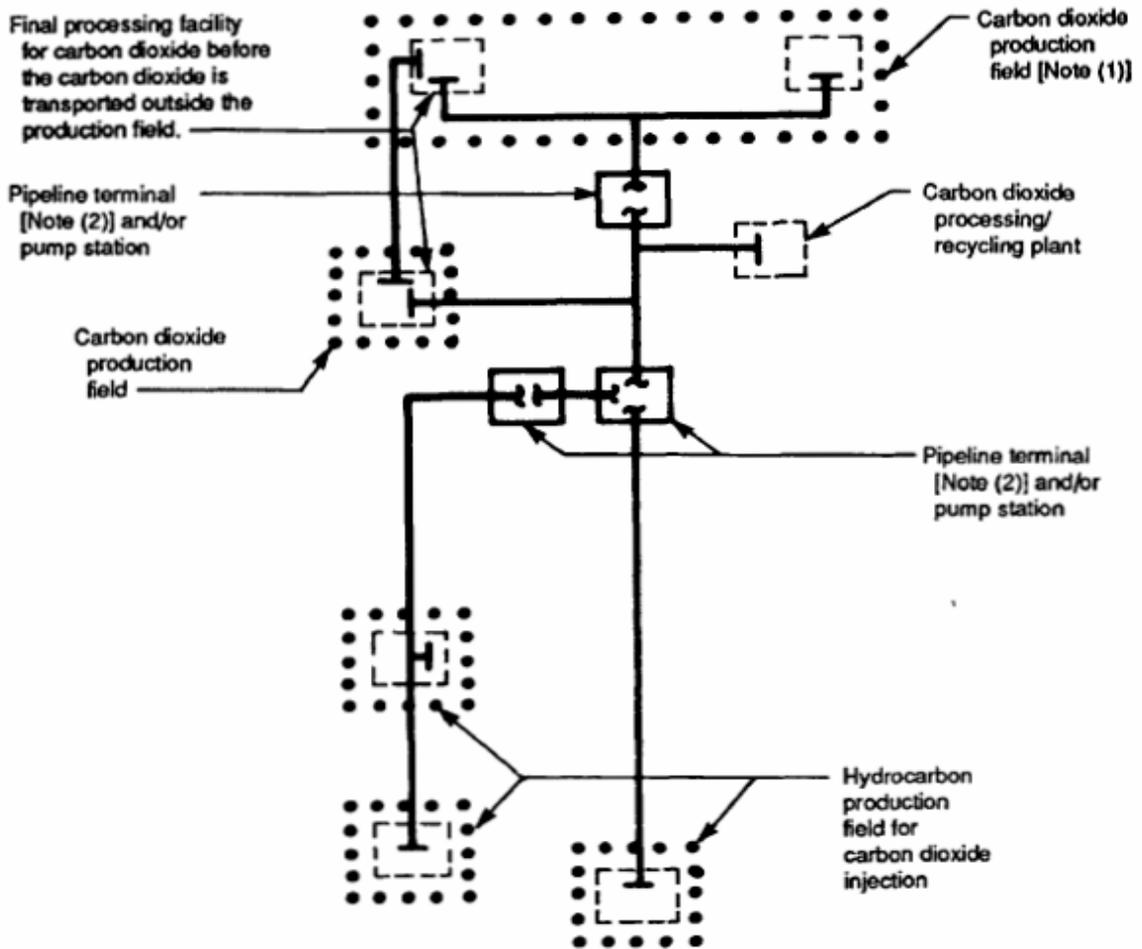


FIG. 400.1.1 DIAGRAM SHOWING SCOPE OF ASME B31.4 EXCLUDING CARBON DIOXIDE PIPELINE SYSTEMS (SEE FIG. 400.1.2)



NOTES:

- (1) Onshore or offshore.
- (2) Marine, rail, or truck (all loading or unloading).

FIG. 400.1.2 DIAGRAM SHOWING SCOPE OF ASME B31.4 FOR CARBON DIOXIDE PIPELINE SYSTEMS

TABLE 402.3.1(a)
TABULATION OF EXAMPLES OF ALLOWABLE STRESSES FOR REFERENCE USE IN PIPING
SYSTEMS WITHIN THE SCOPE OF THIS CODE

Specification	Grade	Specified Min. Yield Strength, psi (MPa)	Weld Joint Factor <i>E</i>	Allowable Stress Value <i>S</i> , -20°F to 250°F (-30°C to 120°C), psi (MPa)
Seamless				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5LU	U80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
API 5LU	U100	100,000 (689)	1.00	72,000 (496)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (278)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
ASTM A 106	C	40,000 (278)	1.00	28,800 (199)
ASTM A 333	6	35,000 (241)	1.00	25,000 (174)
ASTM A 524	I	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 524	H	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
Furnace Butt Welded, Continuous Welded				
ASTM A 53	...	25,000 (172)	0.60	10,800 (74)
API 5L Classes I and II	A25	25,000 (172)	0.60	10,800 (74)
Electric Resistance Welded and Electric Flash Welded				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 135	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 135	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (279)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (297)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5LU	U80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
API 5LU	U100	100,000 (689)	1.00	72,000 (496)
ASTM A 333	6	35,000 (241)	1.00	25,000 (174)

TABLE 402.3.1(a) (CONT'D)
TABULATION OF EXAMPLES OF ALLOWABLE STRESSES FOR REFERENCE USE IN PIPING
SYSTEMS WITHIN THE SCOPE OF THIS CODE

Specification	Grade	Specified Min. Yield Strength, psi (MPa)	Weld Joint Factor <i>E</i>	Allowable Stress Value <i>S</i> , -20°F to 250°F (-30°C to 120°C), psi (MPa)
Electric Fusion Welded				
ASTM A 134	...	...	0.80	...
ASTM A 139	A	30,000 (207)	0.80	17,300 (119)
ASTM A 139	B	35,000 (241)	0.80	20,150 (139)
ASTM A 671	...	Note (1)	1.00 [Notes (2), (3)]	...
ASTM A 671	...	Note (1)	0.70 [Note (4)]	...
ASTM A 672	...	Note (1)	1.00 [Notes (2), (3)]	...
ASTM A 672	...	Note (1)	0.80 [Note (4)]	...
Submerged Arc Welded				
API 5L	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (278)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5LU	U80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
API 5LU	U100	100,000 (689)	1.00	72,000 (496)
ASTM A 381	Y35	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 381	Y42	42,000 (290)	1.00	30,250 (209)
ASTM A 381	Y46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
ASTM A 381	Y48	48,000 (331)	1.00	34,550 (238)
ASTM A 381	Y50	50,000 (345)	1.00	36,000 (248)
ASTM A 381	Y52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
ASTM A 381	Y60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
ASTM A 381	Y65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)

GENERAL NOTES:

- (a) Allowable stress values *S* shown in this Table are equal to $0.72E$ (weld joint factor) \times specified minimum yield strength of the pipe.
 (b) Allowable stress values shown are for new pipe of known specification. Allowable stress values for new pipe of unknown specification, ASTM A 120 specification, or used (reclaimed) pipe shall be determined in accordance with para. 402.3.1.
 (c) For some Code computations, particularly with regard to branch connections [see para. 404.3.1(d)(3)] and expansion, flexibility, structural attachments, supports, and restraints (Chapter II, Part 5), the weld joint factor *E* need not be considered.
 (d) For specified minimum yield strength of other grades in approved specifications, refer to that particular specification.
 (e) Allowable stress value for cold worked pipe subsequently heated to 600°F (300°C) or higher (welding excepted) shall be 75% of the value listed in Table.
 (f) Definitions for the various types of pipe are given in para. 400.2.
 (g) Metric stress levels are given in MPa (1 megapascal = 1 million pascals).

NOTES:

- (1) See applicable plate specification for yield point and refer to para. 402.3.1 for calculation of *S*.
 (2) Factor applies for Classes 12, 22, 32, 42, and 52 only.
 (3) Radiography must be performed after heat treatment.
 (4) Factor applies for Classes 13, 23, 33, 43, and 53 only.

**TABLE 402.4.3
WELD JOINT FACTOR E**

Specification No.	Pipe Type [Note (1)]	Weld Joint Factor E
ASTM A 53	Seamless	1.00
	Electric resistance welded	1.00
	Furnace butt welded	0.60
ASTM A 106	Seamless	1.00
ASTM A 134	Electric fusion (arc) welded	0.80
ASTM A 135	Electric resistance welded	1.00
ASTM A 139	Electric fusion (arc) welded	0.80
ASTM A 333	Seamless	1.00
	Electric resistance weld	1.00
ASTM A 381	Double submerged arc welded	1.00
ASTM A 671	Electric fusion welded	1.00 [Notes (2), (3)]
		0.80 [Note (4)]
ASTM A 672	Electric fusion welded	1.00 [Notes (2), (3)]
		0.80 [Note (4)]
API 5L	Seamless	1.00
	Electric resistance welded	1.00
	Electric induction welded	1.00
	Submerged arc welded	1.00
	Furnace butt welded, continuous welded	0.60
API 5LU	Seamless	1.00
	Electric resistance welded	1.00
	Electric induction welded	1.00
	Submerged arc welded	1.00
Known	Known	Note (5)
Unknown	Seamless	1.00 [Note (6)]
Unknown	Electric resistance welded	1.00 [Note (6)]
Unknown	Electric fusion welded	0.80 [Note (6)]
Unknown	Over NPS 4	0.80 [Note (7)]
Unknown	NPS 4 and smaller	0.60 [Note (8)]

NOTES:

- (1) Definitions for the various pipe types (weld joints) are given in para. 400.2.
- (2) Factor applies for Classes 12, 22, 32, 42, and 52 only.
- (3) Radiography must be performed after heat treatment.
- (4) Factor applies for Classes 13, 23, 33, 43, and 53 only.
- (5) Factors shown above apply for new or used (reclaimed) pipe if pipe specification and pipe type are known.
- (6) Factor applies for new or used pipe of unknown specification and ASTM A 120 if type of weld joint is known.
- (7) Factor applies for new or used pipe of unknown specification and ASTM A 120 or for pipe over NPS 4 if type of joint is unknown.
- (8) Factor applies for new or used pipe of unknown specification and ASTM A 120 or for pipe NPS 4 and smaller if type of joint is unknown.

TABLE 423.1
MATERIAL STANDARDS

Standard or Specification	Designation
Pipe	
Pipe, Steel, Black & Hot-Dipped, Zinc-Coated Welded & Seamless	ASTM A 53
Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service	ASTM A 106
Pipe, Steel, Electric-Fusion (Arc)-Welded (Sizes NPS 16 and Over)	ASTM A 134
Electric-Resistance-Welded Steel Pipe	ASTM A 135
Electric-Fusion (Arc)-Welded Steel Pipe (NPS 4 and Over)	ASTM A 139
Seamless and Welded Steel Pipe for Low Temperature Service	ASTM A 333
Metal-Arc-Welded Steel Pipe for Use with High-Pressure Transmission Systems	ASTM A 381
Seamless Carbon Steel Pipe for Atmospheric and Lower Temperatures	ASTM A 524
General Requirements for Specialized Carbon and Alloy Steel Pipe	ASTM A 530
Electric-Fusion-Welded Steel Pipe for Atmospheric and Lower Temperatures	ASTM A 671
Electric-Fusion-Welded Steel Pipe for High-Pressure Service at Moderate Temperatures	ASTM A 672
Line Pipe	API 5L
Ultra-High Test Heat Treated Line Pipe	API 5LU
Fittings, Valves, and Flanges	
Pipe Flanges and Flanged Fittings	ASME B16.5
Forgings, Carbon Steel, for Piping Components	ASTM A 105
Gray Iron Castings for Valves, Flanges, and Pipe Fittings	ASTM A 126
Forgings, Carbon Steel, for General-Purpose Piping	ASTM A 181
Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service	ASTM A 182
Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High Temperature Service	ASTM A 216
Steel Castings, Martensitic Stainless and Alloy, for Pressure Containing Parts, Suitable for High-Temperature Service	ASTM A 217
Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and Elevated Temperatures	ASTM A 234
Forgings, Carbon and Low-Alloy Steel, Requiring Notch Toughness Testing for Piping Components	ASTM A 350
Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures	ASTM A 395
Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Low Temperature Service [Note (1)]	ASTM A 420
Steel Castings Suitable for Pressure Service	ASTM A 487
Forgings, Carbon and Alloy Steel, for Pipe Flanges, Fittings, Valves, and Parts for High-Pressure Transmission Service	ASTM A 694
Wellhead Equipment	API 6A
Pipeline Valves, End Closures, Connectors and Swivels	API 6D
Steel Gate Valves, Flanged and Butt-welding Ends	API 600
Compact Carbon Steel Gate Valves	API 602
Class 150, Corrosion Resistant Gate Valves	API 603
Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components	MSS SP-55
Specification For High Test Wrought Welding Fittings	MSS SP-75

IV.4 Cálculo de espesores de gasoductos fuera de límites de batería de acuerdo al código ASME B31.8

Este código aplica para los sistemas de tuberías para el transporte y distribución de gas, incluyendo estaciones de compresión, medición y regulación. Este código tiene sus limitantes, **no** aplica en siguientes casos:

- (a) Diseño y manufactura de recipientes cerrados a presión.
- (b) Tuberías metálicas expuestas a temperaturas mayores a 450°F o por debajo de los -20°F
- (c) Instalación de tubería fuera del alcance de las mediciones del cliente.
- (d) Instalación de tubería en refinerías de petróleo o plantas de la extracción de gasolina natural, en plantas de tratamiento de gas con excepción de la tubería principal de la corriente del gas en la deshidratación, y todas las demás plantas de proceso instaladas como parte de un sistema de transmisión del gas, instalaciones fabriles de gas, plantas industriales, o minas.
- (e) Tuberías de venteos para gases amargos a ser operadas substancialmente a presiones atmosféricas.
- (f) Ensamblajes en la cabeza de pozo, incluyendo válvulas de control, líneas de flujo entre la cabeza del pozo y separador tubería costa afuera, casing y tubing en pozos de gas o de petróleo.
- (g) Diseño y manufactura de equipos, aparatos e instrumentos.
- (h) Diseño y manufactura de intercambiadores de calor.
- (i) Sistemas de transporte de hidrocarburos líquidos.
- (j) Transporte de líquidos con sólidos en suspensión.
- (k) Transporte de dióxido de carbono.
- (l) Transporte de gas natural licuado.

El cálculo de espesor de tuberías por este método, implica conocer los sitios por donde ha de cruzar el ducto, a continuación se describe la clasificación de localizaciones y sus divisiones de acuerdo al código ASME B31.8,

A. Localización clase 1. Una localización clase 1 es aquella donde existan 10 o menos construcciones previstas para ocupación humana. Se intenta reflejar esta localización a áreas tales como desiertos, montañas, pastizales, tierras de labrado y áreas de escasa población.

1.- Clase 1, división 1. Esta división es una localización clase 1, cuando el factor de diseño de la tubería es mayor a 0.72 pero menor o igual a 0.80 y ha sido hidrostáticamente probada a 1.25 veces la presión máxima de operación.

2.- Clase 1, división 2. Esta división es una localización clase 2, cuando el factor de diseño es menor o igual a 0.72 y ha sido hidrostáticamente probada a 1.1 veces la presión máxima de operación.

B. Localización clase 2. Una localización clase 2 es aquella donde existan más de 10 pero menos de 46 construcciones previstas para ocupación humana. una localización clase 2 intenta reflejarse en áreas de población intermedia entre la localización clase 1 y la localización clase 3, tales como franjas alrededor de las ciudades, pueblos, áreas industriales, ranchos, etc.

C. Localización clase 3. Una localización clase 3 es aquella donde existan mas de 46 construcciones previstas para ocupación humana, excepto cuando una localización clase 4 prevalece. Una localización clase 3 intenta reflejarse en áreas tales como desarrollos suburbanos, centros comerciales, áreas residenciales, áreas industriales y otras áreas populares que no coincidan con los requerimientos de una localización clase 4.

D. Localización clase 4. Incluye áreas donde prevalecen edificaciones multi funcionales, donde el tráfico es muy denso y donde pueda haber otras numerosas utilidades subterráneas. Edificios multifuncionales los que tienen cuatro o más pisos sobre la tierra incluyendo la planta baja y los sótanos.

Consideraciones adicionales para concentraciones de personas en localización clase 1 o 2.

(a) Además de los criterios contenidos anteriormente, consideraciones adicionales se deben dar a las consecuencias posibles de una falla cerca de áreas donde existan, por ejemplo, iglesias, escuela, unidades de múltiple vivienda, hospitales, o centros de recreación.

(b) Las tuberías cerca de plazas públicas o de concentraciones de la gente, tales como iglesias, escuelas, edificios múltiples de unidad de vivienda, hospitales, o centros de recreación se diseñaran con los requisitos para la clase 3 de localización.

(c) concentraciones de personas referidos a los incisos a y b anteriores no intentan incluir grupos menores a 20 personas por milla de localización, pero se piensa cubrir personas tanto en áreas externas como en edificios.

Cálculo de espesor de pared.

Las tablas: D1, 841.114a, 841.114b, 841.115a y 841.116a son un extracto del ASBE B31.8 y serán empleadas para el cálculo de espesor de tuberías. El cálculo de espesor de pared, esta dado por la siguiente fórmula

$$t = \frac{PD}{2SFET} \dots\dots\dots (IV.4.a)$$

En tanto que el espesor mínimo requerido para que cumpla con las tolerancias mecánicas está dado por:

$$t_{min} = t + A \dots\dots\dots (IV.4.b)$$

Donde: **t** = Espesor de pared calculado (pulg)

P = Presión de diseño (LB/PULG²)

D = Diámetro exterior de la tubería (pulg)

S = Esfuerzo permisible a la tensión (lb/pulg²) de acuerdo al anexo D del ASME B.31.8

F = Factor de diseño obtenido de la tabla 841.114a y 841.114b del ASME B.31.8

E = Factor de eficiencia de junta de la tubería de la tabla 841.115a del ASME B.31.8

T = Factor por temperatura de la tabla 841.116a del ASME B.31.8

t_{min} = Espesor mínimo que satisfaga los requerimientos de presión interna y tolerancias mecánicas. (pulg)

A = suma de tolerancias por roscado o corrosión. (pulg)

APPENDIX D

SPECIFIED MINIMUM YIELD STRENGTH FOR STEEL PIPE COMMONLY USED IN PIPING SYSTEMS¹

Table D1
Specified Minimum Yield Strength for Steel Pipe
Commonly Used in Piping Systems

Spec. No.	Grade	Type [Note (1)]	SMYS, psi
API 5L [Note (2)]	A25	BW, ERW, S	25,000
API 5L [Note (2)]	A	ERW, S, DSA	30,000
API 5L [Note (2)]	B	ERW, S, DSA	35,000
API 5L [Note (2)]	×42	ERW, S, DSA	42,000
API 5L [Note (2)]	×46	ERW, S, DSA	46,000
API 5L [Note (2)]	×52	ERW, S, DSA	52,000
API 5L [Note (2)]	×56	ERW, S, DSA	56,000
API 5L [Note (2)]	×60	ERW, S, DSA	60,000
API 5L [Note (2)]	×65	ERW, S, DSA	65,000
API 5L [Note (2)]	×70	ERW, S, DSA	70,000
API 5L [Note (2)]	×80	ERW, S, DSA	80,000
ASTM A 53	Type F	BW	25,000
ASTM A 53	A	ERW, S	30,000
ASTM A 53	B	ERW, S	35,000
ASTM A 106	A	S	30,000
ASTM A 106	B	S	35,000
ASTM A 106	C	S	40,000
ASTM A 134	...	EPW	[Note (3)]
ASTM A 135	A	ERW	30,000
ASTM A 135	B	ERW	35,000
ASTM A 139	A	EPW	30,000
ASTM A 139	B	EPW	35,000
ASTM A 139	C	EPW	42,000
ASTM A 139	D	EPW	46,000
ASTM A 139	E	EPW	52,000
ASTM A 333	1	S, ERW	30,000
ASTM A 333	3	S, ERW	35,000
ASTM A 333	4	S	35,000
ASTM A 333	6	S, ERW	35,000
ASTM A 333	7	S, ERW	35,000
ASTM A 333	8	S, ERW	75,000
ASTM A 333	9	S, ERW	46,000

**Table D1
Specified Minimum Yield Strength for Steel Pipe
Commonly Used in Piping Systems (Cont'd)**

Spec. No.	Grade	Type [Note (1)]	SMYS, psi
ASTM A 381	Class Y-35	DSA	35,000
ASTM A 381	Class Y-42	DSA	42,000
ASTM A 381	Class Y-46	DSA	46,000
ASTM A 381	Class Y-48	DSA	48,000
ASTM A 381	Class Y-50	DSA	50,000
ASTM A 381	Class Y-52	DSA	52,000
ASTM A 381	Class Y-56	DSA	56,000
ASTM A 381	Class Y-60	DSA	60,000
ASTM A 381	Class Y-65	DSA	65,000

GENERAL NOTE: This table is not complete. For the minimum specified yield strength of other grades and grades in other approved specifications, refer to the particular specification.

NOTES:

- (1) Abbreviations: BW = furnace butt welded; DSA = double submerged-arc welded; EFW = electric fusion welded; ERW = electric resistance welded; FW = flash welded; S = seamless.
- (2) Intermediate grades are available in API 5L.
- (3) See applicable plate specification for SMYS.

Long-Term Hydrostatic Strength Values for Thermoplastic Pipes Covered by ASTM D 2513. The values apply only to materials and pipes meeting all the requirements of the basic materials and ASTM D 2513. They are based on engineering test data obtained in accordance with ASTM D 1599 and analyzed in accordance with ASTM D 2837. A list of commercial compounds meeting these requirements is published yearly by the Plastics Pipe Institute.

Plastic Pipe Material Designation (D 2513)	Long-Term Hydrostatic Strength at 73°F, psi
PB 2110	2,000
PE 2406	1,250
PE 3408	1,600
PVC 1120	4,000
PVC 1220	4,000
PVC 2110	2,000
PVC 2116	3,150

Long-Term Hydrostatic Strength for Reinforced Thermosetting Pipes Covered by ASTM D 2517 is 11,000 psi. The values apply only to materials and pipes meeting all the requirements of the basic materials and ASTM D 2517. They are based on engineering test data obtained in accordance with ASTM D 1599 and analyzed in accordance with ASTM D 2837.

Table 841.114A Basic Design Factor, *F*

Location Class	Design Factor, <i>F</i>
Location Class 1, Division 1	0.80
Location Class 1, Division 2	0.72
Location Class 2	0.60
Location Class 3	0.50
Location Class 4	0.40

841.114–841.124

ASME B31.8-2003

Table 841.114B Design Factors for Steel Pipe Construction

Facility	Location Class				
	1		2	3	4
	Div. 1	Div. 2			
Pipelines, mains, and service lines [see para. 840.21(b)]	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
Crossings of roads, railroads without casing:					
(a) Private roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Unimproved public roads	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
(c) Roads, highways, or public streets, with hard surface and railroads	0.60	0.60	0.50	0.50	0.40
Crossings of roads, railroads with casing:					
(a) Private roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Unimproved public roads	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
(c) Roads, highways, or public streets, with hard surface and railroads	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
Parallel encroachment of pipelines and mains on roads and railroads:					
(a) Private roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Unimproved public roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(c) Roads, highways, or public streets, with hard surface and railroads	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Fabricated assemblies (see para. 841.121)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Pipelines on bridges (see para. 841.122)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Pressure/Flow Control and Metering Facilities (see para. 841.123)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Compressor station piping	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40
Near concentration of people in Location Classes 1 and 2 [see para. 840.3(b)]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40

Table 841.115A Longitudinal Joint Factor, E

Spec. No.	Pipe Class	E Factor
ASTM A 53	Seamless	1.00
	Electric Resistance Welded	1.00
	Furnace Butt Welded: Continuous Weld	0.60
ASTM A 106	Seamless	1.00
ASTM A 134	Electric Fusion Arc Welded	0.80
ASTM A 135	Electric Resistance Welded	1.00
ASTM A 139	Electric Fusion Welded	0.80
ASTM A 211	Spiral Welded Steel Pipe	0.80
ASTM A 333	Seamless	1.00
	Electric Resistance Welded	1.00
ASTM A 381	Double Submerged-Arc-Welded	1.00
ASTM A 671	Electric Fusion Welded	
	Classes 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Classes 12, 22, 32, 42, 52	1.00
ASTM A 672	Electric Fusion Welded	
	Classes 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Classes 12, 22, 32, 42, 52	1.00
API 5L	Seamless	1.00
	Electric Resistance Welded	1.00
	Electric Flash Welded	1.00
	Submerged Arc Welded	1.00
	Furnace Butt Welded	0.60

GENERAL NOTE: Definitions for the various classes of welded pipe are given in para. 804.243.

Table 841.116A Temperature Derating Factor, T , for Steel Pipe

Temperature, °F	Temperature Derating Factor, T
250 or less	1.000
300	0.967
350	0.933
400	0.900
450	0.867

GENERAL NOTE: For intermediate temperatures, interpolate for derating factor.

Ejemplo. Supóngase que se desea calcular el espesor de una tubería *nueva* de acero al carbón ASTM A106 Gr. B de 4" de diámetro bajo las mismas condiciones del ejemplo anterior y que ha de cruzar por una ciudad:

Clase: A2A

Material de la tubería: ASTM A106-B

Diámetro nominal de la tubería: 4"; D=4.5"

Presión máxima de operación: $P_i = 650 \text{ lb/pulg}^2$

Temperatura máxima de operación: $T = 248^\circ\text{F}$

Tolerancia a la corrosión: $t_c = 0.125''$

Solución:

De la tabla (D1) para ASTM A106-B: $S = 35\,000 \text{ lb/pulg}^2$

De acuerdo a la clasificación de localizaciones este diseño correspondería a una localización clase 4, por cruzar por una ciudad.

De la tabla (841.114a) $F = 0.4$

De la tabla (841.115a) para ASTM A106-B: $E = 1.000$

De la tabla (841.116a) y para una temperatura de 248°F : $T = 1.000$

Sustituyendo estos valores en la formula (IV.4.a) obtenemos el espesor calculado:

$$t = \frac{650 * 4.5}{2 * 35000 * 0.4 * 1.00 * 1.00}$$

$$t = 0.1044 \text{ pg}$$

Por (IV.4.b) obtenemos el espesor mínimo requerido:

$$t_{\text{min}} = 0.1044 + 0.125$$

$$t_{\text{min}} = 0.2294$$

El espesor comercial inmediato superior es:

$$t_{com} = 0.237$$

Pero el espesor comercial a aplicar debe cumplir con la siguiente desigualdad, la cual nos protege de variaciones en la fabricación del tubo:

$$t_{com} - (0.125 * t_{com}) > t_{min}$$

$$0.237 - (0.125 * 0.237) > 0.2294$$

$$0.207 < 0.2294$$

Como la desigualdad no se cumple, entonces elegimos el siguiente espesor comercial:

$$t_{com} = 0.337$$

El cual si cumple con la desigualdad.

Análogamente, para diámetros de 1/2" hasta 18" tendríamos:

INDICE DE SERVICIOS							ASME B31.8				CALCULO ASTM B31.8			
CLASE	MATERIAL	D nom.	D real	P	T	tc	S	E	F	T	t calc.	t min.	t com.	tcom-(0.125*tcom) > tmin
A2A	A106-B	0.50	0.840	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.020	0.145	0.188	0.165
A2A	A106-B	0.75	1.050	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.024	0.149	0.219	0.192
A2A	A106-B	1.00	1.315	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.031	0.156	0.179	0.157
A2A	A106-B	1.50	1.900	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.044	0.169	0.200	0.175
A2A	A106-B	2.00	2.375	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.055	0.180	0.218	0.191
A2A	A106-B	2.50	2.875	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.067	0.192	0.276	0.242
A2A	A106-B	3.00	3.500	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.081	0.206	0.300	0.263
A2A	A106-B	4.00	4.500	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.104	0.229	0.337	0.295
A2A	A106-B	6.00	6.625	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.154	0.279	0.432	0.378
A2A	A106-B	8.00	8.625	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.200	0.325	0.406	0.355
A2A	A106-B	10.00	10.750	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.250	0.375	0.500	0.438
A2A	A106-B	12.00	12.750	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.296	0.421	0.562	0.492
A2A	A106-B	14.00	14.000	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.325	0.450	0.594	0.520
A2A	A106-B	16.00	16.000	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.371	0.496	0.656	0.574
A2A	A106-B	18.00	18.000	650	248	0.125	35000	1	0.4	1	0.418	0.543	0.750	0.656

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La Selección y diseño de materiales, así como la determinación de la vida útil de las instalaciones para el transporte, manejo y conducción de fluidos de producción primaria de hidrocarburos, de proceso y de servicios, requieren del conocimiento de diversas normas, tanto nacionales como internacionales de las cuales se mencionaron solo algunas en este trabajo.

El conocimiento de normas como el ASME B31, es indispensable para el diseño, puesta en marcha, operación y mantenimiento de plantas industriales.

El conocimiento del ASTM es indispensable para la selección de materiales en base al tipo de servicio y de planta que se este diseñando de acuerdo al ASME B31

El conocimiento de normas que establecen la resistencia de los materiales a la erosión y a la corrosión como el Data Survey Corrosion es indispensable para determinar la vida útil de las instalaciones superficiales (Above Ground) y enterradas (Under Ground).

El transporte de hidrocarburos desde los campos de producción hacia las baterías de separación, hacia las endulzadoras, hacia los centros de almacenamiento, etc. Requieren de un estudio exhaustivo acerca de las áreas que serán afectadas por la trayectoria de los ductos, pues pueden atravesar tanto llanos como ciudades y los factores de seguridad para su diseño son diferentes para cada uno.

La basta cantidad de normas existentes para el diseño y construcción industrial es tan grande, que sería imposible mencionarlas todas en este trabajo, sin embargo, se mencionan algunas de las más elementales para el diseño y selección de materiales de tuberías.

Todos los componentes de sistemas para el manejo y conducción de fluidos de producción primaria de hidrocarburos, de proceso y de servicios, son importantes, ninguno tiene prioridad sobre otro en cuanto a seguridad del personal se refiere, así como la protección al medio ambiente y las instalaciones.

Un simple codo de tubería, si no se selecciona adecuadamente su material y espesor, puede causar tantos problemas como un mala selección de la válvula más costosa del sistema en cuestión, es por eso que todos los componentes de un sistema de tuberías tienen la misma importancia, aún cuando el costo entre ellos represente diversos porcentajes del costo total de las instalaciones.

Finalmente, para un adecuado diseño y selección de materiales, el ingeniero especialista en Materiales, trabaja conjuntamente con otras especialidades como Ingeniería de análisis de esfuerzos, Ingeniería de

sistemas y de proceso, Ingeniería en sistemas de automatización y control, Operación y seguridad industrial y Diseño de tuberías.

APENDICE A

TUBERIA DE ACERO ASME B36.10 Y ASME B36.19

Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
1/8	0.405	0.049	0.19	...	10	...	10.3	1.24	0.28
1/8	0.405	0.057	0.21	...	30	...	10.3	1.45	0.32
1/8	0.405	0.068	0.24	STD	40	...	10.3	1.73	0.37
1/8	0.405	0.095	0.31	XS	80	...	10.3	2.41	0.47
1/4	0.540	0.065	0.33	...	10	...	13.7	1.65	0.49
1/4	0.540	0.073	0.36	...	30	...	13.7	1.85	0.54
1/4	0.540	0.088	0.43	STD	40	...	13.7	2.24	0.63
1/4	0.540	0.119	0.54	XS	80	...	13.7	3.02	0.80
3/8	0.675	0.065	0.42	...	10	10	17.1	1.65	0.63
3/8	0.675	0.073	0.47	...	30	10	17.1	1.85	0.70
3/8	0.675	0.091	0.57	STD	40	10	17.1	2.31	0.84
3/8	0.675	0.126	0.74	XS	80	10	17.1	3.20	1.10
1/2	0.840	0.065	0.54	...	5	15	21.3	1.65	0.80
1/2	0.840	0.083	0.67	...	10	15	21.3	2.11	1.00
1/2	0.840	0.095	0.76	...	30	15	21.3	2.41	1.12
1/2	0.840	0.109	0.85	STD	40	15	21.3	2.77	1.27
1/2	0.840	0.147	1.09	XS	80	15	21.3	3.73	1.62
1/2	0.840	0.188	1.31	...	160	15	21.3	4.78	1.95
1/2	0.840	0.294	1.72	XXS	...	15	21.3	7.47	2.55
3/4	1.050	0.065	0.69	...	5	20	26.7	1.65	1.03
3/4	1.050	0.083	0.86	...	10	20	26.7	2.11	1.28
3/4	1.050	0.095	0.97	...	30	20	26.7	2.41	1.44
3/4	1.050	0.113	1.13	STD	40	20	26.7	2.87	1.69
3/4	1.050	0.154	1.48	XS	80	20	26.7	3.91	2.20
3/4	1.050	0.219	1.95	...	160	20	26.7	5.58	2.90
3/4	1.050	0.308	2.44	XXS	...	20	26.7	7.82	3.64
1	1.315	0.065	0.87	...	5	25	33.4	1.65	1.29
1	1.315	0.109	1.41	...	10	25	33.4	2.77	2.09
1	1.315	0.114	1.46	...	30	25	33.4	2.90	2.18
1	1.315	0.133	1.68	STD	40	25	33.4	3.38	2.50
1	1.315	0.179	2.17	XS	80	25	33.4	4.55	3.24
1	1.315	0.250	2.85	...	160	25	33.4	6.35	4.24
1	1.315	0.358	3.66	XXS	...	25	33.4	9.09	5.45
1 1/4	1.660	0.065	1.11	...	5	32	42.2	1.65	1.65
1 1/4	1.660	0.109	1.81	...	10	32	42.2	2.77	2.69
1 1/4	1.660	0.117	1.93	...	30	32	42.2	2.97	2.87
1 1/4	1.660	0.140	2.27	STD	40	32	42.2	3.56	3.39
1 1/4	1.660	0.191	3.00	XS	80	32	42.2	4.65	4.47
1 1/4	1.660	0.250	3.77	...	160	32	42.2	6.35	5.61
1 1/4	1.660	0.382	5.22	XXS	...	32	42.2	9.70	7.77

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
1½	1.900	0.065	1.28	...	5	40	48.3	1.65	1.90
1½	1.900	0.109	2.09	...	10	40	48.3	2.77	3.11
1½	1.900	0.125	2.37	...	30	40	48.3	3.18	3.53
1½	1.900	0.145	2.72	STD	40	40	48.3	3.68	4.05
1½	1.900	0.200	3.63	XS	80	40	48.3	5.08	5.41
1½	1.900	0.281	4.86	...	160	40	48.3	7.14	7.25
1½	1.900	0.400	6.41	XXS	...	40	48.3	10.15	9.55
2	2.375	0.065	1.61	...	5	50	60.3	1.85	2.39
2	2.375	0.083	2.03	...	...	50	60.3	2.11	3.03
2	2.375	0.109	2.64	...	10	50	60.3	2.77	3.93
2	2.375	0.125	3.01	...	30	50	60.3	3.18	4.48
2	2.375	0.141	3.37	...	...	50	60.3	3.58	5.01
2	2.375	0.154	3.66	STD	40	50	60.3	3.91	5.44
2	2.375	0.172	4.05	...	...	50	60.3	4.37	6.03
2	2.375	0.188	4.40	...	...	50	60.3	4.78	6.54
2	2.375	0.218	5.03	XS	80	50	60.3	5.54	7.48
2	2.375	0.250	5.68	...	...	50	60.3	6.35	8.45
2	2.375	0.281	6.29	...	...	50	60.3	7.14	9.36
2	2.375	0.344	7.47	...	160	50	60.3	8.74	11.11
2	2.375	0.436	9.04	XXS	...	50	60.3	11.07	13.44
2½	2.875	0.083	2.48	...	5	65	73.0	2.11	3.69
2½	2.875	0.109	3.22	...	...	65	73.0	2.77	4.80
2½	2.875	0.120	3.53	...	10	65	73.0	3.05	5.26
2½	2.875	0.125	3.67	...	...	65	73.0	3.18	5.48
2½	2.875	0.141	4.12	...	...	65	73.0	3.56	6.13
2½	2.875	0.156	4.53	...	...	65	73.0	3.96	6.74
2½	2.875	0.172	4.97	...	...	65	73.0	4.37	7.40
2½	2.875	0.188	5.40	...	30	65	73.0	4.78	8.04
2½	2.875	0.203	5.80	STD	40	65	73.0	5.16	8.63
2½	2.875	0.216	6.14	...	...	65	73.0	5.49	9.14
2½	2.875	0.250	7.02	...	...	65	73.0	6.35	10.44
2½	2.875	0.276	7.67	XS	80	65	73.0	7.01	11.41
2½	2.875	0.375	10.02	...	160	65	73.0	9.53	14.92
2½	2.875	0.552	13.71	XXS	...	65	73.0	14.02	20.39
3	3.500	0.083	3.03	...	5	80	88.9	2.11	4.52
3	3.500	0.109	3.95	...	...	80	88.9	2.77	5.88
3	3.500	0.120	4.34	...	10	80	88.9	3.05	6.46
3	3.500	0.125	4.51	...	...	80	88.9	3.18	6.72
3	3.500	0.141	5.06	...	...	80	88.9	3.58	7.53
3	3.500	0.156	5.58	...	...	80	88.9	3.96	8.30
3	3.500	0.172	6.12	...	...	80	88.9	4.37	9.11
3	3.500	0.188	6.66	...	30	80	88.9	4.78	9.92
3	3.500	0.216	7.58	STD	40	80	88.9	5.49	11.29

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
3	3.500	0.250	8.69	...	...	80	88.9	6.35	12.93
3	3.500	0.281	9.67	...	...	80	88.9	7.14	14.40
3	3.500	0.300	10.26	XS	80	80	88.9	7.62	15.27
3	3.500	0.438	14.34	...	160	80	88.9	11.13	21.35
3	3.500	0.600	18.80	XXS	...	80	88.9	15.24	27.68
3½	4.000	0.083	3.48	...	5	90	101.6	2.11	5.18
3½	4.000	0.109	4.53	...	...	90	101.6	2.77	6.75
3½	4.000	0.120	4.98	...	10	90	101.6	3.05	7.41
3½	4.000	0.125	5.18	...	...	90	101.6	3.18	7.72
3½	4.000	0.141	5.82	...	...	90	101.6	3.58	8.65
3½	4.000	0.156	6.41	...	...	90	101.6	3.96	9.54
3½	4.000	0.172	7.04	...	...	90	101.6	4.37	10.48
3½	4.000	0.188	7.66	...	30	90	101.6	4.78	11.41
3½	4.000	0.226	9.12	STD	40	90	101.6	5.74	13.57
3½	4.000	0.250	10.02	...	...	90	101.6	6.35	14.92
3½	4.000	0.281	11.17	...	...	90	101.6	7.14	16.63
3½	4.000	0.318	12.52	XS	80	90	101.6	8.08	18.64
4	4.500	0.083	3.92	...	5	100	114.3	2.11	5.84
4	4.500	0.109	5.12	...	...	100	114.3	2.77	7.62
4	4.500	0.120	5.62	...	10	100	114.3	3.05	8.37
4	4.500	0.125	5.85	...	...	100	114.3	3.18	8.71
4	4.500	0.141	6.57	...	...	100	114.3	3.58	9.78
4	4.500	0.156	7.24	...	...	100	114.3	3.96	10.78
4	4.500	0.172	7.96	...	...	100	114.3	4.37	11.85
4	4.500	0.188	8.67	...	30	100	114.3	4.78	12.91
4	4.500	0.203	9.32	...	...	100	114.3	5.18	13.89
4	4.500	0.219	10.02	...	...	100	114.3	5.56	14.91
4	4.500	0.237	10.80	STD	40	100	114.3	6.02	16.08
4	4.500	0.250	11.36	...	...	100	114.3	6.35	16.91
4	4.500	0.281	12.67	...	...	100	114.3	7.14	18.87
4	4.500	0.312	13.97	...	...	100	114.3	7.92	20.78
4	4.500	0.337	15.00	XS	80	100	114.3	8.56	22.32
4	4.500	0.438	19.02	...	120	100	114.3	11.13	28.32
4	4.500	0.531	22.53	...	160	100	114.3	13.49	33.54
4	4.500	0.674	27.57	XXS	...	100	114.3	17.12	41.03
5	5.563	0.083	4.86	...	...	125	141.3	2.11	7.24
5	5.563	0.109	6.36	...	5	125	141.3	2.77	9.46
5	5.563	0.125	7.27	...	...	125	141.3	3.18	10.83
5	5.563	0.134	7.78	...	10	125	141.3	3.40	11.56
5	5.563	0.156	9.02	...	...	125	141.3	3.96	13.41
5	5.563	0.188	10.80	...	...	125	141.3	4.78	16.09
5	5.563	0.219	12.51	...	...	125	141.3	5.56	18.61
5	5.563	0.258	14.63	STD	40	125	141.3	6.55	21.77

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
5	5.563	0.281	15.87	...	...	125	141.3	7.14	23.62
5	5.563	0.312	17.51	...	...	125	141.3	7.92	26.05
5	5.563	0.344	19.19	...	...	125	141.3	8.74	28.57
5	5.563	0.375	20.80	XS	80	125	141.3	9.53	30.97
5	5.563	0.500	27.06	...	120	125	141.3	12.70	40.28
5	5.563	0.625	32.99	...	160	125	141.3	15.88	49.12
5	5.563	0.750	38.59	XXS	...	125	141.3	19.05	57.43
6	6.625	0.083	5.80	...	...	150	168.3	2.11	8.65
6	6.625	0.109	7.59	...	5	150	168.3	2.77	11.31
6	6.625	0.125	8.69	...	...	150	168.3	3.18	12.95
6	6.625	0.134	9.30	...	10	150	168.3	3.40	13.83
6	6.625	0.141	9.77	...	...	150	168.3	3.58	14.54
6	6.625	0.156	10.79	...	...	150	168.3	3.96	16.05
6	6.625	0.172	11.87	...	...	150	168.3	4.37	17.67
6	6.625	0.198	12.94	...	...	150	168.3	4.78	19.28
6	6.625	0.203	13.94	...	...	150	168.3	5.16	20.76
6	6.625	0.219	15.00	...	...	150	168.3	5.56	22.31
6	6.625	0.250	17.04	...	...	150	168.3	6.35	25.36
6	6.625	0.280	18.99	STD	40	150	168.3	7.11	28.26
6	6.625	0.312	21.06	...	...	150	168.3	7.92	31.33
6	6.625	0.344	23.10	...	...	150	168.3	8.74	34.39
6	6.625	0.375	25.05	...	...	150	168.3	9.53	37.31
6	6.625	0.432	28.60	XS	80	150	168.3	10.97	42.56
6	6.625	0.500	32.74	...	...	150	168.3	12.70	48.73
6	6.625	0.562	36.43	...	120	150	168.3	14.27	54.21
6	6.625	0.625	40.09	...	...	150	168.3	15.88	59.69
6	6.625	0.719	45.39	...	160	150	168.3	18.26	67.57
6	6.625	0.750	47.10	...	...	150	168.3	19.05	70.12
6	6.625	0.864	53.21	XXS	...	150	168.3	21.95	79.22
6	6.625	0.875	53.78	...	...	150	168.3	22.23	80.08
8	8.625	0.109	9.92	...	5	200	219.1	2.77	14.78
8	8.625	0.125	11.36	...	...	200	219.1	3.18	16.93
8	8.625	0.148	13.41	...	10	200	219.1	3.76	19.97
8	8.625	0.156	14.12	...	...	200	219.1	3.96	21.01
8	8.625	0.188	16.96	...	...	200	219.1	4.78	25.26
8	8.625	0.203	18.28	...	...	200	219.1	5.16	27.22
8	8.625	0.219	19.68	...	...	200	219.1	5.56	29.28
8	8.625	0.250	22.38	...	20	200	219.1	6.35	33.32
8	8.625	0.277	24.72	...	30	200	219.1	7.04	36.82
8	8.625	0.312	27.73	...	...	200	219.1	7.92	41.25
8	8.625	0.322	28.58	STD	40	200	219.1	8.18	42.55
8	8.625	0.344	30.45	...	...	200	219.1	8.74	45.34

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, In.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
8	8.625	0.375	33.07	...	...	200	219.1	9.53	49.25
8	8.625	0.406	35.67	...	60	200	219.1	10.31	53.09
8	8.625	0.438	38.33	...	...	200	219.1	11.13	57.08
8	8.625	0.500	43.43	XS	80	200	219.1	12.70	64.64
8	8.625	0.562	48.44	...	...	200	219.1	14.27	72.08
8	8.625	0.594	51.00	...	100	200	219.1	15.09	75.92
8	8.625	0.625	53.45	...	...	200	219.1	15.88	79.59
8	8.625	0.719	60.77	...	120	200	219.1	18.26	90.44
8	8.625	0.750	63.14	...	...	200	219.1	19.05	93.98
8	8.625	0.812	67.82	...	140	200	219.1	20.62	100.93
8	8.625	0.875	72.49	XXS	...	200	219.1	22.23	107.93
8	8.625	0.906	74.76	...	160	200	219.1	23.01	111.27
8	8.625	1.000	81.51	...	...	200	219.1	25.40	121.33
10	10.750	0.134	15.21	...	5	250	273.0	3.40	22.61
10	10.750	0.156	17.67	...	...	250	273.0	3.98	26.27
10	10.750	0.165	18.67	...	10	250	273.0	4.19	27.78
10	10.750	0.188	21.23	...	...	250	273.0	4.78	31.62
10	10.750	0.203	22.89	...	...	250	273.0	5.16	34.08
10	10.750	0.219	24.85	...	...	250	273.0	5.56	36.67
10	10.750	0.250	28.06	...	20	250	273.0	6.35	41.76
10	10.750	0.279	31.23	...	...	250	273.0	7.09	46.49
10	10.750	0.307	34.27	...	30	250	273.0	7.80	51.01
10	10.750	0.344	38.27	...	...	250	273.0	8.74	56.96
10	10.750	0.365	40.52	STD	40	250	273.0	9.27	60.29
10	10.750	0.438	48.28	...	...	250	273.0	11.13	71.88
10	10.750	0.500	54.79	XS	60	250	273.0	12.70	81.53
10	10.750	0.562	61.21	...	...	250	273.0	14.27	91.05
10	10.750	0.594	64.49	...	80	250	273.0	15.09	95.98
10	10.750	0.625	67.65	...	...	250	273.0	15.88	100.69
10	10.750	0.719	77.10	...	100	250	273.0	18.26	114.71
10	10.750	0.812	86.26	...	...	250	273.0	20.62	128.34
10	10.750	0.844	89.38	...	120	250	273.0	21.44	133.01
10	10.750	0.875	92.37	...	...	250	273.0	22.23	137.48
10	10.750	0.938	98.39	...	...	250	273.0	23.83	146.43
10	10.750	1.000	104.23	XXS	140	250	273.0	25.40	155.10
10	10.750	1.125	115.75	...	160	250	273.0	28.58	172.27
10	10.750	1.250	126.94	...	...	250	273.0	31.75	188.90
12	12.750	0.156	21.00	...	5	300	323.8	3.96	31.24
12	12.750	0.172	23.13	...	...	300	323.8	4.37	34.43
12	12.750	0.180	24.19	...	10	300	323.8	4.57	35.98
12	12.750	0.188	25.25	...	...	300	323.8	4.78	37.61

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
12	12.750	0.203	27.23	...	...	300	323.8	5.16	40.55
12	12.750	0.219	29.34	...	...	300	323.8	5.56	43.64
12	12.750	0.250	33.41	...	20	300	323.8	6.35	49.71
12	12.750	0.281	37.46	...	...	300	323.8	7.14	55.76
12	12.750	0.312	41.48	...	...	300	323.8	7.92	61.70
12	12.750	0.330	43.81	...	30	300	323.8	8.38	65.19
12	12.750	0.344	45.62	...	...	300	323.8	8.74	67.91
12	12.750	0.375	49.61	STD	...	300	323.8	9.53	73.86
12	12.750	0.406	53.57	...	40	300	323.8	10.31	79.71
12	12.750	0.438	57.65	...	...	300	323.8	11.13	85.82
12	12.750	0.500	65.48	XS	...	300	323.8	12.70	97.44
12	12.750	0.562	73.22	...	60	300	323.8	14.27	108.93
12	12.750	0.625	81.01	...	...	300	323.8	15.88	120.59
12	12.750	0.688	88.71	...	80	300	323.8	17.48	132.05
12	12.750	0.750	96.21	...	...	300	323.8	19.05	143.17
12	12.750	0.812	103.63	...	...	300	323.8	20.62	154.17
12	12.750	0.844	107.42	...	100	300	323.8	21.44	159.87
12	12.750	0.875	111.08	...	...	300	323.8	22.23	165.33
12	12.750	0.938	118.44	...	...	300	323.8	23.83	176.29
12	12.750	1.000	125.61	XXS	120	300	323.8	25.40	186.92
12	12.750	1.062	132.69	...	...	300	323.8	26.97	197.43
12	12.750	1.125	139.81	...	140	300	323.8	28.58	208.08
12	12.750	1.250	153.67	...	...	300	323.8	31.75	228.68
12	12.750	1.312	160.42	...	160	300	323.8	33.32	238.69
14	14.000	0.156	23.09	...	5	350	355.6	3.96	34.34
14	14.000	0.188	27.76	...	...	350	355.6	4.78	41.36
14	14.000	0.203	29.94	...	...	350	355.6	5.16	44.59
14	14.000	0.210	30.96	...	...	350	355.6	5.33	46.04
14	14.000	0.219	32.26	...	...	350	355.6	5.56	48.00
14	14.000	0.250	36.75	...	10	350	355.6	6.35	54.69
14	14.000	0.281	41.21	...	...	350	355.6	7.14	61.36
14	14.000	0.312	45.65	...	20	350	355.6	7.92	67.91
14	14.000	0.344	50.22	...	...	350	355.6	8.74	74.76
14	14.000	0.375	54.62	STD	30	350	355.6	9.53	81.33
14	14.000	0.406	59.00	...	...	350	355.6	10.31	87.79
14	14.000	0.438	63.50	...	40	350	355.6	11.13	94.55
14	14.000	0.469	67.84	...	...	350	355.6	11.91	100.95
14	14.000	0.500	72.16	XS	...	350	355.6	12.70	107.40
14	14.000	0.562	80.73	...	...	350	355.6	14.27	120.12
14	14.000	0.594	85.13	...	60	350	355.6	15.09	126.72
14	14.000	0.625	89.36	...	...	350	355.6	15.88	133.04
14	14.000	0.688	97.91	...	...	350	355.6	17.48	145.76
14	14.000	0.750	106.23	...	80	350	355.6	19.05	158.11
14	14.000	0.812	114.48	...	...	350	355.6	20.62	170.34

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
14	14.000	0.875	122.77	...	...	350	355.6	22.23	182.76
14	14.000	0.938	130.98	...	100	350	355.6	23.83	194.98
14	14.000	1.000	138.97	...	...	350	355.6	25.40	206.84
14	14.000	1.062	146.88	...	...	350	355.6	26.97	218.58
14	14.000	1.094	150.93	...	120	350	355.6	27.79	224.66
14	14.000	1.125	154.84	...	...	350	355.6	28.58	230.49
14	14.000	1.250	170.37	...	140	350	355.6	31.75	253.58
14	14.000	1.406	189.29	...	160	350	355.6	35.71	281.72
14	14.000	2.000	256.56	...	...	350	355.6	50.80	381.86
14	14.000	2.125	269.76	...	...	350	355.6	53.98	401.52
14	14.000	2.200	277.51	...	...	350	355.6	56.88	413.04
14	14.000	2.500	307.34	...	...	350	355.6	63.50	457.43
16	16.000	0.165	27.93	...	5	400	406.4	4.19	41.56
16	16.000	0.188	31.78	...	...	400	406.4	4.78	47.34
16	16.000	0.203	34.28	...	...	400	406.4	5.16	51.06
16	16.000	0.219	36.95	...	...	400	406.4	5.56	54.96
16	16.000	0.250	42.09	...	10	400	406.4	6.35	62.65
16	16.000	0.281	47.22	...	...	400	406.4	7.14	70.30
16	16.000	0.312	52.32	...	20	400	406.4	7.92	77.83
16	16.000	0.344	57.57	...	...	400	406.4	8.74	85.71
16	16.000	0.375	62.64	STD	30	400	406.4	9.53	93.27
16	16.000	0.406	67.68	...	...	400	406.4	10.31	100.71
16	16.000	0.438	72.86	...	...	400	406.4	11.13	108.49
16	16.000	0.469	77.87	...	...	400	406.4	11.91	115.87
16	16.000	0.500	82.85	XS	40	400	406.4	12.70	123.31
16	16.000	0.562	92.75	...	...	400	406.4	14.27	138.00
16	16.000	0.625	102.72	...	...	400	406.4	15.88	152.94
16	16.000	0.656	107.60	...	60	400	406.4	16.66	160.13
16	16.000	0.688	112.62	...	...	400	406.4	17.48	167.66
16	16.000	0.750	122.27	...	...	400	406.4	19.05	181.98
16	16.000	0.812	131.84	...	...	400	406.4	20.62	196.18
16	16.000	0.844	136.74	...	80	400	406.4	21.44	203.54
16	16.000	0.875	141.48	...	...	400	406.4	22.23	210.61
16	16.000	0.938	151.03	...	...	400	406.4	23.83	224.83
16	16.000	1.000	160.35	...	...	400	406.4	25.40	238.66
16	16.000	1.031	164.98	...	100	400	406.4	26.19	245.57
16	16.000	1.062	169.59	...	...	400	406.4	26.97	252.37
16	16.000	1.125	178.89	...	...	400	406.4	28.58	266.30
16	16.000	1.188	188.11	...	...	400	406.4	30.18	280.01
16	16.000	1.219	192.61	...	120	400	406.4	30.96	286.66
16	16.000	1.250	197.10	...	...	400	406.4	31.75	293.35
16	16.000	1.438	223.85	...	140	400	406.4	36.53	333.21
16	16.000	1.594	245.48	...	160	400	406.4	40.49	365.38

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
18	18.000	0.165	31.46	...	5	450	457	4.19	46.79
18	18.000	0.188	35.80	...	...	450	457	4.78	53.31
18	18.000	0.219	41.63	...	...	450	457	5.56	61.90
18	18.000	0.250	47.44	...	10	450	457	6.35	70.57
18	18.000	0.281	53.23	...	...	450	457	7.14	79.21
18	18.000	0.312	58.99	...	20	450	457	7.92	87.71
18	18.000	0.344	64.93	...	...	450	457	8.74	96.62
18	18.000	0.375	70.65	STD	...	450	457	9.53	105.17
18	18.000	0.406	76.36	...	...	450	457	10.31	113.58
18	18.000	0.438	82.23	...	30	450	457	11.13	122.38
18	18.000	0.469	87.89	...	...	450	457	11.91	130.73
18	18.000	0.500	93.54	XS	...	450	457	12.70	139.16
18	18.000	0.562	104.76	...	40	450	457	14.27	155.81
18	18.000	0.625	116.09	...	...	450	457	15.88	172.75
18	18.000	0.688	127.32	...	...	450	457	17.48	189.47
18	18.000	0.750	138.30	...	50	450	457	19.05	205.75
18	18.000	0.812	149.20	...	...	450	457	20.62	221.91
18	18.000	0.875	160.18	...	...	450	457	22.23	238.35
18	18.000	0.938	171.08	...	80	450	457	23.83	254.57
18	18.000	1.000	181.73	...	...	450	457	25.40	270.36
18	18.000	1.062	192.29	...	...	450	457	26.97	286.02
18	18.000	1.125	202.94	...	...	450	457	28.58	301.96
18	18.000	1.156	208.15	...	100	450	457	29.36	309.84
18	18.000	1.186	213.51	...	...	450	457	30.19	317.68
18	18.000	1.250	223.82	...	...	450	457	31.75	332.97
18	18.000	1.375	244.37	...	120	450	457	34.93	363.58
18	18.000	1.562	274.48	...	140	450	457	39.67	408.28
18	18.000	1.781	308.79	...	160	450	457	45.24	459.39
20	20.000	0.188	39.82	...	5	500	508	4.78	59.32
20	20.000	0.219	46.31	...	...	500	508	5.56	68.89
20	20.000	0.250	52.78	...	10	500	508	6.35	78.56
20	20.000	0.281	59.23	...	...	500	508	7.14	88.19
20	20.000	0.312	65.66	...	...	500	508	7.92	97.68
20	20.000	0.344	72.28	...	...	500	508	8.74	107.61
20	20.000	0.375	78.67	STD	20	500	508	9.53	117.15
20	20.000	0.406	85.04	...	...	500	508	10.31	126.54
20	20.000	0.438	91.59	...	...	500	508	11.13	136.38
20	20.000	0.469	97.92	...	...	500	508	11.91	145.71
20	20.000	0.500	104.23	XS	30	500	508	12.70	155.13
20	20.000	0.562	116.78	...	...	500	508	14.27	173.75
20	20.000	0.594	123.23	...	40	500	508	15.09	183.43
20	20.000	0.625	129.45	...	...	500	508	15.88	192.73
20	20.000	0.688	142.03	...	...	500	508	17.48	211.45
20	20.000	0.750	154.34	...	...	500	508	19.05	229.71

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
20	20.000	0.812	166.56	...	60	500	508	20.62	247.84
20	20.000	0.875	178.89	...	...	500	508	22.23	266.31
20	20.000	0.938	191.14	...	...	500	508	23.83	284.54
20	20.000	1.000	203.11	...	...	500	508	25.40	302.30
20	20.000	1.031	209.06	...	80	500	508	26.19	311.19
20	20.000	1.062	215.00	...	...	500	508	26.97	319.94
20	20.000	1.125	227.00	...	...	500	508	28.58	337.91
20	20.000	1.188	238.91	...	...	500	508	30.18	355.63
20	20.000	1.250	250.55	...	...	500	508	31.75	372.91
20	20.000	1.281	256.34	...	100	500	508	32.54	381.55
20	20.000	1.312	262.10	...	...	500	508	33.32	390.05
20	20.000	1.375	273.76	...	...	500	508	34.93	407.51
20	20.000	1.500	296.65	...	120	500	508	38.10	441.52
20	20.000	1.750	341.41	...	140	500	508	44.45	508.15
20	20.000	1.969	379.53	...	160	500	508	50.01	564.85
22	22.000	0.188	43.84	...	5	...	559	4.78	65.33
22	22.000	0.219	50.99	...	...	...	559	5.56	75.89
22	22.000	0.250	58.13	...	10	...	559	6.35	86.55
22	22.000	0.281	65.24	...	...	...	559	7.14	97.17
22	22.000	0.312	72.34	...	...	...	559	7.92	107.64
22	22.000	0.344	79.64	...	...	...	559	8.74	118.60
22	22.000	0.375	86.89	STD	20	...	559	9.53	129.14
22	22.000	0.406	93.72	...	...	...	559	10.31	139.51
22	22.000	0.438	100.96	...	...	...	559	11.13	150.38
22	22.000	0.469	107.95	...	...	...	559	11.91	160.69
22	22.000	0.500	114.92	XS	30	...	559	12.70	171.10
22	22.000	0.562	128.79	...	...	...	559	14.27	191.70
22	22.000	0.625	142.81	...	...	...	559	15.88	212.70
22	22.000	0.688	156.74	...	...	...	559	17.48	233.44
22	22.000	0.750	170.37	...	...	...	559	19.05	253.67
22	22.000	0.812	183.92	...	...	...	559	20.62	273.78
22	22.000	0.875	197.60	...	60	...	559	22.23	294.27
22	22.000	0.938	211.19	...	...	...	559	23.83	314.51
22	22.000	1.000	224.49	...	...	...	559	25.40	334.25
22	22.000	1.062	237.70	...	...	...	559	26.97	353.86
22	22.000	1.125	251.05	...	80	...	559	28.58	373.85
22	22.000	1.188	264.31	...	...	...	559	30.18	393.59
22	22.000	1.250	277.27	...	...	...	559	31.75	412.84
22	22.000	1.312	290.15	...	...	...	559	33.32	431.96
22	22.000	1.375	303.16	...	100	...	559	34.93	451.45
22	22.000	1.438	316.08	...	...	...	559	36.53	470.69

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
22	22.000	1.500	328.72	...	...	...	559	38.10	489.44
22	22.000	1.625	353.94	...	120	...	559	41.28	527.05
22	22.000	1.875	403.38	...	140	...	559	47.63	600.67
22	22.000	2.125	451.49	...	160	...	559	53.98	672.30
24	24.000	0.218	55.42	...	5	600	610	5.54	82.58
24	24.000	0.250	63.47	...	10	600	610	6.35	94.53
24	24.000	0.281	71.25	...	...	600	610	7.14	106.15
24	24.000	0.312	79.01	...	...	600	610	7.92	117.60
24	24.000	0.344	86.99	...	...	600	610	8.74	129.60
24	24.000	0.375	94.71	STD	20	600	610	9.53	141.12
24	24.000	0.406	102.40	...	...	600	610	10.31	152.48
24	24.000	0.438	110.32	...	...	600	610	11.13	164.38
24	24.000	0.469	117.98	...	...	600	610	11.91	175.67
24	24.000	0.500	125.61	XS	...	600	610	12.70	187.07
24	24.000	0.562	140.81	...	30	600	610	14.27	209.65
24	24.000	0.625	156.17	...	...	600	610	15.88	232.67
24	24.000	0.688	171.45	...	40	600	610	17.48	255.43
24	24.000	0.750	186.41	...	...	600	610	19.05	277.63
24	24.000	0.812	201.28	...	...	600	610	20.62	299.71
24	24.000	0.875	216.31	...	...	600	610	22.23	322.23
24	24.000	0.938	231.25	...	...	600	610	23.83	344.48
24	24.000	0.969	238.57	...	60	600	610	24.61	355.28
24	24.000	1.000	245.87	...	...	600	610	25.40	366.19
24	24.000	1.062	260.41	...	...	600	610	26.97	387.79
24	24.000	1.125	275.10	...	...	600	610	28.58	409.80
24	24.000	1.168	289.71	...	...	600	610	30.18	431.55
24	24.000	1.219	296.86	...	80	600	610	30.96	442.11
24	24.000	1.250	304.00	...	...	600	610	31.75	452.77
24	24.000	1.312	318.21	...	...	600	610	33.32	473.87
24	24.000	1.375	332.56	...	...	600	610	34.93	495.38
24	24.000	1.438	346.83	...	...	600	610	36.53	516.63
24	24.000	1.500	360.79	...	...	600	610	38.10	537.36
24	24.000	1.531	367.74	...	100	600	610	38.89	547.74
24	24.000	1.562	374.66	...	...	600	610	39.67	557.97
24	24.000	1.812	429.79	...	120	600	610	46.02	640.07
24	24.000	2.062	483.57	...	140	600	610	52.37	720.19
24	24.000	2.344	542.64	...	160	600	610	59.54	808.27
26	26.000	0.250	68.82	...	...	...	660	6.35	102.36
26	26.000	0.261	77.26	...	...	...	660	7.14	114.96
26	26.000	0.312	95.68	...	10	...	660	7.92	127.36
26	26.000	0.344	94.35	...	...	...	660	8.74	140.37

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification (Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS))	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, In.	Wall Thickness, In.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
26	26.000	0.375	102.72	STD	...	...	660	9.53	152.88
26	26.000	0.406	111.08	...	...	...	660	10.31	165.19
26	26.000	0.438	119.69	...	...	...	660	11.13	178.10
26	26.000	0.469	128.00	...	...	...	660	11.91	190.36
26	26.000	0.500	136.30	XS	20	...	660	12.70	202.74
26	26.000	0.562	152.83	...	...	...	660	14.27	227.25
26	26.000	0.625	169.54	...	...	...	660	15.88	252.25
26	26.000	0.688	186.16	...	...	...	660	17.48	276.98
26	26.000	0.750	202.44	...	...	...	660	19.05	301.12
26	26.000	0.812	218.64	...	...	...	660	20.62	325.14
26	26.000	0.875	235.01	...	...	...	660	22.23	349.64
26	26.000	0.938	251.30	...	...	...	660	23.83	373.87
26	26.000	1.000	267.25	...	...	...	660	25.40	397.51
28	28.000	0.250	74.16	...	...	700	711	6.35	110.35
28	28.000	0.281	83.26	...	...	700	711	7.14	123.94
28	28.000	0.312	92.35	...	10	700	711	7.92	137.32
28	28.000	0.344	101.70	...	...	700	711	8.74	151.37
28	28.000	0.375	110.74	STD	...	700	711	9.53	164.86
28	28.000	0.406	119.76	...	...	700	711	10.31	178.16
28	28.000	0.438	129.05	...	...	700	711	11.13	192.10
28	28.000	0.469	138.03	...	...	700	711	11.91	205.34
28	28.000	0.500	146.99	XS	20	700	711	12.70	218.71
28	28.000	0.562	164.84	...	...	700	711	14.27	245.19
28	28.000	0.625	182.90	...	30	700	711	15.88	272.23
28	28.000	0.688	200.87	...	...	700	711	17.48	298.96
28	28.000	0.750	218.48	...	...	700	711	19.05	325.08
28	28.000	0.812	236.00	...	...	700	711	20.62	351.07
28	28.000	0.875	253.72	...	...	700	711	22.23	377.60
28	28.000	0.938	271.36	...	...	700	711	23.83	403.64
28	28.000	1.000	288.63	...	...	700	711	25.40	429.46
30	30.000	0.250	79.51	...	5	...	762	6.35	118.34
30	30.000	0.281	89.27	...	...	...	762	7.14	132.92
30	30.000	0.312	99.02	...	10	...	762	7.92	147.29
30	30.000	0.344	109.06	...	...	...	762	8.74	162.36
30	30.000	0.375	118.76	STD	...	...	762	9.53	176.85
30	30.000	0.406	128.44	...	...	...	762	10.31	191.12
30	30.000	0.438	138.42	...	...	...	762	11.13	206.10
30	30.000	0.469	148.06	...	...	...	762	11.91	220.32
30	30.000	0.500	157.68	XS	20	...	762	12.70	234.68
30	30.000	0.562	176.86	...	...	...	762	14.27	263.14
30	30.000	0.625	196.26	...	30	...	762	15.88	292.20
30	30.000	0.688	215.58	...	...	...	762	17.48	320.95

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification (Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS))	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
30	30.000	0.750	234.51	...	...	...	762	19.05	349.04
30	30.000	0.812	253.36	...	...	...	762	20.62	377.01
30	30.000	0.875	272.43	...	...	...	762	22.23	405.56
30	30.000	0.938	291.41	...	...	...	762	23.83	433.81
30	30.000	1.000	310.01	...	...	...	762	25.40	461.41
30	30.000	1.062	328.53	...	...	...	762	26.97	488.88
30	30.000	1.125	347.26	...	...	...	762	28.58	516.93
30	30.000	1.188	365.90	...	...	...	762	30.18	544.68
30	30.000	1.250	384.17	...	...	...	762	31.75	571.79
32	32.000	0.250	84.85	...	...	800	813	6.35	126.32
32	32.000	0.281	95.28	...	...	800	813	7.14	141.90
32	32.000	0.312	105.69	...	10	800	813	7.92	157.25
32	32.000	0.344	116.41	...	...	800	813	8.74	173.35
32	32.000	0.375	126.78	STD	...	800	813	9.53	188.83
32	32.000	0.406	137.12	...	...	800	813	10.31	204.09
32	32.000	0.438	147.78	...	...	800	813	11.13	220.10
32	32.000	0.469	158.08	...	...	800	813	11.91	235.29
32	32.000	0.500	168.37	XS	20	800	813	12.70	250.65
32	32.000	0.562	188.87	...	...	800	813	14.27	281.09
32	32.000	0.625	209.62	...	30	800	813	15.88	312.17
32	32.000	0.688	230.29	...	40	800	813	17.48	342.94
32	32.000	0.750	250.55	...	...	800	813	19.05	373.00
32	32.000	0.812	270.72	...	...	800	813	20.62	402.94
32	32.000	0.875	291.14	...	...	800	813	22.23	433.52
32	32.000	0.938	311.47	...	...	800	813	23.83	463.78
32	32.000	1.000	331.39	...	...	800	813	25.40	493.35
32	32.000	1.062	351.23	...	...	800	813	26.97	522.80
32	32.000	1.125	371.31	...	...	800	813	28.58	552.88
32	32.000	1.188	391.30	...	...	800	813	30.18	582.64
32	32.000	1.250	410.90	...	...	800	813	31.75	611.72
34	34.000	0.250	90.20	...	...	...	864	6.35	134.31
34	34.000	0.281	101.29	...	...	...	864	7.14	150.88
34	34.000	0.312	112.36	...	10	...	864	7.92	167.21
34	34.000	0.344	123.77	...	...	...	864	8.74	184.34
34	34.000	0.375	134.79	STD	...	...	864	9.53	200.82
34	34.000	0.406	145.80	...	...	...	864	10.31	217.06
34	34.000	0.438	157.14	...	...	...	864	11.13	234.10
34	34.000	0.469	168.11	...	...	...	864	11.91	250.27
34	34.000	0.500	179.06	XS	20	...	864	12.70	266.63
34	34.000	0.562	200.89	...	...	...	864	14.27	299.04
34	34.000	0.625	222.99	...	30	...	864	15.88	332.14
34	34.000	0.688	245.00	...	40	...	864	17.48	364.92

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
34	34.000	0.750	266.58	...	...	...	864	19.05	396.96
34	34.000	0.812	288.08	...	...	...	864	20.62	428.88
34	34.000	0.875	309.84	...	...	...	864	22.23	461.48
34	34.000	0.938	331.52	...	...	...	864	23.83	493.75
34	34.000	1.000	352.77	...	...	...	864	25.40	525.30
34	34.000	1.062	373.94	...	...	...	864	26.97	556.73
34	34.000	1.125	395.36	...	...	...	864	28.58	588.83
34	34.000	1.188	416.70	...	...	...	864	30.18	620.60
34	34.000	1.250	437.62	...	...	...	864	31.75	651.65
36	36.000	0.250	95.54	...	...	900	914	6.35	142.14
36	36.000	0.281	107.30	...	...	900	914	7.14	159.68
36	36.000	0.312	119.03	...	10	900	914	7.92	176.97
36	36.000	0.344	131.12	...	...	900	914	8.74	195.12
36	36.000	0.375	142.81	STD	...	900	914	9.53	212.57
36	36.000	0.406	154.48	...	...	900	914	10.31	229.77
36	36.000	0.438	166.51	...	...	900	914	11.13	247.82
36	36.000	0.469	178.14	...	...	900	914	11.91	264.96
36	36.000	0.500	189.75	XS	20	900	914	12.70	282.29
36	36.000	0.562	212.90	...	...	900	914	14.27	316.63
36	36.000	0.625	236.35	...	30	900	914	15.88	351.73
36	36.000	0.688	259.71	...	...	900	914	17.48	386.47
36	36.000	0.750	282.62	...	40	900	914	19.05	420.45
36	36.000	0.812	305.44	...	...	900	914	20.62	454.30
36	36.000	0.875	328.55	...	...	900	914	22.23	488.89
36	36.000	0.938	351.57	...	...	900	914	23.83	523.14
36	36.000	1.000	374.15	...	...	900	914	25.40	556.62
36	36.000	1.062	396.64	...	...	900	914	26.97	589.98
36	36.000	1.125	419.42	...	...	900	914	28.58	624.07
36	36.000	1.188	442.10	...	...	900	914	30.18	657.81
36	36.000	1.250	464.35	...	...	900	914	31.75	690.80
38	38.000	0.312	125.70	...	...	...	965	7.92	186.94
38	38.000	0.344	138.47	...	...	...	965	8.74	206.11
38	38.000	0.375	150.83	STD	...	...	965	9.53	224.56
38	38.000	0.406	163.16	...	...	...	965	10.31	242.74
38	38.000	0.438	175.87	...	...	...	965	11.13	261.82
38	38.000	0.469	188.17	...	...	...	965	11.91	279.94
38	38.000	0.500	200.44	XS	...	...	965	12.70	298.26
38	38.000	0.562	224.92	...	...	...	965	14.27	334.58
38	38.000	0.625	249.71	...	...	...	965	15.88	371.70
38	38.000	0.688	274.42	...	...	...	965	17.48	408.46
38	38.000	0.750	298.65	...	...	...	965	19.05	444.41
38	38.000	0.812	322.80	...	...	...	965	20.62	480.24

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
38	38.000	0.875	347.26	...	...	...	965	22.23	516.85
38	38.000	0.938	371.63	...	...	...	965	23.83	553.11
38	38.000	1.000	395.53	...	...	...	965	25.40	588.57
38	38.000	1.062	419.35	...	...	...	965	26.97	623.90
38	38.000	1.125	443.47	...	...	...	965	28.58	660.01
38	38.000	1.188	467.50	...	...	...	965	30.18	695.77
38	38.000	1.250	491.07	...	...	...	965	31.75	730.74
40	40.000	0.312	132.37	...	...	1 000	1 016	7.92	196.90
40	40.000	0.344	145.83	...	...	1 000	1 016	8.74	217.11
40	40.000	0.375	158.85	STD	...	1 000	1 016	9.53	236.54
40	40.000	0.406	171.84	...	...	1 000	1 016	10.31	255.71
40	40.000	0.438	185.24	...	...	1 000	1 016	11.13	275.82
40	40.000	0.469	198.19	...	...	1 000	1 016	11.91	294.92
40	40.000	0.500	211.13	XS	...	1 000	1 016	12.70	314.23
40	40.000	0.562	236.93	...	...	1 000	1 016	14.27	352.53
40	40.000	0.625	263.07	...	...	1 000	1 016	15.88	391.67
40	40.000	0.688	289.13	...	...	1 000	1 016	17.48	430.45
40	40.000	0.750	314.69	...	...	1 000	1 016	19.05	468.37
40	40.000	0.812	340.16	...	...	1 000	1 016	20.62	506.17
40	40.000	0.875	365.97	...	...	1 000	1 016	22.23	544.81
40	40.000	0.938	391.68	...	...	1 000	1 016	23.83	583.08
40	40.000	1.000	416.91	...	...	1 000	1 016	25.40	620.51
40	40.000	1.062	442.05	...	...	1 000	1 016	26.97	657.82
40	40.000	1.125	467.52	...	...	1 000	1 016	28.58	695.96
40	40.000	1.188	492.90	...	...	1 000	1 016	30.18	733.73
40	40.000	1.250	517.80	...	...	1 000	1 016	31.75	770.67
42	42.000	0.344	153.18	...	...	...	1 067	8.74	228.10
42	42.000	0.375	166.86	STD	...	...	1 067	9.53	248.53
42	42.000	0.406	180.52	...	...	...	1 067	10.31	268.67
42	42.000	0.438	194.60	...	...	...	1 067	11.13	289.82
42	42.000	0.469	208.22	...	...	...	1 067	11.91	309.90
42	42.000	0.500	221.82	XS	...	...	1 067	12.70	330.21
42	42.000	0.562	248.95	...	...	...	1 067	14.27	370.48
42	42.000	0.625	276.44	...	...	...	1 067	15.88	411.64
42	42.000	0.688	303.84	...	...	...	1 067	17.48	452.43
42	42.000	0.750	330.72	...	...	...	1 067	19.05	492.33
42	42.000	0.812	357.52	...	...	...	1 067	20.62	532.11
42	42.000	0.875	384.67	...	...	...	1 067	22.23	572.77
42	42.000	0.938	411.74	...	...	...	1 067	23.83	613.05
42	42.000	1.000	438.29	...	...	...	1 067	25.40	652.46
42	42.000	1.062	464.76	...	...	...	1 067	26.97	691.75
42	42.000	1.125	491.57	...	...	...	1 067	28.58	731.91

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
42	42.000	1.188	518.30	...	...	...	1 067	30.18	771.69
42	42.000	1.250	544.52	...	...	...	1067	31.75	810.80
44	44.000	0.344	160.54	...	...	1 100	1 118	8.74	239.09
44	44.000	0.375	174.88	STD	...	1 100	1 118	9.53	260.52
44	44.000	0.406	189.20	...	...	1 100	1 118	10.31	281.84
44	44.000	0.438	203.97	...	...	1 100	1 118	11.13	303.82
44	44.000	0.469	219.25	...	...	1 100	1 118	11.91	324.89
44	44.000	0.500	232.51	XS	...	1 100	1 118	12.70	348.19
44	44.000	0.562	260.97	...	...	1 100	1 118	14.27	388.42
44	44.000	0.625	289.80	...	...	1 100	1 118	15.88	431.62
44	44.000	0.688	318.55	...	...	1 100	1 118	17.48	474.42
44	44.000	0.750	346.76	...	...	1 100	1 118	19.05	518.29
44	44.000	0.812	374.88	...	...	1 100	1 118	20.62	558.04
44	44.000	0.875	403.38	...	...	1 100	1 118	22.23	600.73
44	44.000	0.938	431.79	...	...	1 100	1 118	23.83	643.03
44	44.000	1.000	459.67	...	...	1 100	1 118	25.40	684.41
44	44.000	1.062	487.47	...	...	1 100	1 118	26.97	725.67
44	44.000	1.125	515.63	...	...	1 100	1 118	28.58	767.85
44	44.000	1.188	543.70	...	...	1 100	1 118	30.18	809.65
44	44.000	1.250	571.25	...	...	1 100	1 118	31.75	850.54
46	46.000	0.344	167.89	...	...	...	1 168	8.74	249.87
46	46.000	0.375	182.90	STD	...	...	1 168	9.53	272.27
46	46.000	0.406	197.88	...	...	...	1 168	10.31	294.35
46	46.000	0.438	213.33	...	...	...	1 168	11.13	317.54
46	46.000	0.469	228.27	...	...	...	1 168	11.91	339.56
46	46.000	0.500	243.20	XS	...	...	1 168	12.70	361.84
46	46.000	0.562	272.98	...	...	...	1 168	14.27	406.02
46	46.000	0.625	303.16	...	...	...	1 168	15.88	451.20
46	46.000	0.688	333.26	...	...	...	1 168	17.48	495.97
46	46.000	0.750	362.79	...	...	...	1 168	19.05	539.79
46	46.000	0.812	392.24	...	...	...	1 168	20.62	583.47
46	46.000	0.875	422.09	...	...	...	1 168	22.23	628.14
46	46.000	0.938	451.85	...	...	...	1 168	23.83	672.41
46	46.000	1.000	481.05	...	...	...	1 168	25.40	715.73
46	46.000	1.062	510.17	...	...	...	1 168	26.97	758.92
46	46.000	1.125	539.68	...	...	...	1 168	28.58	803.09
46	46.000	1.188	569.10	...	...	...	1 168	30.18	846.86
46	46.000	1.250	597.97	...	...	...	1 168	31.75	889.69
48	48.000	0.344	175.25	...	...	1 200	1 219	8.74	260.86
48	48.000	0.375	190.92	STD	...	1 200	1 219	9.53	284.25
48	48.000	0.406	206.56	...	...	1 200	1 219	10.31	307.32
48	48.000	0.438	222.70	...	...	1 200	1 219	11.13	331.54

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
48	48.000	0.469	238.30	...	...	1 200	1 219	11.91	354.54
48	48.000	0.500	253.89	XS	...	1 200	1 219	12.70	377.81
48	48.000	0.562	285.00	...	...	1 200	1 219	14.27	423.97
48	48.000	0.625	316.52	...	...	1 200	1 219	15.88	471.17
48	48.000	0.688	347.97	...	...	1 200	1 219	17.48	517.95
48	48.000	0.750	378.83	...	...	1 200	1 219	19.05	563.74
48	48.000	0.812	409.61	...	...	1 200	1 219	20.62	609.40
48	48.000	0.875	440.80	...	...	1 200	1 219	22.23	656.10
48	48.000	0.938	471.90	...	...	1 200	1 219	23.83	702.38
48	48.000	1.000	502.43	...	...	1 200	1 219	25.40	747.67
48	48.000	1.062	532.88	...	...	1 200	1 219	26.97	792.84
48	48.000	1.125	563.73	...	...	1 200	1 219	28.58	839.04
48	48.000	1.188	594.50	...	...	1 200	1 219	30.18	884.82
48	48.000	1.250	624.70	...	...	1 200	1 219	31.75	929.62
52	52.000	0.375	206.95	...	...	...	1 321	9.53	308.23
52	52.000	0.406	223.93	...	...	...	1 321	10.31	333.26
52	52.000	0.438	241.42	...	...	...	1 321	11.13	359.54
52	52.000	0.469	258.36	...	...	...	1 321	11.91	384.50
52	52.000	0.500	275.27	...	...	...	1 321	12.70	409.76
52	52.000	0.562	309.03	...	...	...	1 321	14.27	459.86
52	52.000	0.625	343.25	...	...	...	1 321	15.88	511.12
52	52.000	0.688	377.39	...	...	...	1 321	17.48	561.93
52	52.000	0.750	410.90	...	...	...	1 321	19.05	611.66
52	52.000	0.812	444.33	...	...	...	1 321	20.62	661.27
52	52.000	0.875	478.21	...	...	...	1 321	22.23	712.02
52	52.000	0.938	512.01	...	...	...	1 321	23.83	762.33
52	52.000	1.000	545.19	...	...	...	1 321	25.40	811.57
52	52.000	1.062	578.29	...	...	...	1 321	26.97	860.69
52	52.000	1.125	611.84	...	...	...	1 321	28.58	910.93
52	52.000	1.188	645.30	...	...	...	1 321	30.18	960.74
52	52.000	1.250	678.15	...	...	...	1 321	31.75	1 009.49
56	56.000	0.375	222.99	...	...	1 400	1 422	9.53	331.96
56	56.000	0.406	241.29	...	...	1 400	1 422	10.31	358.94
56	56.000	0.438	260.15	...	...	1 400	1 422	11.13	387.26
56	56.000	0.469	278.41	...	...	1 400	1 422	11.91	414.17
56	56.000	0.500	296.65	...	...	1 400	1 422	12.70	441.39
56	56.000	0.562	333.06	...	...	1 400	1 422	14.27	495.41
56	56.000	0.625	369.97	...	...	1 400	1 422	15.88	550.67
56	56.000	0.688	406.80	...	...	1 400	1 422	17.48	605.46
56	56.000	0.750	442.97	...	...	1 400	1 422	19.05	659.11
56	56.000	0.812	479.05	...	...	1 400	1 422	20.62	712.63
56	56.000	0.875	515.63	...	...	1 400	1 422	22.23	767.39
56	56.000	0.938	552.12	...	...	1 400	1 422	23.83	821.68

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification (Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS))	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
56	56.000	1.000	587.95	...	...	1 400	1 422	25.40	874.83
56	56.000	1.062	623.70	...	...	1 400	1 422	26.97	927.86
56	58.000	1.125	659.94	...	...	1 400	1 422	28.58	982.12
56	56.000	1.188	696.10	...	...	1 400	1 422	30.18	1 035.91
56	56.000	1.250	731.60	...	...	1 400	1 422	31.75	1 088.57
60	60.000	0.375	239.02	...	...	1 500	1 524	9.53	356.94
60	60.000	0.406	258.65	...	...	1 500	1 524	10.31	384.87
60	60.000	0.438	278.88	...	...	1 500	1 524	11.13	415.26
60	60.000	0.469	298.47	...	...	1 500	1 524	11.91	444.13
60	60.000	0.500	318.03	...	...	1 500	1 524	12.70	473.34
60	60.000	0.562	357.09	...	...	1 500	1 524	14.27	531.30
60	60.000	0.625	396.70	...	...	1 500	1 524	15.88	590.82
60	60.000	0.688	436.22	...	...	1 500	1 524	17.48	649.44
60	60.000	0.750	475.04	...	...	1 500	1 524	19.05	707.03
60	60.000	0.812	513.77	...	...	1 500	1 524	20.62	764.50
60	60.000	0.875	553.04	...	...	1 500	1 524	22.23	823.31
60	60.000	0.938	592.23	...	...	1 500	1 524	23.83	881.63
60	60.000	1.000	630.71	...	...	1 500	1 524	25.40	938.73
60	60.000	1.062	669.11	...	...	1 500	1 524	26.97	995.71
60	60.000	1.125	708.05	...	...	1 500	1 524	28.58	1 054.01
60	60.000	1.188	746.90	...	...	1 500	1 524	30.18	1 111.83
60	60.000	1.250	785.05	...	...	1 500	1 524	31.75	1 168.44
64	64.000	0.375	255.06	...	...	1 600	1 626	9.53	379.91
64	64.000	0.406	276.01	...	...	1 600	1 626	10.31	410.81
64	64.000	0.438	297.61	...	...	1 600	1 626	11.13	443.25
64	64.000	0.469	318.52	...	...	1 600	1 626	11.91	474.09
64	64.000	0.500	339.41	...	...	1 600	1 626	12.70	505.29
64	64.000	0.562	381.12	...	...	1 600	1 626	14.27	567.20
64	64.000	0.625	423.42	...	...	1 600	1 626	15.88	630.56
64	64.000	0.688	465.64	...	...	1 600	1 626	17.48	693.41
64	64.000	0.750	507.11	...	...	1 600	1 626	19.05	754.95
64	64.000	0.812	548.49	...	...	1 600	1 626	20.62	816.37
64	64.000	0.875	590.46	...	...	1 600	1 626	22.23	879.23
64	64.000	0.938	632.34	...	...	1 600	1 626	23.83	941.57
64	64.000	1.000	673.47	...	...	1 600	1 626	25.40	1 002.62
64	64.000	1.062	714.52	...	...	1 600	1 626	26.97	1 063.55
64	64.000	1.125	756.15	...	...	1 600	1 626	28.58	1 125.90
64	64.000	1.188	797.69	...	...	1 600	1 626	30.18	1 187.74
64	64.000	1.250	838.50	...	...	1 600	1 626	31.75	1 248.30
68	68.000	0.469	338.57	...	...	...	1 727	11.91	503.75
68	68.000	0.500	360.79	...	...	...	1 727	12.70	536.92
68	68.000	0.562	405.15	...	...	...	1 727	14.27	602.74
68	68.000	0.625	450.15	...	...	...	1 727	15.88	670.12

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification {Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)}	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
68	68.000	0.688	495.06	...	...	...	1 727	17.48	736.95
68	68.000	0.750	539.18	...	...	...	1 727	19.05	802.40
68	68.000	0.812	583.21	...	...	...	1 727	20.62	867.73
68	68.000	0.875	627.87	...	...	...	1 727	22.23	934.60
68	68.000	0.938	672.45	...	...	...	1 727	23.83	1 006.92
68	68.000	1.000	716.23	...	...	...	1 727	25.40	1 065.89
68	68.000	1.062	759.93	...	...	...	1 727	26.97	1 130.73
68	68.000	1.125	804.26	...	...	...	1 727	28.58	1 197.09
68	68.000	1.188	848.49	...	...	...	1 727	30.18	1 262.92
68	68.000	1.250	891.95	...	...	...	1 727	31.75	1 327.39
72	72.000	0.500	382.17	...	...	1 800	1 829	12.70	568.87
72	72.000	0.562	429.18	...	...	1 800	1 829	14.27	638.64
72	72.000	0.625	476.87	...	...	1 800	1 829	15.88	710.08
72	72.000	0.688	524.48	...	...	1 800	1 829	17.48	780.92
72	72.000	0.750	571.25	...	...	1 800	1 829	19.05	850.32
72	72.000	0.812	617.83	...	...	1 800	1 829	20.62	919.60
72	72.000	0.875	665.29	...	...	1 800	1 829	22.23	990.52
72	72.000	0.938	712.55	...	...	1 800	1 829	23.83	1 060.87
72	72.000	1.000	758.99	...	...	1 800	1 829	25.40	1 129.78
72	72.000	1.062	805.34	...	...	1 800	1 829	26.97	1 198.57
72	72.000	1.125	852.36	...	...	1 800	1 829	28.58	1 268.98
72	72.000	1.188	899.29	...	...	1 800	1 829	30.18	1 338.83
72	72.000	1.250	945.40	...	...	1 800	1 829	31.75	1 407.25
76	76.000	0.500	403.55	...	...	...	1 930	12.70	600.50
76	76.000	0.562	453.21	...	...	...	1 930	14.27	674.18
76	76.000	0.625	503.60	...	...	...	1 930	15.88	749.62
76	76.000	0.688	553.90	...	...	...	1 930	17.48	824.45
76	76.000	0.750	603.32	...	...	...	1 930	19.05	897.77
76	76.000	0.812	652.65	...	...	...	1 930	20.62	970.96
76	76.000	0.875	702.70	...	...	...	1 930	22.23	1 045.89
76	76.000	0.938	752.66	...	...	...	1 930	23.83	1 120.22
76	76.000	1.000	801.75	...	...	...	1 930	25.40	1 193.05
76	76.000	1.062	850.75	...	...	...	1 930	26.97	1 265.74
76	76.000	1.125	900.47	...	...	...	1 930	28.58	1 340.17
76	76.000	1.188	950.09	...	...	...	1 930	30.18	1 414.01
76	76.000	1.250	998.85	...	...	...	1 930	31.75	1 486.33
80	80.000	0.562	477.25	...	...	2 000	2 032	14.27	710.08
80	80.000	0.625	530.32	...	...	2 000	2 032	15.88	789.56
80	80.000	0.688	583.32	...	...	2 000	2 032	17.48	868.43
80	80.000	0.750	635.39	...	...	2 000	2 032	19.05	945.69
80	80.000	0.812	687.37	...	...	2 000	2 032	20.62	1 022.83
80	80.000	0.875	740.12	...	...	2 000	2 032	22.23	1 101.81
80	80.000	0.938	792.77	...	...	2 000	2 032	23.83	1 180.17
80	80.000	1.000	844.51	...	...	2 000	2 032	25.40	1 256.94

Cont. Tabla A1

“Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe”

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
80	80.000	1.062	896.17	...	...	2 000	2 032	26.97	1 333.59
80	80.000	1.125	948.57	...	...	2 000	2 032	28.58	1 412.06
80	80.000	1.188	1,000.89	...	...	2 000	2 032	30.18	1 489.92
80	80.000	1.250	1,052.30	...	...	2 000	2 032	31.75	1 566.20

Tabla A2. Factor de calidad o eficiencia del tipo de junta

No.	Tipo de Junta	Tipo de Costura	Inspección	Factor de Junta	
1	Soldada a tope en horno, costura continua		Recta	Como se requiera por especificación	0.6 (nota 1)
2	Soldada por resistencia eléctrica		Recta o espiral	Como se requiera por especificación	0.85 (nota 1)
3	Soldada por fusión eléctrica		Recta o espiral	Como se requiera por especificación	0.8
	a) Costura sencilla, con o sin aportación de material			Radiografiado puntual adicional	0.9
				radiografiado al 100%	1
	b) costura doble, con o sin aporte de material		recta o espiral (excepto para 4 (a))	como se requiera por especificación	0.85
				radiografiado puntual adicional	0.9
				radiografiado al 100%	1
4	a) API		recta (con una o dos costuras) o espiral	como se requiera por especificación	0.95
	* Doble arco sumergido (dsaw). * arco gas-metal (gmaw).				

Nota (1) no se permite incrementar el factor de eficiencia de junta por inspección adicional.

Tabla A3. Variaciones Permisibles en el Diámetro Exterior de la Tubería de Acero.

NPS	Variación Permissible en el Diámetro Exterior (OD)			
	tolerancia arriba		tolerancia abajo	
	pulg	mm	pulg	mm
1/8 ≤ \varnothing ≤ 1 1/2	1/64	0.40	1/64	0.4
1 1/2 < \varnothing ≤ 4	1/32	0.79	1/32	0.79
4 < \varnothing ≤ 8	1/16	1.59	1/32	0.79
8 < \varnothing ≤ 18	3/32	2.38	1/32	0.79
18 < \varnothing ≤ 26	1/8	3.18	1/32	0.79
26 < \varnothing ≤ 34	5/32	3.97	1/32	0.79
34 < \varnothing ≤ 48	3/16	4.76	1/32	0.79

Tabla A4 Dimensiones de tubo con costura y sin costura de acero inoxidable y aceros no ferrosos.

diam. nom. (pulg)	diam. ext. (OD) pulg	espesor nominal (pulg)			
		ced.5s (1)	ced.10s (1)	ced.40s	ced.80s
1/8	0.405	...	0.049	0.068	0.095
1/4	0.540	...	0.065	0.088	0.119
3/8	0.675	...	0.065	0.091	0.126
1/2	0.840	0.065	0.083	0.109	0.147
3/4	1.050	0.065	0.083	0.113	0.154
1	1.315	0.065	0.109	0.133	0.179
1 1/4	1.660	0.065	0.109	0.140	0.191
1 1/2	1.900	0.065	0.109	0.145	0.200
2	2.375	0.065	0.109	0.154	0.218
2 1/2	2.875	0.083	0.120	0.203	0.276
3	3.500	0.083	0.120	0.216	0.300
3 1/2	4.000	0.083	0.120	0.226	0.318
4	4.500	0.083	0.120	0.237	0.337
5	5.563	0.109	0.134	0.258	0.375
6	6.625	0.109	0.134	0.280	0.432
8	8.625	0.109	0.148	0.322	0.500
10	10.750	0.134	0.165	0.365	0.500 (2)
12	12.750	0.156	0.180	0.375 (2)	0.500 (2)
14	14.000	0.156	0.188 (2)	...	...
16	16.000	0.165	0.188 (2)	...	...
18	18.000	0.165	0.188 (2)	...	...
20	20.000	0.188	0.218 (2)	...	...
22	22.000	0.188	0.218 (2)	...	...
24	24.000	0.218	0.250	...	...
30	30.000	0.250	0.312	...	...

Notas:

1. Cédulas 5s y 10s no se permiten roscar de acuerdo al ANSI/ASME B1.20.1
2. Estas dimensiones difieren del ANSI/ASME B36.10

Tabla A5 Pesos de tubería de acero inoxidable.

diámetro nominal (pulg)	peso de tubería de acero, extremos planos (lb/pie)			
	ced. 5s	ced. 10s	ced. 40s	ced. 80s
1/8	...	0.19	0.24	0.31
1/4	...	0.33	0.42	0.54
3/8	...	0.42	0.57	0.74
1/2	0.54	0.67	0.85	1.09
3/4	0.69	0.86	1.13	1.47
1	0.87	1.40	1.68	2.17
1 1/4	1.11	1.81	2.27	3.00
1 1/2	1.28	2.09	2.72	3.63
2	1.61	2.64	3.65	5.02
2 1/2	2.48	3.53	5.79	7.66
3	3.03	4.33	7.58	10.25
3 1/2	3.48	4.97	9.11	12.51
4	3.92	5.61	10.79	14.98
5	6.36	7.77	14.62	20.78
6	7.60	9.29	18.97	28.57
8	9.93	13.40	28.55	43.39
10	15.19	18.65	40.48	54.74
12	20.98	24.17	49.56	65.42
14	23.07	27.73	...	...
16	27.90	31.75	...	...
18	31.43	35.76	...	...
20	39.78	46.06	...	...
22	43.80	50.71	...	...
24	55.37	63.41	...	...
30	79.43	98.93	...	...

Notas generales:

- 1 lb/pie= 1.4895 kg/m.
- Los pesos están dados en libras por pie lineal y corresponden a tubería de acero al carbón extremos planos.
- Los diferentes grados de acero inoxidable, permiten variaciones considerables en el peso. El acero inoxidable ferrítico puede ser hasta 5% menor y el acero inoxidable austenítico puede ser hasta 2% mayor a los valores mostrados en esta tabla.

Tabla A6. Resumen de diferencias entre tubería API PSL1 y API PSL2

Parámetro	PSL1	PSL2
Rango de grados	A25 hasta X70	B hasta X80
Rango de diámetros (pulg)	0.485 hasta 80	4.500 hasta 80
Tipo de extremos	Planos, roscados, biselados y especiales	Planos
Soldadura de costura	Todos los métodos. Soldadura continua limitado al grado a25	Todos los métodos, excepto continua y láser
Soldadura eléctrica (frecuencia)	No hay mínimo	100 khz. Mínimo.
Tratamiento Térmico de soldadura eléctrica	Requerido para grado >X42	Requerido para todos los grados
Contenido máximo de carbono p/tubería sin costura	0.28 % para grado >=B	0.24 %
Contenido máximo de carbono para tubería con costura	0.26 % para grado >=B	0.22 %
Contenido máximo de Fósforo	0.030 % para grado >=A	0.025 %
Contenido máximo de Azufre	0.030 %	0.015 %
Carbón equivalente	Cuando el comprador lo especifique (sr18)	Máximo para cada grado
Máximo esfuerzo de cedencia	Ninguno	Máximo para cada grado
Ultimo esfuerzo de tensión (máximo)	Ninguno	Máximo para cada grado
Dureza de fractura	No requiere	Requerido para todos los grados
Inspección no destructiva de tubo sin costura	Cuando el comprador especifique SR4	SR4 mandatorio
Reparación del cuerpo del tubo por soldadura	Permitido	Prohibido
Reparación de la costura por soldadura sin aporte de material	Permitido por acuerdo	Prohibido
Certificación	Certificado cuando se especifique por SR15	SR15.1 mandatorio

Tabla A7. Tubería API Estándar roscada: dimensiones, pesos y pruebas de presión (Extracto del API 5L)

(1)	(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		(8)		(9)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i>		Specified Wall Thickness <i>t</i>		Calculated Weight						Minimum Test Pressure					
					Plain-End Weight per Unit Length		Threads and Coupling ^a		Calculated Inside Diameter ^b		Grade A25		Grade A		Grade B	
					<i>w_{pe}</i>	<i>e_w</i>	<i>d</i>	<i>d</i>	psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c		
in.	mm	in.	mm	lb/ft	kg/m	lb	kg	in.	mm	psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c	
0.405	0.405	10.3	0.068	1.7	0.24	0.36	0.20	0.09	0.269	6.9	700	48	700	48	700	48
0.540	0.540	13.7	0.088	2.2	0.43	0.62	0.20	0.09	0.364	9.3	700	48	700	48	700	48
0.675	0.675	17.1	0.091	2.3	0.57	0.84	0.20	0.09	0.493	12.5	700	48	700	48	700	48
0.840	0.840	21.3	0.109	2.8	0.85	1.28	0.20	0.09	0.622	15.7	700	48	700	48	700	48
1.050	1.050	26.7	0.113	2.9	1.13	1.70	0.20	0.09	0.824	20.9	700	48	700	48	700	48
1.315	1.315	33.4	0.133	3.4	1.68	2.52	0.20	0.09	1.049	26.6	700	48	700	48	700	48
1.660	1.660	42.2	0.140	3.6	2.27	3.43	0.60	0.27	1.380	35.0	1000	69	1000	69	1100	76
1.900	1.900	48.3	0.145	3.7	2.72	4.07	0.40	0.18	1.610	40.9	1000	69	1000	69	1100	76
2 ³ / ₈	2.375	60.3	0.154	3.9	3.66	5.42	1.20	0.54	2.067	52.5	1000	69	1000	69	1100	76
2 ⁷ / ₈	2.875	73.0	0.203	5.2	5.80	8.69	1.80	0.82	2.469	62.6	1000	69	1000	69	1100	76
3 ¹ / ₂	3.500	88.9	0.216	5.5	7.58	11.31	1.80	0.82	3.068	77.9	1000	69	1000	69	1100	76
4	4.000	101.6	0.226	5.7	9.12	13.48	3.20	1.45	3.548	90.2	1200	83	1200	83	1300	90
4 ¹ / ₂	4.500	114.3	0.237	6.0	10.80	16.02	4.40	2.00	4.026	102.3	1200	83	1200	83	1300	90
5 ⁹ / ₁₆	5.563	141.3	0.258	6.6	14.63	21.92	5.60	2.54	5.047	128.1	1200	83	1200	83	1300	90
6 ⁵ / ₈	6.625	168.3	0.280	7.1	18.99	28.22	7.20	3.27	6.065	154.1	—	—	1200	83	1300	90
8 ⁵ / ₈	8.625	219.1	0.277	7.0	24.72	36.61	14.80	6.72	8.071	205.1	—	—	1160	79	1350	92
8 ⁵ / ₈	8.625	219.1	0.322	8.2	28.58	42.65	14.00	6.36	7.981	202.7	—	—	1340	93	1570	108
10 ³ / ₄	10.750	273.1	0.279	7.1	31.23	46.57	20.00	9.08	10.192	258.9	—	—	930	65	1090	75
10 ³ / ₄	10.750	273.1	0.307	7.8	34.27	51.03	19.20	8.72	10.136	257.5	—	—	1030	71	1200	83
10 ³ / ₄	10.750	273.1	0.365	9.3	40.52	60.50	17.40	7.90	10.020	254.5	—	—	1220	85	1430	98
12 ³ / ₄	12.750	323.9	0.330	8.4	43.81	65.35	32.60	14.80	12.090	307.1	—	—	930	64	1090	75
12 ³ / ₄	12.750	323.9	0.375	9.5	49.61	73.65	30.80	13.98	12.000	304.9	—	—	1060	73	1240	85
14	14.000	355.6	0.375	9.5	54.62	81.08	24.60	11.17	13.250	336.6	—	—	960	66	1130	77
16	16.000	406.4	0.375	9.5	62.64	92.98	30.00	13.62	15.250	387.4	—	—	840	58	980	68
18	18.000	457.0	0.375	9.5	70.65	104.84	35.60	16.16	17.250	438.0	—	—	750	52	880	60
20	20.000	508.0	0.375	9.5	78.67	116.78	42.00	19.07	19.250	489.0	—	—	680	46	790	54

Tabla A8. Tubería API pesada roscada: dimensiones, pesos y pruebas de presión (Extracto del API 5L)

(1)	(2)		(3)		(4)				(5)		(6)		(7)		(8)		(9)																	
																			Calculated Weight										Minimum Test Pressure					
																			Specified Outside Diameter <i>D</i>		Specified Wall Thickness <i>t</i>		Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i>		Threads and Coupling ^a <i>e_w</i>		Calculated Inside Diameter ^b <i>d</i>		Grade A25		Grade A		Grade B	
																													psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c
Size	in.	mm	in.	mm	lb/ft	kg/m	lb	kg	in.	mm	psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c	psi	100 kPa ^c																		
0.405	0.405	10.3	0.095	2.4	0.31	0.47	0.02	0.01	0.215	5.5	850	59	850	59	850	59																		
0.540	0.540	13.7	0.119	3.0	0.54	0.79	0.05	0.02	0.302	7.7	850	59	850	59	850	59																		
0.675	0.675	17.1	0.126	3.2	0.74	1.10	0.07	0.03	0.423	10.7	850	59	850	59	850	59																		
0.840	0.840	21.3	0.147	3.7	1.09	1.61	0.12	0.05	0.546	13.9	850	59	850	59	850	59																		
1.050	1.050	26.7	0.154	3.9	1.48	2.19	0.18	0.08	0.742	18.9	850	59	850	59	850	59																		
1.315	1.315	33.4	0.179	4.5	2.17	3.21	0.23	0.10	0.957	24.4	850	59	850	59	850	59																		
1.660	1.660	42.2	0.191	4.9	3.00	4.51	0.58	0.56	1.278	32.4	1300	90	1500	103	1600	110																		
1.900	1.900	48.3	0.200	5.1	3.63	5.43	0.36	0.16	1.500	38.1	1300	90	1500	103	1600	110																		
2 ¹ / ₈	2.375	60.3	0.218	5.5	5.03	7.43	1.09	0.50	1.939	49.3	1300	90	2500	172	2500	172																		
2 ³ / ₈	2.875	73.0	0.276	7.0	7.67	11.39	1.57	0.71	2.323	59.0	1300	90	2500	172	2500	172																		
3 ¹ / ₂	3.500	88.9	0.300	7.6	10.26	15.24	1.76	0.80	2.900	73.7	1300	90	2500	172	2500	172																		
4	4.000	101.6	0.318	8.1	12.52	18.68	3.00	1.36	3.364	85.4	1700	117	2800	193	2800	193																		
4 ¹ / ₂	4.500	114.3	0.337	8.6	15.00	22.42	3.99	1.81	3.826	97.1	1700	117	2700	187	2800	193																		
5 ⁹ / ₁₆	5.563	141.3	0.375	9.5	20.80	30.88	4.94	2.24	4.813	122.3	1700	117	2430	167	2800	193																		
6 ⁵ / ₈	6.625	168.3	0.432	11.0	28.60	42.67	5.65	2.56	5.761	146.3	—	—	2350	162	2740	189																		
8 ⁵ / ₈	8.625	219.1	0.500	12.7	43.43	64.64	11.47	5.20	7.625	193.7	—	—	2090	144	2430	168																		
10 ³ / ₄	10.750	273.1	0.500	12.7	54.79	81.55	15.32	6.95	9.750	247.7	—	—	1670	116	1950	134																		
12 ³ / ₄	12.750	323.9	0.500	12.7	65.48	97.46	28.74	13.04	11.750	298.5	—	—	1410	97	1650	113																		

Tabla A9. Tubería API extremos planos: dimensiones, pesos y pruebas de presión. (Extracto del API 5L)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^d <i>d</i> (in.)	Grade A25	Minimum Test Pressure (psi) ^b			
						Grade A		Grade B	
						Std.	Alt.	Std.	Alt.
0.405	0.405	0.068	0.24	0.269	700	700	—	700	—
0.405	0.405	0.095	0.31	0.215	850	850	—	850	—
0.540	0.540	0.088	0.43	0.364	700	700	—	700	—
0.540	0.540	0.119	0.54	0.302	850	850	—	850	—
0.675	0.675	0.091	0.57	0.493	700	700	—	700	—
0.675	0.675	0.126	0.74	0.423	850	850	—	850	—
0.840	0.840	0.109	0.85	0.622	700	700	—	700	—
0.840	0.840	0.147	1.09	0.546	850	850	—	850	—
0.840	0.840	0.294	1.72	0.252	1000	1000	—	1000	—
1.050	1.050	0.113	1.13	0.824	700	700	—	700	—
1.050	1.050	0.154	1.48	0.742	850	850	—	850	—
1.050	1.050	0.308	2.44	0.434	1000	1000	—	1000	—
1.315	1.315	0.133	1.68	1.049	700	700	—	700	—
1.315	1.315	0.179	2.17	0.957	850	850	—	850	—
1.315	1.315	0.358	3.66	0.599	1000	1000	—	1000	—
1.660	1.660	0.140	2.27	1.380	1000	1200	—	1300	—
1.660	1.660	0.191	3.00	1.278	1300	1800	—	1900	—
1.660	1.660	0.382	5.22	0.896	1400	2200	—	2300	—
1.900	1.900	0.145	2.72	1.610	1000	1200	—	1300	—
1.900	1.900	0.200	3.63	1.500	1300	1800	—	1900	—
1.900	1.900	0.400	6.41	1.100	1400	2200	—	2300	—

Tabla A10. Tubería API extremos planos: dimensiones, pesos y pruebas de presión de 2 3/8 hasta 5 9/16 pulg. (Extracto del API 5L)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b											
					Grade A25	Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
2 3/8 ^c	2.375	0.083	2.03	2.209	Std.	600	1260	1470	1760	1930	2180	2350	2520	2730	2940	—
					Alt.	—	1570	1830	2200	2410	2730	2940	3150	3410	3670	—
2 3/8 ^c	2.375	0.109	2.64	2.157	Std.	800	1650	1930	2310	2530	2860	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2070	2410	2890	3170	3580	3860	4130	4470	4820	—
2 3/8 ^c	2.375	0.125	3.01	2.125	Std.	1000	1890	2210	2650	2910	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2370	2500	3320	3630	4110	4420	4740	5130	5530	—
2 3/8 ^c	2.375	0.141	3.37	2.093	Std.	1000	2140	2490	2990	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	3740	4100	4630	4990	5340	5790	6230	—
2 3/8	2.375	0.154	3.66	2.067	Std.	1000	2330	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4090	4470	5060	5450	5840	6320	6810	—
2 3/8	2.375	0.172	4.05	2.031	Std.	1100	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4560	5000	5650	6080	6520	7060	7260	—
2 3/8	2.375	0.188	4.40	1.999	Std.	1200	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4990	5460	6170	6650	7120	7260	7260	—
2 3/8	2.375	0.218	5.03	1.939	Std.	1300	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	5780	6330	7160	7260	7260	7260	7260	—
2 3/8	2.375	0.250	5.68	1.875	Std.	1400	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	6630	7260	7260	7260	7260	7260	7260	—
2 3/8	2.375	0.281	6.29	1.813	Std.	1400	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260	—
2 3/8	2.375	0.436	9.04	1.503	Std.	1400	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260	—
2 7/8 ^c	2.875	0.083	2.48	2.709	Std.	600	1040	1210	1460	1590	1800	1940	2080	2250	2430	—
					Alt.	—	1300	1520	1820	1990	2250	2430	2600	2810	3030	—
2 7/8 ^c	2.875	0.109	3.22	2.657	Std.	800	1360	1590	1910	2090	2370	2550	2730	2960	3000	—
					Alt.	—	1710	1990	2390	2620	2960	3180	3410	3700	3980	—
2 7/8 ^c	2.875	0.125	3.67	2.625	Std.	1000	1570	1830	2190	2400	2710	2920	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	1960	2280	2740	3000	3390	3650	3910	4240	4570	—
2 7/8 ^c	2.875	0.141	4.12	2.593	Std.	1000	1770	2060	2470	2710	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2210	2500	3090	3380	3830	4120	4410	4780	5150	—
2 7/8	2.875	0.156	4.53	2.563	Std.	1000	1950	2280	2730	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2440	2500	3420	3740	4230	4560	4880	5290	5700	—
2 7/8	2.875	0.172	4.97	2.531	Std.	1000	2150	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	3770	4130	4670	5030	5380	5830	6280	—
2 7/8	2.875	0.188	5.40	2.499	Std.	1000	2350	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4120	4510	5100	5490	5890	6380	6870	—
2 7/8	2.875	0.203	5.80	2.469	Std.	1000	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4450	4870	5510	5930	6350	6880	7260	—
2 7/8	2.875	0.216	6.14	2.443	Std.	1100	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4730	5180	5860	6310	6760	7260	7260	—
2 7/8	2.875	0.250	7.02	2.375	Std.	1200	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	5480	6000	6780	7260	7260	7260	7260	—
2 7/8	2.875	0.276	7.67	2.323	Std.	1300	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	6050	6620	7260	7260	7260	7260	7260	—
2 7/8	2.875	0.552	13.71	1.771	Std.	1400	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260	—
3 1/2 ^c	3.500	0.083	3.03	3.334	Std.	600	850	1000	1200	1310	1480	1590	1710	1850	1990	—
					Alt.	—	1070	1250	1490	1640	1850	1990	2130	2310	2490	—
3 1/2 ^c	3.500	0.109	3.95	3.282	Std.	800	1120	1310	1570	1720	1940	2090	2240	2430	2620	—
					Alt.	—	1400	1640	1960	2150	2430	2620	2800	3040	3270	—

Cont. Tabla A10.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-End Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a d (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b											
					Grade A25	Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
3 1/2 ^c	3.500	0.125	4.51	3.250	Std.	1000	1290	1500	1800	1970	2230	2400	2570	2790	3000	—
					Alt.	—	1610	1880	2250	2460	2790	3000	3210	3480	3750	—
3 1/2 ^c	3.500	0.141	5.06	3.218	Std.	1000	1450	1690	2030	2220	2510	2710	2900	3000	3000	—
					Alt.	—	1810	2120	2540	2780	3140	3380	3630	3930	4230	—
3 1/2 ^c	3.500	0.156	5.58	3.188	Std.	1000	1600	1870	2250	2460	2780	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2010	2340	2810	3080	3480	3740	4010	4350	4680	—
3 1/2	3.500	0.172	6.12	3.156	Std.	1000	1770	2060	2480	2710	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2210	2500	3100	3390	3830	4130	4420	4790	5160	—
3 1/2	3.500	0.188	6.66	3.124	Std.	1000	1930	2260	2710	2970	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2420	2500	3380	3710	4190	4510	4830	5240	5640	—
3 1/2	3.500	0.216	7.58	3.068	Std.	1000	2220	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	3890	4260	4810	5180	5550	6020	6480	—
3 1/2	3.500	0.250	8.69	3.000	Std.	—	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4500	4930	5570	6000	6430	6960	7260	—
3 1/2	3.500	0.281	9.67	2.938	Std.	—	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	5060	5540	6260	6740	7230	7260	7260	—
3 1/2	3.500	0.300	10.26	2.900	Std.	1300	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	5400	5910	6690	7200	7260	7260	7260	—
3 1/2	3.500	0.600	18.60	2.300	Std.	—	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260	—
4 ^c	4.000	0.083	3.48	3.834	Std.	—	750	870	1050	1150	1290	1390	1490	1620	1740	—
					Alt.	—	930	1090	1310	1430	1620	1740	1870	2020	2180	—
4 ^c	4.000	0.109	4.53	3.782	Std.	600	980	1140	1370	1500	1700	1830	1960	2130	2290	—
					Alt.	—	1230	1430	1720	1880	2130	2290	2450	2660	2860	—
4 ^c	4.000	0.125	5.18	3.750	Std.	—	1130	1310	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	—
					Alt.	—	1410	1640	1970	2160	2440	2630	2810	3050	3280	—
4 ^c	4.000	0.141	5.82	3.718	Std.	800	1270	1480	1780	1950	2200	2370	2540	2750	2960	—
					Alt.	—	1590	1850	2220	2430	2750	2960	3170	3440	3700	—
4 ^c	4.000	0.156	6.41	3.688	Std.	—	1400	1640	1970	2150	2430	2620	2810	3000	3000	—
					Alt.	—	1760	2050	2460	2690	3040	3280	3510	3800	4100	—
4	4.000	0.172	7.04	3.656	Std.	1000	1550	1810	2170	2370	2680	2890	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	1940	2260	2710	2970	3350	3610	3870	4190	4520	—
4	4.000	0.188	7.66	3.624	Std.	1200	1690	1970	2370	2590	2930	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2120	2470	2960	3240	3670	3950	4230	4580	4940	—
4	4.000	0.226	9.12	3.548	Std.	1200	2030	2370	2850	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2540	2800	3560	3900	4410	4750	5090	5510	5930	—
4	4.000	0.250	10.02	3.500	Std.	—	2250	2630	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2800	2800	3940	4310	4880	5250	5630	6090	6560	—
4	4.000	0.281	11.17	3.438	Std.	—	2530	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2800	2800	4430	4850	5480	5900	6320	6850	7260	—
4	4.000	0.318	12.52	3.364	Std.	1700	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2800	2800	5010	5490	6200	6680	7160	7260	7260	—
4 1/2 ^c	4.500	0.083	3.92	4.334	Std.	—	660	770	930	1020	1150	1240	1330	1440	1550	1770
					Alt.	—	830	970	1160	1270	1440	1550	1660	1800	1940	2210
4 1/2 ^c	4.500	0.125	5.85	4.250	Std.	800	1000	1170	1400	1530	1730	1870	2000	2170	2330	2670
					Alt.	—	1250	1460	1750	1920	2170	2330	2500	2710	2920	3330
4 1/2 ^c	4.500	0.141	6.57	4.218	Std.	—	1130	1320	1580	1730	1960	2110	2260	2440	2630	3000
					Alt.	—	1410	1650	1970	2160	2440	2630	2820	3060	3290	3760
4 1/2 ^c	4.500	0.156	7.24	4.188	Std.	1000	1250	1460	1750	1910	2160	2330	2500	2700	2910	3000
					Alt.	—	1560	1820	2180	2390	2700	2910	3120	3380	3640	4160

Cont. Tabla A10.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b											
					Grade A25	Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
4 1/2	4.500	0.172	7.96	4.156	Std.	—	1380	1610	1930	2110	2390	2570	2750	2980	3000	3000
					Alt.	—	1720	2010	2410	2640	2980	3210	3440	3730	4010	4590
4 1/2	4.500	0.188	8.67	4.124	Std.	1200	1500	1750	2110	2310	2610	2810	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	1880	2190	2630	2880	3260	3510	3760	4070	4390	5010
4 1/2	4.500	0.203	9.32	4.094	Std.	—	1620	1890	2270	2490	2810	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2030	2370	2840	3110	3520	3790	4060	4400	4740	5410
4 1/2	4.500	0.219	10.02	4.062	Std.	1200	1750	2040	2450	2690	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2190	2560	3070	3360	3800	4090	4380	4750	5110	5840
4 1/2	4.500	0.237	10.80	4.026	Std.	1200	1900	2210	2650	2910	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2370	2770	3320	3630	4110	4420	4740	5140	5530	6320
4 1/2	4.500	0.250	11.36	4.000	Std.	—	2000	2330	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2500	2800	3500	3830	4330	4670	5000	5420	5830	6670
4 1/2	4.500	0.281	12.67	3.938	Std.	—	2250	2620	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	3930	4310	4870	5250	5620	6090	6560	7260
4 1/2	4.500	0.312	13.97	3.876	Std.	—	2500	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	4370	4780	5410	5820	6240	6760	7260	7260
4 1/2	4.500	0.337	15.00	3.826	Std.	1700	2700	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	4720	5170	5840	6290	6740	7260	7260	7260
4 1/2	4.500	0.438	19.02	3.624	Std.	—	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	6130	6720	7260	7260	7260	7260	7260	7260
4 1/2	4.500	0.531	22.53	3.438	Std.	—	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
4 1/2	4.500	0.674	27.57	3.152	Std.	—	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
5 9/16 ^c	5.563	0.083	4.86	5.397	Std.	—	540	630	750	820	930	1000	1070	1160	1250	1430
					Alt.	—	670	780	940	1030	1160	1250	1340	1450	1570	1790
5 9/16 ^c	5.563	0.125	7.27	5.313	Std.	670	810	940	1130	1240	1400	1510	1620	1750	1890	2160
					Alt.	—	1010	1180	1420	1550	1750	1890	2020	2190	2360	2700
5 9/16 ^c	5.563	0.156	9.02	5.251	Std.	840	1010	1180	1410	1550	1750	1880	2020	2190	2360	2690
					Alt.	—	1260	1470	1770	1930	2190	2360	2520	2730	2940	3370
5 9/16	5.563	0.188	10.80	5.187	Std.	1010	1220	1420	1700	1870	2110	2270	2430	2640	2840	3000
					Alt.	—	1520	1770	2130	2330	2640	2840	3040	3290	3550	4060
5 9/16	5.563	0.219	12.51	5.125	Std.	1180	1420	1650	1980	2170	2460	2650	2830	3000	3000	3000
					Alt.	—	1770	2070	2480	2720	3070	3310	3540	3840	4130	4720
5 9/16	5.563	0.258	14.63	5.047	Std.	1200	1670	1950	2340	2560	2890	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2090	2430	2920	3200	3620	3900	4170	4520	4870	5570
5 9/16	5.563	0.281	15.87	5.001	Std.	1520	1820	2120	2550	2790	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2270	2650	3180	3490	3940	4240	4550	4920	5300	6060
5 9/16	5.563	0.312	17.51	4.939	Std.	1680	2020	2360	2830	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2520	2800	3530	3870	4370	4710	5050	5470	5890	6730
5 9/16	5.563	0.344	19.19	4.875	Std.	1860	2230	2600	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2780	2800	3900	4270	4820	5190	5570	6030	6490	7260
5 9/16	5.563	0.375	20.80	4.813	Std.	2020	2430	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	4250	4650	5260	5660	6070	6570	7080	7260
5 9/16	5.563	0.500	27.06	4.563	Std.	2700	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	5660	6200	7010	7260	7260	7260	7260	7260
5 9/16	5.563	0.625	32.99	4.313	Std.	2800	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	7080	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260

Cont. Tabla A10.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
Size	Specified Outside Diameter	Specified Wall Thickness	Plain-End Weight per Unit Length	Calculated Inside Diameter ^a	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
	<i>D</i> (in.)	<i>t</i> (in.)	<i>w_{pe}</i> (lb/ft)	<i>d</i> (in.)	Grade A25	Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
5 ⁹ / ₁₆	5.563	0.750	38.59	4.063	Std.	2800	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260

Tabla A11. Tubería API extremos planos: dimensiones, pesos y pruebas de presión de 6 5/8 hasta 80 pulg. (Extracto del API 5L)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
6 5/8"	6.625	0.083	5.80	6.459	Std.	450	530	790	860	980	1050	1130	1220	1320	1500
					Alt.	560	660	790	860	980	1050	1130	1220	1320	1500
6 5/8"	6.625	0.109	7.59	6.407	Std.	590	690	1040	1140	1280	1380	1480	1600	1730	1970
					Alt.	740	860	1040	1140	1280	1380	1480	1600	1730	1970
6 5/8"	6.625	0.125	8.69	6.375	Std.	680	790	1190	1300	1470	1580	1700	1840	1980	2260
					Alt.	850	990	1190	1300	1470	1580	1700	1840	1980	2260
6 5/8"	6.625	0.141	9.77	6.343	Std.	770	890	1340	1470	1660	1790	1920	2080	2230	2550
					Alt.	960	1120	1340	1470	1660	1790	1920	2080	2230	2550
6 5/8"	6.625	0.156	10.79	6.313	Std.	850	990	1480	1620	1840	1980	2120	2300	2470	2830
					Alt.	1060	1240	1480	1620	1840	1980	2120	2300	2470	2830
6 5/8"	6.625	0.172	11.87	6.281	Std.	930	1090	1640	1790	2030	2180	2340	2530	2730	3000
					Alt.	1170	1360	1640	1790	2030	2180	2340	2530	2730	3120
6 5/8"	6.625	0.188	12.94	6.249	Std.	1020	1190	1790	1960	2210	2380	2550	2770	2980	3000
					Alt.	1280	1490	1790	1960	2210	2380	2550	2770	2980	3410
6 5/8"	6.625	0.203	13.94	6.219	Std.	1100	1290	1930	2110	2390	2570	2760	2990	3000	3000
					Alt.	1380	1610	1930	2110	2390	2570	2760	2990	3220	3680
6 5/8"	6.625	0.219	15.00	6.187	Std.	1190	1390	2080	2280	2580	2780	2980	3000	3000	3000
					Alt.	1490	1740	2080	2280	2580	2780	2980	3220	3470	3970
6 5/8"	6.625	0.250	17.04	6.125	Std.	1360	1580	2380	2600	2940	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1700	1980	2380	2600	2940	3170	3400	3680	3960	4530
6 5/8"	6.625	0.280	18.99	6.065	Std.	1520	1780	2660	2920	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1900	2220	2660	2920	3300	3550	3800	4120	4440	5070
6 5/8"	6.625	0.312	21.06	6.001	Std.	1700	1980	2970	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2120	2470	2970	3250	3670	3960	4240	4590	4940	5650
6 5/8"	6.625	0.344	23.10	5.937	Std.	1870	2180	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2340	2730	3270	3580	4050	4360	4670	5060	5450	6230
6 5/8"	6.625	0.375	25.05	5.875	Std.	2040	2380	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2550	2800	3570	3910	4420	4750	5090	5520	5940	6790
6 5/8"	6.625	0.432	28.60	5.761	Std.	2350	2740	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4110	4500	5090	5480	5870	6360	6850	7260
6 5/8"	6.625	0.500	32.74	5.625	Std.	2720	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4750	5210	5890	6340	6790	7260	7260	7260

Cont. Table A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b									
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
6 ⁵ / ₈	6.625	0.562	36.43	5.501	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5340	5850	6620	7130	7260	7260	7260	7260
6 ⁵ / ₈	6.625	0.625	40.09	5.375	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5940	6510	7260	7260	7260	7260	7260
6 ⁵ / ₈	6.625	0.719	45.39	5.187	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	6840	7260	7260	7260	7260	7260	7260
6 ⁵ / ₈	6.625	0.750	47.10	5.125	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	7130	7260	7260	7260	7260	7260	7260
6 ⁵ / ₈	6.625	0.864	53.21	4.897	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
6 ⁵ / ₈	6.625	0.875	53.78	4.875	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
8 ⁵ / ₈ ^c	8.625	0.125	11.36	8.375	Std.	520	610	910	1000	1130	1220	1300	1410	1520
					Alt.	650	760	910	1000	1130	1220	1300	1410	1520	1740
8 ⁵ / ₈ ^c	8.625	0.156	14.12	8.313	Std.	650	760	1140	1250	1410	1520	1630	1760	1900
					Alt.	810	950	1140	1250	1410	1520	1630	1760	1900	2170
8 ⁵ / ₈	8.625	0.188	16.96	8.249	Std.	780	920	1370	1500	1700	1830	1960	2130	2290
					Alt.	980	1140	1370	1500	1700	1830	1960	2130	2290	2620
8 ⁵ / ₈	8.625	0.203	18.28	8.219	Std.	850	990	1480	1620	1840	1980	2120	2290	2470
					Alt.	1060	1240	1480	1620	1840	1980	2120	2290	2470	2820
8 ⁵ / ₈	8.625	0.219	19.68	8.187	Std.	910	1070	1600	1750	1980	2130	2290	2480	2670
					Alt.	1140	1330	1600	1750	1980	2130	2290	2480	2670	3050
8 ⁵ / ₈	8.625	0.250	22.38	8.125	Std.	1040	1220	1830	2000	2260	2430	2610	2830	3000
					Alt.	1300	1520	1830	2000	2260	2430	2610	2830	3040	3480
8 ⁵ / ₈	8.625	0.277	24.72	8.071	Std.	1160	1350	2020	2220	2510	2700	2890	3000	3000
					Alt.	1450	1690	2020	2220	2510	2700	2890	3130	3370	3850
8 ⁵ / ₈	8.625	0.312	27.73	8.001	Std.	1300	1520	2280	2500	2820	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1630	1900	2280	2500	2820	3040	3260	3530	3800	4340
8 ⁵ / ₈	8.625	0.322	28.58	7.981	Std.	1340	1570	2350	2580	2910	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1680	1960	2350	2580	2910	3140	3360	3640	3920	4480
8 ⁵ / ₈	8.625	0.344	30.45	7.937	Std.	1440	1680	2510	2750	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1790	2090	2510	2750	3110	3350	3590	3890	4190	4790
8 ⁵ / ₈	8.625	0.375	33.07	7.875	Std.	1570	1830	2740	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1960	2280	2740	3000	3390	3650	3910	4240	4570	5220
8 ⁵ / ₈	8.625	0.438	38.33	7.749	Std.	1830	2130	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2290	2670	3200	3500	3960	4270	4570	4950	5330	6090
8 ⁵ / ₈	8.625	0.500	43.43	7.625	Std.	2090	2430	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2610	2800	3650	4000	4520	4870	5220	5650	6090	6960
8 ⁵ / ₈	8.625	0.562	48.44	7.501	Std.	2350	2740	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4110	4500	5080	5470	5860	6350	6840	7260
8 ⁵ / ₈	8.625	0.625	53.45	7.375	Std.	2610	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4570	5000	5650	6090	6520	7070	7260	7260
8 ⁵ / ₈	8.625	0.719	60.77	7.187	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5250	5750	6500	7000	7260	7260	7260
8 ⁵ / ₈	8.625	0.750	63.14	7.125	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5480	6000	6780	7260	7260	7260	7260
8 ⁵ / ₈	8.625	0.812	67.82	7.001	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5930	6500	7260	7260	7260	7260	7260
8 ⁵ / ₈	8.625	0.875	72.49	6.875	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	6390	7000	7260	7260	7260	7260	7260

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b									
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
8 ³ / ₈	8.625	1.000	81.51	6.625	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
10 ¹ / ₄ ^c	10.750	0.156	17.67	10.438	Std.	520	610	1040	1130	1280	1380	1480	1600	1730
					Alt.	650	760	1040	1130	1280	1380	1480	1600	1730
10 ³ / ₄ ^c	10.750	0.188	21.23	10.374	Std.	630	730	1250	1370	1550	1660	1780	1930	2080
					Alt.	790	920	1250	1370	1550	1660	1780	1930	2080
10 ¹ / ₂ ^c	10.750	0.203	22.89	10.344	Std.	680	790	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250
					Alt.	850	990	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250
10 ³ / ₄	10.750	0.219	24.65	10.312	Std.	730	860	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420
					Alt.	920	1070	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420
10 ¹ / ₂	10.750	0.250	28.06	10.250	Std.	840	980	1660	1820	2060	2210	2370	2570	2770
					Alt.	1050	1220	1660	1820	2060	2210	2370	2570	2770
10 ³ / ₄	10.750	0.279	31.23	10.192	Std.	930	1090	1850	2030	2290	2470	2650	2870	3000
					Alt.	1170	1360	1850	2030	2290	2470	2650	2870	3090
10 ¹ / ₂	10.750	0.307	34.27	10.136	Std.	1030	1200	2040	2230	2520	2720	2910	3000	3000
					Alt.	1290	1500	2040	2230	2520	2720	2910	3160	3400
10 ³ / ₄	10.750	0.344	38.27	10.062	Std.	1150	1340	2280	2500	2830	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1440	1680	2280	2500	2830	3050	3260	3540	3810
10 ¹ / ₂	10.750	0.365	40.52	10.020	Std.	1220	1430	2420	2660	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1530	1780	2420	2660	3000	3230	3460	3750	4040
10 ³ / ₄	10.750	0.438	48.28	9.874	Std.	1470	1710	2910	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1830	2140	2910	3190	3600	3880	4160	4500	4850
10 ¹ / ₂	10.750	0.500	54.79	9.750	Std.	1670	1950	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2090	2440	3320	3640	4110	4430	4740	5140	5530
10 ³ / ₄	10.750	0.562	61.21	9.626	Std.	1880	2200	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2350	2740	3730	4090	4620	4980	5330	5780	6220
10 ¹ / ₂	10.750	0.625	67.65	9.500	Std.	2090	2440	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2620	2800	4150	4550	5140	5530	5930	6420	6920
10 ³ / ₄	10.750	0.719	77.10	9.312	Std.	2410	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4780	5230	5910	6370	6820	7260	7260
10 ¹ / ₂	10.750	0.812	86.26	9.126	Std.	2720	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5390	5910	6680	7190	7260	7260	7260
10 ³ / ₄	10.750	0.875	92.37	9.000	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5810	6370	7200	7260	7260	7260	7260
10 ¹ / ₂	10.750	0.938	98.39	8.874	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	6230	6820	7260	7260	7260	7260	7260
10 ³ / ₄	10.750	1.000	104.23	8.750	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	6640	7260	7260	7260	7260	7260	7260
10 ¹ / ₂	10.750	1.250	126.94	8.250	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
12 ¹ / ₄ ^c	12.750	0.172	23.13	12.406	Std.	490	570	960	1050	1190	1280	1380	1490	1610
					Alt.	610	710	960	1050	1190	1280	1380	1490	1610
12 ³ / ₄ ^c	12.750	0.188	25.25	12.374	Std.	530	620	1050	1150	1300	1400	1500	1630	1750
					Alt.	660	770	1050	1150	1300	1400	1500	1630	1750
12 ¹ / ₂ ^c	12.750	0.203	27.23	12.344	Std.	570	670	1140	1250	1410	1520	1620	1760	1890
					Alt.	720	840	1140	1250	1410	1520	1620	1760	1890
12 ³ / ₄ ^c	12.750	0.219	29.34	12.312	Std.	620	720	1230	1340	1520	1640	1750	1900	2040
					Alt.	770	900	1230	1340	1520	1640	1750	1900	2040
12 ¹ / ₂	12.750	0.250	33.41	12.250	Std.	710	820	1400	1530	1730	1870	2000	2170	2330
					Alt.	880	1030	1400	1530	1730	1870	2000	2170	2330

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
12 ³ / ₄	12.750	0.281	37.46	12.188	Std.	790	930	1570	1720	1950	2100	2250	2440	2620	3000
					Alt.	990	1160	1570	1720	1950	2100	2250	2440	2620	3000
12 ³ / ₄	12.750	0.312	41.48	12.126	Std.	880	1030	1750	1910	2160	2330	2500	2700	2910	3000
					Alt.	1100	1280	1750	1910	2160	2330	2500	2700	2910	3330
12 ³ / ₄	12.750	0.330	43.81	12.090	Std.	930	1090	1850	2020	2290	2460	2640	2860	3000	3000
					Alt.	1160	1360	1850	2020	2290	2460	2640	2860	3080	3520
12 ³ / ₄	12.750	0.344	45.62	12.062	Std.	970	1130	1930	2110	2390	2570	2750	2980	3000	3000
					Alt.	1210	1420	1930	2110	2390	2570	2750	2980	3210	3670
12 ³ / ₄	12.750	0.375	49.61	12.000	Std.	1060	1240	2100	2300	2600	2800	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1320	1540	2100	2300	2600	2800	3000	3250	3500	4000
12 ³ / ₄	12.750	0.406	53.57	11.938	Std.	1150	1340	2270	2490	2810	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1430	1670	2270	2490	2810	3030	3250	3520	3790	4330
12 ³ / ₄	12.750	0.438	57.65	11.874	Std.	1240	1440	2450	2690	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1550	1800	2450	2690	3040	3270	3500	3800	4090	4670
12 ³ / ₄	12.750	0.500	65.48	11.750	Std.	1410	1650	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1760	2060	2800	3070	3470	3730	4000	4330	4670	5330
12 ³ / ₄	12.750	0.562	73.22	11.626	Std.	1590	1850	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1980	2310	3150	3450	3900	4200	4500	4870	5250	5990
12 ³ / ₄	12.750	0.625	81.01	11.500	Std.	1760	2060	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2210	2570	3500	3830	4330	4670	5000	5420	5830	6670
12 ³ / ₄	12.750	0.688	88.71	11.374	Std.	1940	2270	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2430	2800	3850	4220	4770	5140	5500	5960	6420	7260
12 ³ / ₄	12.750	0.750	96.21	11.250	Std.	2120	2470	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2650	2800	4200	4600	5200	5600	6000	6500	7000	7260
12 ³ / ₄	12.750	0.812	103.63	11.126	Std.	2290	2670	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4550	4980	5630	6060	6500	7040	7260	7260
12 ³ / ₄	12.750	0.875	111.08	11.000	Std.	2470	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4900	5370	6070	6530	7000	7260	7260	7260
12 ³ / ₄	12.750	0.938	118.44	10.874	Std.	2650	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5250	5750	6500	7000	7260	7260	7260	7260
12 ³ / ₄	12.750	1.000	125.61	10.750	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5600	6130	6930	7260	7260	7260	7260	7260
12 ³ / ₄	12.750	1.062	132.69	10.626	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5950	6510	7260	7260	7260	7260	7260	7260
12 ³ / ₄	12.750	1.125	139.81	10.500	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	6300	6900	7260	7260	7260	7260	7260	7260
12 ³ / ₄	12.750	1.250	153.67	10.250	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	7000	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
14 ^c	14.000	0.188	27.76	13.624	Std.	480	560	960	1050	1190	1280	1370	1480	1600	1830
					Alt.	600	710	960	1050	1190	1280	1370	1480	1600	1830
14 ^c	14.000	0.203	29.94	13.594	Std.	520	610	1040	1130	1280	1380	1480	1600	1730	1970
					Alt.	650	760	1040	1130	1280	1380	1480	1600	1730	1970
14 ^c	14.000	0.210	30.96	13.580	Std.	540	630	1070	1170	1330	1430	1530	1660	1790	2040
					Alt.	680	790	1070	1170	1330	1430	1530	1660	1790	2040
14 ^c	14.000	0.219	32.26	13.562	Std.	560	660	1120	1220	1380	1490	1600	1730	1860	2130
					Alt.	700	820	1120	1220	1380	1490	1600	1730	1860	2130
14 ^c	14.000	0.250	36.75	13.500	Std.	640	750	1280	1400	1580	1700	1820	1970	2130	2430
					Alt.	800	940	1280	1400	1580	1700	1820	1970	2130	2430
14 ^c	14.000	0.281	41.21	13.438	Std.	720	840	1430	1570	1770	1910	2050	2220	2390	2730
					Alt.	900	1050	1430	1570	1770	1910	2050	2220	2390	2730

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
14	14.000	0.312	45.65	13.376	Std.	800	940	1590	1740	1970	2120	2270	2460	2650	3000
					Alt.	1000	1170	1590	1740	1970	2120	2270	2460	2650	3030
14	14.000	0.344	50.22	13.312	Std.	880	1030	1750	1920	2170	2340	2510	2720	2920	3000
					Alt.	1110	1290	1750	1920	2170	2340	2510	2720	2920	3340
14	14.000	0.375	54.62	13.250	Std.	960	1130	1910	2090	2370	2550	2730	2960	3000	3000
					Alt.	1210	1410	1910	2090	2370	2550	2730	2960	3190	3640
14	14.000	0.406	59.00	13.188	Std.	1040	1220	2070	2270	2560	2760	2960	3000	3000	3000
					Alt.	1310	1520	2070	2270	2560	2760	2960	3200	3450	3940
14	14.000	0.438	63.50	13.124	Std.	1130	1310	2230	2450	2770	2980	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2230	2450	2770	2980	3190	3460	3720	4250
14	14.000	0.469	67.84	13.062	Std.	1210	1410	2390	2620	2960	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1510	1760	2390	2620	2960	3190	3420	3700	3990	4560
14	14.000	0.500	72.16	13.000	Std.	1290	1500	2550	2790	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1610	1880	2550	2790	3160	3400	3640	3950	4250	4860
14	14.000	0.562	80.73	12.876	Std.	1450	1690	2870	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1810	2110	2870	3140	3550	3820	4090	4440	4780	5460
14	14.000	0.625	89.36	12.750	Std.	1610	1880	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2010	2340	3190	3490	3950	4250	4550	4930	5310	6070
14	14.000	0.688	97.91	12.624	Std.	1770	2060	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2210	2580	3510	3840	4340	4680	5010	5430	5850	6680
14	14.000	0.750	106.23	12.500	Std.	1930	2250	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2410	2800	3830	4190	4740	5100	5460	5920	6380	7260
14	14.000	0.812	114.48	12.376	Std.	2090	2440	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2610	2800	4140	4540	5130	5520	5920	6410	6900	7260
14	14.000	0.875	122.77	12.250	Std.	2250	2630	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4460	4890	5530	5950	6380	6910	7260	7260
14	14.000	0.938	130.98	12.124	Std.	2410	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	4780	5240	5920	6380	6830	7260	7260	7260
14	14.000	1.000	138.97	12.000	Std.	2570	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5100	5590	6310	6800	7260	7260	7260	7260
14	14.000	1.062	146.88	11.876	Std.	2730	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5420	5930	6710	7220	7260	7260	7260	7260
14	14.000	1.125	154.84	11.750	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	5740	6280	7100	7260	7260	7260	7260	7260
14	14.000	1.250	170.37	11.500	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	6380	6980	7260	7260	7260	7260	7260	7260
16 ^c	16.000	0.188	31.78	15.624	Std.	420	490	840	920	1040	1120	1200	1300	1400	1600
					Alt.	530	620	840	920	1040	1120	1200	1300	1400	1600
16 ^c	16.000	0.203	34.28	15.594	Std.	460	530	910	990	1120	1210	1290	1400	1510	1730
					Alt.	570	670	910	990	1120	1210	1290	1400	1510	1730
16 ^c	16.000	0.219	36.95	15.562	Std.	490	570	980	1070	1210	1300	1400	1510	1630	1860
					Alt.	620	720	980	1070	1210	1300	1400	1510	1630	1860
16 ^c	16.000	0.250	42.09	15.500	Std.	560	660	1120	1220	1380	1490	1590	1730	1860	2130
					Alt.	700	820	1120	1220	1380	1490	1590	1730	1860	2130
16 ^c	16.000	0.281	47.22	15.438	Std.	630	740	1250	1370	1550	1670	1790	1940	2090	2390
					Alt.	790	920	1250	1370	1550	1670	1790	1940	2090	2390
16	16.000	0.312	52.32	15.376	Std.	700	820	1390	1520	1720	1860	1990	2150	2320	2650
					Alt.	880	1020	1390	1520	1720	1860	1990	2150	2320	2650
16	16.000	0.344	57.57	15.312	Std.	770	900	1540	1680	1900	2050	2190	2380	2560	2920
					Alt.	970	1130	1540	1680	1900	2050	2190	2380	2560	2920

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
16	16.000	0.375	62.64	15.250	Std.	840	980	1670	1830	2070	2230	2390	2590	2790	3000
					Alt.	1050	1230	1670	1830	2070	2230	2390	2590	2790	3190
16	16.000	0.406	67.68	15.188	Std.	910	1070	1810	1980	2240	2420	2590	2800	3000	3000
					Alt.	1140	1330	1810	1980	2240	2420	2590	2800	3020	3450
16	16.000	0.438	72.86	15.124	Std.	990	1150	1950	2140	2420	2610	2790	3000	3000	3000
					Alt.	1230	1440	1950	2140	2420	2610	2790	3020	3260	3630
16	16.000	0.469	77.87	15.062	Std.	1060	1230	2090	2290	2590	2790	2990	3000	3000	3000
					Alt.	1320	1540	2090	2290	2590	2790	2990	3240	3490	3630
16	16.000	0.500	82.85	15.000	Std.	1130	1310	2230	2440	2760	2980	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2230	2440	2760	2980	3190	3450	3630	3630
16	16.000	0.562	92.75	14.876	Std.	1260	1480	2510	2750	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1580	1840	2510	2750	3110	3340	3580	3630	3630	3630
16	16.000	0.625	102.72	14.750	Std.	1410	1640	2790	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1760	2050	2790	3050	3450	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	0.688	112.62	14.624	Std.	1550	1810	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1940	2260	3070	3360	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	0.750	122.27	14.500	Std.	1690	1970	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2110	2460	3350	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	0.812	131.84	14.376	Std.	1830	2130	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2280	2660	3620	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	0.875	141.48	14.250	Std.	1970	2300	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2460	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	0.938	151.03	14.124	Std.	2110	2460	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2640	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	1.000	160.35	14.000	Std.	2250	2630	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	1.062	169.59	13.876	Std.	2390	2790	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	1.125	178.89	13.750	Std.	2530	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	1.188	188.11	13.624	Std.	2670	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
16	16.000	1.250	197.10	13.500	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18 ^c	18.000	0.188	35.80	17.624	Std.	380	440	750	820	920	990	1070	1150	1240	1420
					Alt.	470	550	750	820	920	990	1070	1150	1240	1420
18 ^c	18.000	0.219	41.63	17.562	Std.	440	510	870	950	1080	1160	1240	1340	1450	1650
					Alt.	550	640	870	950	1080	1160	1240	1340	1450	1650
18 ^c	18.000	0.250	47.44	17.500	Std.	500	580	990	1090	1230	1320	1420	1530	1650	1890
					Alt.	630	730	990	1090	1230	1320	1420	1530	1650	1890
18 ^c	18.000	0.281	53.23	17.438	Std.	560	660	1110	1220	1380	1490	1590	1730	1860	2120
					Alt.	700	820	1110	1220	1380	1490	1590	1730	1860	2120
18	18.000	0.312	58.99	17.376	Std.	620	730	1240	1360	1530	1650	1770	1920	2060	2360
					Alt.	780	910	1240	1360	1530	1650	1770	1920	2060	2360
18	18.000	0.344	64.93	17.312	Std.	690	800	1360	1490	1690	1820	1950	2110	2270	2600
					Alt.	860	1000	1360	1490	1690	1820	1950	2110	2270	2600
18	18.000	0.375	70.65	17.250	Std.	750	880	1490	1630	1840	1980	2130	2300	2480	2830
					Alt.	940	1090	1490	1630	1840	1980	2130	2300	2480	2830
18	18.000	0.406	76.36	17.188	Std.	810	950	1610	1760	1990	2150	2300	2490	2680	3000
					Alt.	1020	1180	1610	1760	1990	2150	2300	2490	2680	3070

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
18	18.000	0.438	82.23	17.124	Std.	880	1020	1740	1900	2150	2320	2480	2690	2900	3000
					Alt.	1100	1280	1740	1900	2150	2320	2480	2690	2900	3310
18	18.000	0.469	87.89	17.062	Std.	940	1090	1860	2040	2300	2480	2660	2880	3000	3000
					Alt.	1170	1370	1860	2040	2300	2480	2660	2880	3100	3540
18	18.000	0.500	93.54	17.000	Std.	1000	1170	1980	2170	2460	2640	2830	3000	3000	3000
					Alt.	1250	1460	1980	2170	2460	2640	2830	3070	3310	3630
18	18.000	0.562	104.76	16.876	Std.	1120	1310	2230	2440	2760	2970	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2230	2440	2760	2970	3180	3450	3630	3630
18	18.000	0.625	116.09	16.750	Std.	1250	1460	2480	2720	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1560	1820	2480	2720	3070	3310	3540	3630	3630	3630
18	18.000	0.688	127.32	16.624	Std.	1380	1610	2730	2990	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1720	2010	2730	2990	3380	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	0.750	138.30	16.500	Std.	1500	1750	2980	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1880	2190	2980	3260	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	0.812	149.20	16.376	Std.	1620	1890	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2030	2370	3220	3530	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	0.875	160.18	16.250	Std.	1750	2040	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2190	2550	3470	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	0.938	171.08	16.124	Std.	1880	2190	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2350	2740	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	1.000	181.73	16.000	Std.	2000	2330	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2500	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	1.062	192.29	15.876	Std.	2120	2480	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2660	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	1.125	202.94	15.750	Std.	2250	2630	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	1.188	213.51	15.624	Std.	2380	2770	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
18	18.000	1.250	223.82	15.500	Std.	2500	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20 ^c	20.000	0.219	46.31	19.562	Std.	390	460	830	910	1020	1100	1180	1280	1380	1580
					Alt.	490	570	830	910	1020	1100	1180	1280	1380	1580
20 ^c	20.000	0.250	52.78	19.500	Std.	450	530	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
					Alt.	560	660	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
20 ^c	20.000	0.281	59.23	19.438	Std.	510	590	1060	1160	1320	1420	1520	1640	1770	2020
					Alt.	630	740	1060	1160	1320	1420	1520	1640	1770	2020
20	20.000	0.312	65.66	19.376	Std.	560	660	1180	1290	1460	1570	1680	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1570	1680	1830	1970	2250
20	20.000	0.344	72.28	19.312	Std.	620	720	1300	1420	1610	1730	1860	2010	2170	2480
					Alt.	770	900	1300	1420	1610	1730	1860	2010	2170	2480
20	20.000	0.375	78.67	19.250	Std.	680	790	1420	1550	1760	1890	2030	2190	2360	2700
					Alt.	840	980	1420	1550	1760	1890	2030	2190	2360	2700
20	20.000	0.406	85.04	19.188	Std.	730	850	1530	1680	1900	2050	2190	2380	2560	2920
					Alt.	910	1070	1530	1680	1900	2050	2190	2380	2560	2920
20	20.000	0.438	91.59	19.124	Std.	790	920	1660	1810	2050	2210	2370	2560	2760	3000
					Alt.	990	1150	1660	1810	2050	2210	2370	2560	2760	3150
20	20.000	0.469	97.92	19.062	Std.	840	980	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3000
					Alt.	1060	1230	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3380
20	20.000	0.500	104.23	19.000	Std.	900	1050	1890	2070	2340	2520	2700	2930	3000	3000
					Alt.	1130	1310	1890	2070	2340	2520	2700	2930	3150	3600

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
20	20.000	0.562	116.78	18.876	Std.	1010	1180	2120	2330	2630	2830	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1260	1480	2120	2330	2630	2830	3030	3290	3540	3630
20	20.000	0.625	129.45	18.750	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630	3630
20	20.000	0.688	142.03	18.624	Std.	1240	1440	2600	2850	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1550	1810	2600	2850	3220	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	0.750	154.34	18.500	Std.	1350	1580	2840	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1690	1970	2840	3110	3510	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	0.812	166.56	18.376	Std.	1460	1710	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1830	2130	3070	3360	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	0.875	178.89	18.250	Std.	1580	1840	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1970	2300	3310	3620	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	0.938	191.14	18.124	Std.	1690	1970	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2110	2460	3550	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	1.000	203.11	18.000	Std.	1800	2100	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2250	2630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	1.062	215.00	17.876	Std.	1910	2230	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2390	2790	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	1.125	227.00	17.750	Std.	2030	2360	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2530	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	1.188	238.91	17.624	Std.	2140	2490	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2670	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	1.250	250.55	17.500	Std.	2250	2630	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	1.312	262.10	17.376	Std.	2360	2760	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
20	20.000	1.375	273.76	17.250	Std.	2480	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22 ^c	22.000	0.219	50.99	21.562	Std.	360	420	750	820	930	1000	1080	1160	1250	1430
					Alt.	450	520	750	820	930	1000	1080	1160	1250	1430
22 ^c	22.000	0.250	58.13	21.500	Std.	410	480	860	940	1060	1150	1230	1330	1430	1640
					Alt.	510	600	860	940	1060	1150	1230	1330	1430	1640
22 ^c	22.000	0.281	65.24	21.438	Std.	460	540	970	1060	1200	1290	1380	1490	1610	1840
					Alt.	570	670	970	1060	1200	1290	1380	1490	1610	1840
22	22.000	0.312	72.34	21.376	Std.	510	600	1070	1170	1330	1430	1530	1660	1790	2040
					Alt.	640	740	1070	1170	1330	1430	1530	1660	1790	2040
22	22.000	0.344	79.64	21.312	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
22	22.000	0.375	86.69	21.250	Std.	610	720	1290	1410	1600	1720	1840	1990	2150	2450
					Alt.	770	890	1290	1410	1600	1720	1840	1990	2150	2450
22	22.000	0.406	93.72	21.188	Std.	660	780	1400	1530	1730	1860	1990	2160	2330	2660
					Alt.	830	970	1400	1530	1730	1860	1990	2160	2330	2660
22	22.000	0.438	100.96	21.124	Std.	720	840	1510	1650	1860	2010	2150	2330	2510	2870
					Alt.	900	1050	1510	1650	1860	2010	2150	2330	2510	2870
22	22.000	0.469	107.95	21.062	Std.	770	900	1610	1770	2000	2150	2300	2490	2690	3000
					Alt.	960	1120	1610	1770	2000	2150	2300	2490	2690	3070
22	22.000	0.500	114.92	21.000	Std.	820	950	1720	1880	2130	2290	2450	2660	2860	3000
					Alt.	1020	1190	1720	1880	2130	2290	2450	2660	2860	3270
22	22.000	0.562	128.79	20.876	Std.	920	1070	1930	2120	2390	2570	2760	2990	3000	3000
					Alt.	1150	1340	1930	2120	2390	2570	2760	2990	3220	3630

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-End Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a d (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
22	22.000	0.625	142.81	20.750	Std.	1020	1190	2150	2350	2660	2860	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1280	1490	2150	2350	2660	2860	3070	3320	3580	3630
22	22.000	0.688	156.74	20.624	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630	3630
22	22.000	0.750	170.37	20.500	Std.	1230	1430	2580	2820	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1530	1790	2580	2820	3190	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	0.812	183.92	20.376	Std.	1330	1550	2790	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1660	1940	2790	3060	3450	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	0.875	197.60	20.250	Std.	1430	1670	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1790	2090	3010	3290	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	0.938	211.19	20.124	Std.	1530	1790	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1920	2240	3220	3530	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.000	224.49	20.000	Std.	1640	1910	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2050	2390	3440	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.062	237.70	19.876	Std.	1740	2030	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2170	2530	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.125	251.05	19.750	Std.	1840	2150	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2300	2680	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.188	264.31	19.624	Std.	1940	2270	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2430	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.250	277.27	19.500	Std.	2050	2390	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2560	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.312	290.15	19.376	Std.	2150	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2680	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.375	303.16	19.250	Std.	2250	2630	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.438	316.08	19.124	Std.	2350	2750	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
22	22.000	1.500	328.72	19.000	Std.	2450	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24 ^c	24.000	0.250	63.47	23.500	Std.	380	440	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
					Alt.	470	550	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
24 ^c	24.000	0.281	71.25	23.438	Std.	420	490	890	970	1100	1180	1260	1370	1480	1690
					Alt.	530	610	890	970	1100	1180	1260	1370	1480	1690
24	24.000	0.312	79.01	23.376	Std.	470	550	980	1080	1220	1310	1400	1520	1640	1870
					Alt.	590	680	980	1080	1220	1310	1400	1520	1640	1870
24	24.000	0.344	86.99	23.312	Std.	520	600	1080	1190	1340	1440	1550	1680	1810	2060
					Alt.	650	750	1080	1190	1340	1440	1550	1680	1810	2060
24	24.000	0.375	94.71	23.250	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
24	24.000	0.406	102.40	23.188	Std.	610	710	1280	1400	1580	1710	1830	1980	2130	2440
					Alt.	760	890	1280	1400	1580	1710	1830	1980	2130	2440
24	24.000	0.438	110.32	23.124	Std.	660	770	1380	1510	1710	1840	1970	2140	2300	2630
					Alt.	820	960	1380	1510	1710	1840	1970	2140	2300	2630
24	24.000	0.469	117.98	23.062	Std.	700	820	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
					Alt.	880	1030	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
24	24.000	0.500	125.61	23.000	Std.	750	880	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
					Alt.	940	1090	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
24	24.000	0.562	140.81	22.876	Std.	840	980	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3000
					Alt.	1050	1230	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3370

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-End Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a d (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b									
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
24	24.000	0.625	156.17	22.750	Std.	940	1090	1970	2160	2440	2630	2810	3000	3000
					Alt.	1170	1370	1970	2160	2440	2630	2810	3050	3280	3630
24	24.000	0.688	171.45	22.624	Std.	1030	1200	2170	2370	2680	2890	3000	3000	3000
					Alt.	1290	1510	2170	2370	2680	2890	3100	3350	3610	3630
24	24.000	0.750	186.41	22.500	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630
24	24.000	0.812	201.28	22.376	Std.	1220	1420	2560	2800	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1520	1780	2560	2800	3170	3630	3630	3630	3630
24	24.000	0.875	216.31	22.250	Std.	1310	1530	2760	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1640	1910	2760	3020	3410	3630	3630	3630	3630
24	24.000	0.938	231.25	22.124	Std.	1410	1640	2950	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1760	2050	2950	3240	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.000	245.87	22.000	Std.	1500	1750	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1880	2190	3150	3450	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.062	260.41	21.876	Std.	1590	1860	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1990	2320	3350	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.125	275.10	21.750	Std.	1690	1970	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2110	2460	3540	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.188	289.71	21.624	Std.	1780	2080	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2230	2600	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.250	304.00	21.500	Std.	1880	2190	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2340	2730	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.312	318.21	21.376	Std.	1970	2300	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2460	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.375	332.56	21.250	Std.	2060	2410	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2580	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.438	346.83	21.124	Std.	2160	2520	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2700	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.500	360.79	21.000	Std.	2250	2630	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
24	24.000	1.562	374.66	20.876	Std.	2340	2730	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	3630	3630	3630	3630	3630	3630	3630
26 ^c	26.000	0.250	68.82	25.500	Std.	350	400	730	800	900	970	1040	1130	1210
					Alt.	430	500	730	800	900	970	1040	1130	1210	1380
26 ^c	26.000	0.281	77.26	25.438	Std.	390	450	820	890	1010	1090	1170	1260	1360
					Alt.	490	570	820	890	1010	1090	1170	1260	1360	1560
26	26.000	0.312	85.68	25.376	Std.	430	500	910	990	1120	1210	1300	1400	1510
					Alt.	540	630	910	990	1120	1210	1300	1400	1510	1730
26	26.000	0.344	94.35	25.312	Std.	480	560	1000	1100	1240	1330	1430	1550	1670
					Alt.	600	690	1000	1100	1240	1330	1430	1550	1670	1910
26	26.000	0.375	102.72	25.250	Std.	520	610	1090	1190	1350	1450	1560	1690	1820
					Alt.	650	760	1090	1190	1350	1450	1560	1690	1820	2080
26	26.000	0.406	111.08	25.188	Std.	560	660	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970	2250
26	26.000	0.438	119.69	25.124	Std.	610	710	1270	1390	1580	1700	1820	1970	2120
					Alt.	760	880	1270	1390	1580	1700	1820	1970	2120	2430
26	26.000	0.469	128.00	25.062	Std.	650	760	1360	1490	1690	1820	1950	2110	2270
					Alt.	810	950	1360	1490	1690	1820	1950	2110	2270	2600
26	26.000	0.500	136.30	25.000	Std.	690	810	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420
					Alt.	870	1010	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420	2770

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^d <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
26	26.000	0.562	152.83	24.876	Std.	780	910	1630	1790	2020	2180	2330	2530	2720	3000
					Alt.	970	1130	1630	1790	2020	2180	2330	2530	2720	3110
26	26.000	0.625	169.54	24.750	Std.	870	1010	1820	1990	2250	2420	2600	2810	3000	3000
					Alt.	1080	1260	1820	1990	2250	2420	2600	2810	3030	3460
26	26.000	0.688	186.16	24.624	Std.	950	1110	2000	2190	2480	2670	2860	3000	3000	3000
					Alt.	1190	1390	2000	2190	2480	2670	2860	3100	3330	3630
26	26.000	0.750	202.44	24.500	Std.	1040	1210	2180	2390	2700	2910	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1300	1510	2180	2390	2700	2910	3120	3380	3630	3630
26	26.000	0.812	218.64	24.376	Std.	1120	1310	2360	2590	2920	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2920	3150	3370	3630	3630	3630
26	26.000	0.875	235.01	24.250	Std.	1210	1410	2540	2790	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1510	1770	2540	2790	3150	3630	3630	3630	3630	3630
26	26.000	0.938	251.30	24.124	Std.	1300	1520	2730	2990	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1620	1890	2730	2990	3380	3630	3630	3630	3630	3630
26	26.000	1.000	267.25	24.000	Std.	1380	1620	2910	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1730	2020	2910	3180	3600	3630	3630	3630	3630	3630
28 ^c	28.000	0.250	74.16	27.500	Std.	320	380	680	740	840	900	960	1040	1130	1290
					Alt.	400	470	680	740	840	900	960	1040	1130	1290
28 ^c	28.000	0.281	83.26	27.438	Std.	360	420	760	830	940	1010	1080	1170	1260	1450
					Alt.	450	530	760	830	940	1010	1080	1170	1260	1450
28	28.000	0.312	92.35	27.376	Std.	400	470	840	920	1040	1120	1200	1300	1400	1600
					Alt.	500	590	840	920	1040	1120	1200	1300	1400	1600
28	28.000	0.344	101.70	27.312	Std.	440	520	930	1020	1150	1240	1330	1440	1550	1770
					Alt.	550	650	930	1020	1150	1240	1330	1440	1550	1770
28	28.000	0.375	110.74	27.250	Std.	480	560	1010	1110	1250	1350	1450	1570	1690	1930
					Alt.	600	700	1010	1110	1250	1350	1450	1570	1690	1930
28	28.000	0.406	119.76	27.188	Std.	520	610	1100	1200	1360	1460	1570	1700	1830	2090
					Alt.	650	760	1100	1200	1360	1460	1570	1700	1830	2090
28	28.000	0.438	129.05	27.124	Std.	560	660	1180	1300	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1300	1460	1580	1690	1830	1970	2250
28	28.000	0.469	138.03	27.062	Std.	600	700	1270	1390	1570	1690	1810	1960	2110	2410
					Alt.	750	880	1270	1390	1570	1690	1810	1960	2110	2410
28	28.000	0.500	146.99	27.000	Std.	640	750	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
					Alt.	800	940	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
28	28.000	0.562	164.84	26.876	Std.	720	840	1520	1660	1880	2020	2170	2350	2530	2890
					Alt.	900	1050	1520	1660	1880	2020	2170	2350	2530	2890
28	28.000	0.625	182.90	26.750	Std.	800	940	1690	1850	2090	2250	2410	2610	2810	3000
					Alt.	1000	1170	1690	1850	2090	2250	2410	2610	2810	3210
28	28.000	0.688	200.87	26.624	Std.	880	1030	1860	2030	2300	2480	2650	2870	3000	3000
					Alt.	1110	1290	1860	2030	2300	2480	2650	2870	3100	3540
28	28.000	0.750	218.48	26.500	Std.	960	1130	2030	2220	2510	2700	2890	3000	3000	3000
					Alt.	1210	1410	2030	2220	2510	2700	2890	3130	3380	3630
28	28.000	0.812	236.00	26.376	Std.	1040	1220	2190	2400	2710	2920	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1310	1520	2190	2400	2710	2920	3130	3390	3630	3630
28	28.000	0.875	253.72	26.250	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630	3630
28	28.000	0.938	271.36	26.124	Std.	1210	1410	2530	2770	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1510	1760	2530	2770	3140	3630	3620	3630	3630	3630
28	28.000	1.000	288.63	26.000	Std.	1290	1500	2700	2960	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1610	1880	2700	2960	3340	3630	3630	3630	3630	3630

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-End Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a d (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
30 ^c	30.000	0.250	79.51	29.500	Std.	300	350	630	690	780	840	900	980	1050	1200
					Alt.	380	440	630	690	780	840	900	980	1050	1200
30 ^c	30.000	0.281	89.27	29.438	Std.	340	390	710	780	880	940	1010	1100	1180	1350
					Alt.	420	490	710	780	880	940	1010	1100	1180	1350
30	30.000	0.312	99.02	29.376	Std.	370	440	790	860	970	1050	1120	1220	1310	1500
					Alt.	470	550	790	860	970	1050	1120	1220	1310	1500
30	30.000	0.344	109.06	29.312	Std.	410	480	870	950	1070	1160	1240	1340	1440	1650
					Alt.	520	600	870	950	1070	1160	1240	1340	1440	1650
30	30.000	0.375	118.76	29.250	Std.	450	530	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
					Alt.	560	660	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
30	30.000	0.406	128.44	29.188	Std.	490	570	1020	1120	1270	1360	1460	1580	1710	1950
					Alt.	610	710	1020	1120	1270	1360	1460	1580	1710	1950
30	30.000	0.438	138.42	29.124	Std.	530	610	1100	1210	1370	1470	1580	1710	1840	2100
					Alt.	660	770	1100	1210	1370	1470	1580	1710	1840	2100
30	30.000	0.469	148.06	29.062	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
30	30.000	0.500	157.68	29.000	Std.	600	700	1260	1380	1560	1680	1800	1950	2100	2400
					Alt.	750	880	1260	1380	1560	1680	1800	1950	2100	2400
30	30.000	0.562	176.86	28.876	Std.	670	790	1420	1550	1750	1890	2020	2190	2360	2700
					Alt.	840	980	1420	1550	1750	1890	2020	2190	2360	2700
30	30.000	0.625	196.26	28.750	Std.	750	880	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
					Alt.	940	1090	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
30	30.000	0.688	215.58	28.624	Std.	830	960	1730	1900	2150	2310	2480	2680	2890	3000
					Alt.	1030	1200	1730	1900	2150	2310	2480	2680	2890	3300
30	30.000	0.750	234.51	28.500	Std.	900	1050	1890	2070	2340	2520	2700	2930	3000	3000
					Alt.	1130	1310	1890	2070	2340	2520	2700	2930	3150	3600
30	30.000	0.812	253.36	28.376	Std.	970	1140	2050	2240	2530	2730	2920	3000	3000	3000
					Alt.	1220	1420	2050	2240	2530	2730	2920	3170	3410	3630
30	30.000	0.875	272.43	28.250	Std.	1050	1230	2210	2420	2730	2940	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1310	1530	2210	2420	2730	2940	3150	3410	3630	3630
30	30.000	0.938	291.41	28.124	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630	3630
30	30.000	1.000	310.01	28.000	Std.	1200	1400	2520	2760	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1500	1750	2520	2760	3120	3360	3600	3630	3630	3630
30	30.000	1.062	328.53	27.876	Std.	1270	1490	2680	2930	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1590	1860	2680	2930	3310	3630	3630	3630	3630	3630
30	30.000	1.125	347.26	27.750	Std.	1350	1580	2840	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1690	1970	2840	3110	3510	3630	3630	3630	3630	3630
30	30.000	1.188	365.90	27.624	Std.	1430	1660	2990	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1780	2080	2990	3280	3630	3630	3630	3630	3630	3630
30	30.000	1.250	384.17	27.500	Std.	1500	1750	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1880	2190	3150	3450	3630	3630	3630	3630	3630	3630
32 ^c	32.000	0.250	84.85	31.500	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1130
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1130
32 ^c	32.000	0.281	95.28	31.438	Std.	320	370	660	730	820	890	950	1030	1110	1260
					Alt.	400	460	660	730	820	890	950	1030	1110	1260
32	32.000	0.312	105.69	31.376	Std.	350	410	740	810	910	980	1050	1140	1230	1400
					Alt.	440	510	740	810	910	980	1050	1140	1230	1400
32	32.000	0.344	116.41	31.312	Std.	390	450	810	890	1010	1080	1160	1260	1350	1550
					Alt.	480	560	810	890	1010	1080	1160	1260	1350	1550

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
32	32.000	0.375	126.78	31.250	Std.	420	490	890	970	1100	1180	1270	1370	1480	1690
					Alt.	530	620	890	970	1100	1180	1270	1370	1480	1690
32	32.000	0.406	137.12	31.188	Std.	460	530	960	1050	1190	1280	1370	1480	1600	1830
					Alt.	570	670	960	1050	1190	1280	1370	1480	1600	1830
32	32.000	0.438	147.78	31.124	Std.	490	570	1030	1130	1280	1380	1480	1600	1720	1970
					Alt.	620	720	1030	1130	1280	1380	1480	1600	1720	1970
32	32.000	0.469	158.08	31.062	Std.	530	620	1110	1210	1370	1480	1580	1710	1850	2110
					Alt.	660	770	1110	1210	1370	1480	1580	1710	1850	2110
32	32.000	0.500	168.37	31.000	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
32	32.000	0.562	188.87	30.876	Std.	630	740	1330	1450	1640	1770	1900	2050	2210	2530
					Alt.	790	920	1330	1450	1640	1770	1900	2050	2210	2530
32	32.000	0.625	209.62	30.750	Std.	700	820	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
					Alt.	880	1030	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
32	32.000	0.688	230.29	30.624	Std.	770	900	1630	1780	2010	2170	2320	2520	2710	3000
					Alt.	970	1130	1630	1780	2010	2170	2320	2520	2710	3100
32	32.000	0.750	250.55	30.500	Std.	840	980	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3000
					Alt.	1050	1230	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3380
32	32.000	0.812	270.72	30.376	Std.	910	1070	1920	2100	2380	2560	2740	2970	3000	3000
					Alt.	1140	1330	1920	2100	2380	2560	2740	2970	3200	3630
32	32.000	0.875	291.14	30.250	Std.	980	1150	2070	2260	2560	2760	2950	3000	3000	3000
					Alt.	1230	1440	2070	2260	2560	2760	2950	3200	3450	3630
32	32.000	0.938	311.47	30.124	Std.	1060	1230	2220	2430	2740	2950	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1320	1540	2220	2430	2740	2950	3170	3430	3630	3630
32	32.000	1.000	331.39	30.000	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630	3630
32	32.000	1.062	351.23	29.876	Std.	1190	1390	2510	2750	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1490	1740	2510	2750	3110	3350	3580	3630	3630	3630
32	32.000	1.125	371.31	29.750	Std.	1270	1480	2660	2910	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1580	1850	2660	2910	3290	3540	3630	3630	3630	3630
32	32.000	1.188	391.30	29.624	Std.	1340	1560	2810	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1670	1950	2810	3070	3470	3630	3630	3630	3630	3630
32	32.000	1.250	410.90	29.500	Std.	1410	1640	2950	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1760	2050	2950	3230	3630	3630	3630	3630	3630	3630
34 ^c	34.000	0.250	90.20	33.500	Std.	260	310	560	610	690	740	790	860	930	1060
					Alt.	330	390	560	610	690	740	790	860	930	1060
34 ^c	34.000	0.281	101.29	33.438	Std.	300	350	620	680	770	830	890	970	1040	1190
					Alt.	370	430	620	680	770	830	890	970	1040	1190
34	34.000	0.312	112.36	33.376	Std.	330	390	690	760	860	920	990	1070	1160	1320
					Alt.	410	480	690	760	860	920	990	1070	1160	1320
34	34.000	0.344	123.77	33.312	Std.	360	420	760	840	950	1020	1090	1180	1270	1460
					Alt.	460	530	760	840	950	1020	1090	1180	1270	1460
34	34.000	0.375	134.79	33.250	Std.	400	460	830	910	1030	1110	1190	1290	1390	1590
					Alt.	500	580	830	910	1030	1110	1190	1290	1390	1590
34	34.000	0.406	145.80	33.188	Std.	430	500	900	990	1120	1200	1290	1400	1500	1720
					Alt.	540	630	900	990	1120	1200	1290	1400	1500	1720
34	34.000	0.438	157.14	33.124	Std.	460	540	970	1070	1210	1300	1390	1510	1620	1860
					Alt.	580	680	970	1070	1210	1300	1390	1510	1620	1860
34	34.000	0.469	168.11	33.062	Std.	500	580	1040	1140	1290	1390	1490	1610	1740	1990
					Alt.	620	720	1040	1140	1290	1390	1490	1610	1740	1990

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
34	34.000	0.500	179.06	33.000	Std.	530	620	1110	1220	1380	1480	1590	1720	1850	2120
					Alt.	660	770	1110	1220	1380	1480	1590	1720	1850	2120
34	34.000	0.562	200.89	32.876	Std.	600	690	1250	1370	1550	1670	1790	1930	2080	2380
					Alt.	740	870	1250	1370	1550	1670	1790	1930	2080	2380
34	34.000	0.625	222.99	32.750	Std.	660	770	1390	1520	1720	1850	1990	2150	2320	2650
					Alt.	830	970	1390	1520	1720	1850	1990	2150	2320	2650
34	34.000	0.688	245.00	32.624	Std.	730	850	1530	1680	1890	2040	2190	2370	2550	2910
					Alt.	910	1060	1530	1680	1890	2040	2190	2370	2550	2910
34	34.000	0.750	266.58	32.500	Std.	790	930	1670	1830	2060	2220	2380	2580	2780	3000
					Alt.	990	1160	1670	1830	2060	2220	2380	2580	2780	3180
34	34.000	0.812	288.08	32.376	Std.	860	1000	1810	1980	2240	2410	2580	2790	3000	3000
					Alt.	1070	1250	1810	1980	2240	2410	2580	2790	3010	3440
34	34.000	0.875	309.84	32.250	Std.	930	1080	1950	2130	2410	2590	2780	3000	3000	3000
					Alt.	1160	1350	1950	2130	2410	2590	2780	3010	3240	3630
34	34.000	0.938	331.52	32.124	Std.	990	1160	2090	2280	2580	2780	2980	3000	3000	3000
					Alt.	1240	1450	2090	2280	2580	2780	2980	3230	3480	3630
34	34.000	1.000	352.77	32.000	Std.	1060	1240	2220	2440	2750	2960	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1320	1540	2220	2440	2750	2960	3180	3440	3630	3630
34	34.000	1.062	373.94	31.876	Std.	1120	1310	2360	2590	2920	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2920	3150	3370	3630	3630	3630
34	34.000	1.125	395.36	31.750	Std.	1190	1390	2500	2740	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1490	1740	2500	2740	3100	3340	3570	3630	3630	3630
34	34.000	1.188	416.70	31.624	Std.	1260	1470	2640	2890	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1570	1830	2640	2890	3270	3520	3630	3630	3630	3630
34	34.000	1.250	437.62	31.500	Std.	1320	1540	2780	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1650	1930	2780	3040	3440	3630	3630	3630	3630	3630
36 ^c	36.000	0.250	95.54	35.500	Std.	250	290	530	580	650	700	750	810	880	1000
					Alt.	310	360	530	580	650	700	750	810	880	1000
36 ^c	36.000	0.281	107.30	35.438	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1120
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1120
36	36.000	0.312	119.03	35.376	Std.	310	360	660	720	810	870	940	1010	1090	1250
					Alt.	390	460	660	720	810	870	940	1010	1090	1250
36	36.000	0.344	131.12	35.312	Std.	340	400	720	790	890	960	1030	1120	1200	1380
					Alt.	430	500	720	790	890	960	1030	1120	1200	1380
36	36.000	0.375	142.81	35.250	Std.	380	440	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
					Alt.	470	550	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
36	36.000	0.406	154.48	35.188	Std.	410	470	850	930	1060	1140	1220	1320	1420	1620
					Alt.	510	590	850	930	1060	1140	1220	1320	1420	1620
36	36.000	0.438	166.51	35.124	Std.	440	510	920	1010	1140	1230	1310	1420	1530	1750
					Alt.	550	640	920	1010	1140	1230	1310	1420	1530	1750
36	36.000	0.469	178.14	35.062	Std.	470	550	980	1080	1220	1310	1410	1520	1640	1880
					Alt.	590	680	980	1080	1220	1310	1410	1520	1640	1880
36	36.000	0.500	189.75	35.000	Std.	500	580	1050	1150	1300	1400	1500	1630	1750	2000
					Alt.	630	730	1050	1150	1300	1400	1500	1630	1750	2000
36	36.000	0.562	212.90	34.876	Std.	560	660	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970	2250
36	36.000	0.625	236.35	34.750	Std.	630	730	1310	1440	1630	1750	1880	2030	2190	2500
					Alt.	780	910	1310	1440	1630	1750	1880	2030	2190	2500
36	36.000	0.688	259.71	34.624	Std.	690	800	1440	1580	1790	1930	2060	2240	2410	2750
					Alt.	860	1000	1440	1580	1790	1930	2060	2240	2410	2750

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
36	36.000	0.750	282.62	34.500	Std.	750	880	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
					Alt.	940	1090	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
36	36.000	0.812	305.44	34.376	Std.	810	950	1710	1870	2110	2270	2440	2640	2840	3000
					Alt.	1020	1180	1710	1870	2110	2270	2440	2640	2840	3250
36	36.000	0.875	328.55	34.250	Std.	880	1020	1840	2010	2280	2450	2630	2840	3000	3000
					Alt.	1090	1280	1840	2010	2280	2450	2630	2840	3060	3500
36	36.000	0.938	351.57	34.124	Std.	940	1090	1970	2160	2440	2630	2810	3000	3000	3000
					Alt.	1170	1370	1970	2160	2440	2630	2810	3050	3280	3630
36	36.000	1.000	374.15	34.000	Std.	1000	1170	2100	2300	2600	2800	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1250	1460	2100	2300	2600	2800	3000	3250	3500	3630
36	36.000	1.062	396.64	33.876	Std.	1060	1240	2230	2440	2760	2970	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1330	1550	2230	2440	2760	2970	3190	3450	3630	3630
36	36.000	1.125	419.42	33.750	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630	3630
36	36.000	1.188	442.10	33.624	Std.	1190	1390	2490	2730	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1490	1730	2490	2730	3090	3330	3560	3630	3630	3630
36	36.000	1.250	464.35	33.500	Std.	1250	1460	2630	2880	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1560	1820	2630	2880	3250	3500	3630	3630	3630	3630
38	38.000	0.312	125.70	37.376	Std.	300	340	620	680	770	830	890	960	1030	1180
					Alt.	370	430	620	680	770	830	890	960	1030	1180
38	38.000	0.344	138.47	37.312	Std.	330	380	680	750	850	910	980	1060	1140	1300
					Alt.	410	480	680	750	850	910	980	1060	1140	1300
38	38.000	0.375	150.83	37.250	Std.	360	410	750	820	920	990	1070	1150	1240	1420
					Alt.	440	520	750	820	920	990	1070	1150	1240	1420
38	38.000	0.406	163.16	37.188	Std.	380	450	810	880	1000	1080	1150	1250	1350	1540
					Alt.	480	560	810	880	1000	1080	1150	1250	1350	1540
38	38.000	0.438	175.87	37.124	Std.	410	480	870	950	1080	1160	1240	1350	1450	1660
					Alt.	520	610	870	950	1080	1160	1240	1350	1450	1660
38	38.000	0.469	188.17	37.062	Std.	440	520	930	1020	1160	1240	1330	1440	1560	1780
					Alt.	560	650	930	1020	1160	1240	1330	1440	1560	1780
38	38.000	0.500	200.44	37.000	Std.	470	550	990	1090	1230	1330	1420	1540	1660	1890
					Alt.	590	690	990	1090	1230	1330	1420	1540	1660	1890
38	38.000	0.562	224.92	36.876	Std.	530	620	1120	1220	1380	1490	1600	1730	1860	2130
					Alt.	670	780	1120	1220	1380	1490	1600	1730	1860	2130
38	38.000	0.625	249.71	36.750	Std.	590	690	1240	1360	1540	1660	1780	1920	2070	2370
					Alt.	740	860	1240	1360	1540	1660	1780	1920	2070	2370
38	38.000	0.688	274.42	36.624	Std.	650	760	1370	1500	1690	1830	1960	2120	2280	2610
					Alt.	810	950	1370	1500	1690	1830	1960	2120	2280	2610
38	38.000	0.750	298.65	36.500	Std.	710	830	1490	1630	1850	1990	2130	2310	2490	2840
					Alt.	890	1040	1490	1630	1850	1990	2130	2310	2490	2840
38	38.000	0.812	322.80	36.376	Std.	770	900	1620	1770	2000	2150	2310	2500	2690	3000
					Alt.	960	1120	1620	1770	2000	2150	2310	2500	2690	3080
38	38.000	0.875	347.26	36.250	Std.	830	970	1740	1910	2160	2320	2490	2690	2900	3000
					Alt.	1040	1210	1740	1910	2160	2320	2490	2690	2900	3320
38	38.000	0.938	371.63	36.124	Std.	890	1040	1870	2040	2310	2490	2670	2890	3000	3000
					Alt.	1110	1300	1870	2040	2310	2490	2670	2890	3110	3550
38	38.000	1.000	395.53	36.000	Std.	950	1110	1990	2180	2460	2650	2840	3000	3000	3000
					Alt.	1180	1380	1990	2180	2460	2650	2840	3080	3320	3630
38	38.000	1.062	419.35	35.876	Std.	1010	1170	2110	2310	2620	2820	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1260	1470	2110	2310	2620	2820	3020	3270	3520	3630

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b									
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
38	38.000	1.125	443.47	35.750	Std.	1070	1240	2240	2450	2770	2980	3000	3000	3000
					Alt.	1330	1550	2240	2450	2770	2980	3200	3460	3630	3630
38	38.000	1.188	467.50	35.624	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630
38	38.000	1.250	491.07	35.500	Std.	1180	1380	2490	2720	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1480	1730	2490	2720	3080	3320	3550	3630	3630	3630
40	40.000	0.312	132.37	39.376	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1120
40	40.000	0.344	145.83	39.312	Std.	310	360	650	710	800	870	930	1010	1080
					Alt.	390	450	650	710	800	870	930	1010	1080	1240
40	40.000	0.375	158.85	39.250	Std.	340	390	710	780	880	950	1010	1100	1180
					Alt.	420	490	710	780	880	950	1010	1100	1180	1350
40	40.000	0.406	171.84	39.188	Std.	370	430	770	840	950	1020	1100	1190	1280
					Alt.	460	530	770	840	950	1020	1100	1190	1280	1460
40	40.000	0.438	185.24	39.124	Std.	390	460	830	910	1020	1100	1180	1280	1380
					Alt.	490	570	830	910	1020	1100	1180	1280	1380	1580
40	40.000	0.469	198.19	39.062	Std.	420	490	890	970	1100	1180	1270	1370	1480
					Alt.	530	620	890	970	1100	1180	1270	1370	1480	1690
40	40.000	0.500	211.13	39.000	Std.	450	530	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580
					Alt.	560	660	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
40	40.000	0.562	236.93	38.876	Std.	510	590	1060	1160	1320	1420	1520	1640	1770
					Alt.	630	740	1060	1160	1320	1420	1520	1640	1770	2020
40	40.000	0.625	263.07	38.750	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
40	40.000	0.688	289.13	38.624	Std.	620	720	1300	1420	1610	1730	1860	2010	2170
					Alt.	770	900	1300	1420	1610	1730	1860	2010	2170	2480
40	40.000	0.750	314.69	38.500	Std.	680	790	1420	1550	1760	1890	2030	2190	2360
					Alt.	840	980	1420	1550	1760	1890	2030	2190	2360	2700
40	40.000	0.812	340.16	38.376	Std.	730	850	1530	1680	1900	2050	2190	2380	2560
					Alt.	910	1070	1530	1680	1900	2050	2190	2380	2560	2920
40	40.000	0.875	365.97	38.250	Std.	790	920	1650	1810	2050	2210	2360	2560	2760
					Alt.	980	1150	1650	1810	2050	2210	2360	2560	2760	3150
40	40.000	0.938	391.68	38.124	Std.	840	980	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950
					Alt.	1060	1230	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3380
40	40.000	1.000	416.91	38.000	Std.	900	1050	1890	2070	2340	2520	2700	2930	3000
					Alt.	1130	1310	1890	2070	2340	2520	2700	2930	3150	3600
40	40.000	1.062	442.05	37.876	Std.	960	1120	2010	2200	2490	2680	2870	3000	3000
					Alt.	1190	1390	2010	2200	2490	2680	2870	3110	3350	3630
40	40.000	1.125	467.52	37.750	Std.	1010	1180	2130	2330	2630	2840	3000	3000	3000
					Alt.	1270	1480	2130	2330	2630	2840	3040	3290	3540	3630
40	40.000	1.188	492.90	37.624	Std.	1070	1250	2250	2460	2780	2990	3000	3000	3000
					Alt.	1340	1560	2250	2460	2780	2990	3210	3470	3630	3630
40	40.000	1.250	517.80	37.500	Std.	1130	1310	2360	2590	2930	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1410	1640	2360	2590	2930	3150	3380	3630	3630
42	42.000	0.344	153.18	41.312	Std.	290	340	620	680	770	830	880	960	1030
					Alt.	370	430	620	680	770	830	880	960	1030	1180
42	42.000	0.375	166.86	41.250	Std.	320	380	680	740	840	900	960	1040	1130
					Alt.	400	470	680	740	840	900	960	1040	1130	1290
42	42.000	0.406	180.52	41.188	Std.	350	410	730	800	900	970	1040	1130	1220
					Alt.	440	510	730	800	900	970	1040	1130	1220	1390

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
42	42.000	0.438	194.60	41.124	Std.	380	440	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
					Alt.	470	550	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
42	42.000	0.469	208.22	41.062	Std.	400	470	840	920	1050	1130	1210	1310	1410	1610
					Alt.	500	590	840	920	1050	1130	1210	1310	1410	1610
42	42.000	0.500	221.82	41.000	Std.	430	500	900	990	1110	1200	1290	1390	1500	1710
					Alt.	540	630	900	990	1110	1200	1290	1390	1500	1710
42	42.000	0.562	248.95	40.876	Std.	480	560	1010	1110	1250	1350	1450	1570	1690	1930
					Alt.	600	700	1010	1110	1250	1350	1450	1570	1690	1930
42	42.000	0.625	276.44	40.750	Std.	540	630	1130	1230	1390	1500	1610	1740	1880	2140
					Alt.	670	780	1130	1230	1390	1500	1610	1740	1880	2140
42	42.000	0.688	303.84	40.624	Std.	590	690	1240	1360	1530	1650	1770	1920	2060	2360
					Alt.	740	860	1240	1360	1530	1650	1770	1920	2060	2360
42	42.000	0.750	330.72	40.500	Std.	640	750	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
					Alt.	800	940	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
42	42.000	0.812	357.52	40.376	Std.	700	810	1460	1600	1810	1950	2090	2260	2440	2780
					Alt.	870	1020	1460	1600	1810	1950	2090	2260	2440	2780
42	42.000	0.875	384.67	40.250	Std.	750	880	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
					Alt.	940	1090	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
42	42.000	0.938	411.74	40.124	Std.	800	940	1690	1850	2090	2250	2410	2610	2810	3000
					Alt.	1010	1170	1690	1850	2090	2250	2410	2610	2810	3220
42	42.000	1.000	438.29	40.000	Std.	860	1000	1800	1970	2230	2400	2570	2790	3000	3000
					Alt.	1070	1250	1800	1970	2230	2400	2570	2790	3000	3430
42	42.000	1.062	464.76	39.876	Std.	910	1060	1910	2090	2370	2550	2730	2960	3000	3000
					Alt.	1140	1330	1910	2090	2370	2550	2730	2960	3190	3630
42	42.000	1.125	491.57	39.750	Std.	960	1130	2030	2220	2510	2700	2890	3000	3000	3000
					Alt.	1210	1410	2030	2220	2510	2700	2890	3130	3380	3630
42	42.000	1.188	518.30	39.624	Std.	1020	1190	2140	2340	2650	2850	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1270	1490	2140	2340	2650	2850	3050	3310	3560	3630
42	42.000	1.250	544.52	39.500	Std.	1070	1250	2250	2460	2790	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1340	1560	2250	2460	2790	3000	3210	3480	3630	3630
44	44.000	0.344	160.54	43.312	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	990	1130
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	990	1130
44	44.000	0.375	174.88	43.250	Std.	310	360	640	710	800	860	920	1000	1070	1230
					Alt.	380	450	640	710	800	860	920	1000	1070	1230
44	44.000	0.406	189.20	43.188	Std.	330	390	700	760	860	930	1000	1080	1160	1330
					Alt.	420	480	700	760	860	930	1000	1080	1160	1330
44	44.000	0.438	203.97	43.124	Std.	360	420	750	820	930	1000	1080	1160	1250	1430
					Alt.	450	520	750	820	930	1000	1080	1160	1250	1430
44	44.000	0.469	218.25	43.062	Std.	380	450	810	880	1000	1070	1150	1250	1340	1530
					Alt.	480	560	810	880	1000	1070	1150	1250	1340	1530
44	44.000	0.500	232.51	43.000	Std.	410	480	860	940	1060	1150	1230	1330	1430	1640
					Alt.	510	600	860	940	1060	1150	1230	1330	1430	1640
44	44.000	0.562	260.97	42.876	Std.	460	540	970	1060	1200	1290	1380	1490	1610	1840
					Alt.	570	670	970	1060	1200	1290	1380	1490	1610	1840
44	44.000	0.625	289.80	42.750	Std.	510	600	1070	1180	1330	1430	1530	1660	1790	2050
					Alt.	640	750	1070	1180	1330	1430	1530	1660	1790	2050
44	44.000	0.688	318.55	42.624	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
44	44.000	0.750	346.76	42.500	Std.	610	720	1290	1410	1600	1720	1840	1990	2150	2450
					Alt.	770	890	1290	1410	1600	1720	1840	1990	2150	2450

Cont. Tabla A11.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
44	44.000	0.812	374.88	42.376	Std.	660	780	1400	1530	1730	1860	1990	2160	2330	2660
					Alt.	830	970	1400	1530	1730	1860	1990	2160	2330	2660
44	44.000	0.875	403.38	42.250	Std.	720	840	1500	1650	1860	2000	2150	2330	2510	2860
					Alt.	890	1040	1500	1650	1860	2000	2150	2330	2510	2860
44	44.000	0.938	431.79	42.124	Std.	770	900	1610	1770	2000	2150	2300	2490	2690	3000
					Alt.	960	1120	1610	1770	2000	2150	2300	2490	2690	3070
44	44.000	1.000	459.67	42.000	Std.	820	950	1720	1880	2130	2290	2450	2660	2860	3000
					Alt.	1020	1190	1720	1880	2130	2290	2450	2660	2860	3270
44	44.000	1.062	487.47	41.876	Std.	870	1010	1820	2000	2260	2430	2610	2820	3000	3000
					Alt.	1090	1270	1820	2000	2260	2430	2610	2820	3040	3480
44	44.000	1.125	515.63	41.750	Std.	920	1070	1930	2120	2390	2580	2760	2990	3000	3000
					Alt.	1150	1340	1930	2120	2390	2580	2760	2990	3220	3630
44	44.000	1.188	543.70	41.624	Std.	970	1130	2040	2240	2530	2720	2920	3000	3000	3000
					Alt.	1220	1420	2040	2240	2530	2720	2920	3160	3400	3630
44	44.000	1.250	571.25	41.500	Std.	1020	1190	2150	2350	2660	2860	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1280	1490	2150	2350	2660	2860	3070	3320	3580	3630
46	46.000	0.344	167.89	45.312	Std.	270	310	570	620	700	750	810	870	940	1080
					Alt.	340	390	570	620	700	750	810	870	940	1080
46	46.000	0.375	182.90	45.250	Std.	290	340	620	680	760	820	880	950	1030	1170
					Alt.	370	430	620	680	760	820	880	950	1030	1170
46	46.000	0.406	197.88	45.188	Std.	320	370	670	730	830	890	950	1030	1110	1270
					Alt.	400	460	670	730	830	890	950	1030	1110	1270
46	46.000	0.438	213.33	45.124	Std.	340	400	720	790	890	960	1030	1110	1200	1370
					Alt.	430	500	720	790	890	960	1030	1110	1200	1370
46	46.000	0.469	228.27	45.062	Std.	370	430	770	840	950	1030	1100	1190	1280	1470
					Alt.	460	540	770	840	950	1030	1100	1190	1280	1470
46	46.000	0.500	243.20	45.000	Std.	390	460	820	900	1020	1100	1170	1270	1370	1570
					Alt.	490	570	820	900	1020	1100	1170	1270	1370	1570
46	46.000	0.562	272.98	44.876	Std.	440	510	920	1010	1140	1230	1320	1430	1540	1760
					Alt.	550	640	920	1010	1140	1230	1320	1430	1540	1760
46	46.000	0.625	303.16	44.750	Std.	490	570	1030	1130	1270	1370	1470	1590	1710	1960
					Alt.	610	710	1030	1130	1270	1370	1470	1590	1710	1960
46	46.000	0.688	333.26	44.624	Std.	540	630	1130	1240	1400	1510	1620	1750	1880	2150
					Alt.	670	790	1130	1240	1400	1510	1620	1750	1880	2150
46	46.000	0.750	362.79	44.500	Std.	590	680	1230	1350	1530	1640	1760	1910	2050	2350
					Alt.	730	860	1230	1350	1530	1640	1760	1910	2050	2350
46	46.000	0.812	392.24	44.376	Std.	640	740	1330	1460	1650	1780	1910	2070	2220	2540
					Alt.	790	930	1330	1460	1650	1780	1910	2070	2220	2540
46	46.000	0.875	422.09	44.250	Std.	680	800	1440	1580	1780	1920	2050	2230	2400	2740
					Alt.	860	1000	1440	1580	1780	1920	2050	2230	2400	2740
46	46.000	0.938	451.85	44.124	Std.	730	860	1540	1690	1910	2060	2200	2390	2570	2940
					Alt.	920	1070	1540	1690	1910	2060	2200	2390	2570	2940
46	46.000	1.000	481.05	44.000	Std.	780	910	1640	1800	2030	2190	2350	2540	2740	3000
					Alt.	980	1140	1640	1800	2030	2190	2350	2540	2740	3130
46	46.000	1.062	510.17	43.876	Std.	830	970	1750	1910	2160	2330	2490	2700	2910	3000
					Alt.	1040	1210	1750	1910	2160	2330	2490	2700	2910	3320
46	46.000	1.125	539.68	43.750	Std.	880	1030	1850	2030	2290	2470	2640	2860	3000	3000
					Alt.	1100	1280	1850	2030	2290	2470	2640	2860	3080	3520
46	46.000	1.188	569.10	43.624	Std.	930	1080	1950	2140	2420	2600	2790	3000	3000	3000
					Alt.	1160	1360	1950	2140	2420	2600	2790	3020	3250	3630

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
46	46.000	1.250	597.97	43.500	Std.	980	1140	2050	2250	2540	2740	2930	3000	3000	3000
					Alt.	1220	1430	2050	2250	2540	2740	2930	3180	3420	3630
48	48.000	0.344	175.25	47.312	Std.	260	300	540	590	670	720	770	840	900	1030
					Alt.	320	380	540	590	670	720	770	840	900	1030
48	48.000	0.375	190.92	47.250	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1130
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1130
48	48.000	0.406	206.56	47.188	Std.	300	360	640	700	790	850	910	990	1070	1220
					Alt.	380	440	640	700	790	850	910	990	1070	1220
48	48.000	0.438	222.70	47.124	Std.	330	380	690	760	850	920	990	1070	1150	1310
					Alt.	410	480	690	760	850	920	990	1070	1150	1310
48	48.000	0.469	238.30	47.062	Std.	350	410	740	810	910	980	1060	1140	1230	1410
					Alt.	440	510	740	810	910	980	1060	1140	1230	1410
48	48.000	0.500	253.89	47.000	Std.	380	440	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
					Alt.	470	550	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
48	48.000	0.562	285.00	46.876	Std.	420	490	890	970	1100	1180	1260	1370	1480	1690
					Alt.	530	610	890	970	1100	1180	1260	1370	1480	1690
48	48.000	0.625	316.52	46.750	Std.	470	550	980	1080	1220	1310	1410	1520	1640	1880
					Alt.	590	680	980	1080	1220	1310	1410	1520	1640	1880
48	48.000	0.688	347.97	46.624	Std.	520	600	1080	1190	1340	1440	1550	1680	1810	2060
					Alt.	650	750	1080	1190	1340	1440	1550	1680	1810	2060
48	48.000	0.750	378.83	46.500	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
48	48.000	0.812	409.61	46.376	Std.	610	710	1280	1400	1580	1710	1830	1980	2130	2440
					Alt.	760	890	1280	1400	1580	1710	1830	1980	2130	2440
48	48.000	0.875	440.80	46.250	Std.	660	770	1380	1510	1710	1840	1970	2130	2300	2630
					Alt.	820	960	1380	1510	1710	1840	1970	2130	2300	2630
48	48.000	0.938	471.90	46.124	Std.	700	820	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
					Alt.	880	1030	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
48	48.000	1.000	502.43	46.000	Std.	750	880	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
					Alt.	940	1090	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
48	48.000	1.062	532.88	45.876	Std.	800	930	1670	1830	2070	2230	2390	2590	2790	3000
					Alt.	1000	1160	1670	1830	2070	2230	2390	2590	2790	3190
48	48.000	1.125	563.73	45.750	Std.	840	980	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3000
					Alt.	1050	1230	1770	1940	2190	2360	2530	2740	2950	3380
48	48.000	1.188	594.50	45.624	Std.	890	1040	1870	2050	2320	2490	2670	2900	3000	3000
					Alt.	1110	1300	1870	2050	2320	2490	2670	2900	3120	3560
48	48.000	1.250	624.70	45.500	Std.	940	1090	1970	2160	2440	2630	2810	3000	3000	3000
					Alt.	1170	1370	1970	2160	2440	2630	2810	3050	3280	3630
52	52.000	0.375	206.95	51.250	Std.	260	300	550	600	680	730	780	840	910	1040
					Alt.	320	380	550	600	680	730	780	840	910	1040
52	52.000	0.406	223.93	51.188	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1120
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1120
52	52.000	0.438	241.42	51.124	Std.	300	350	640	700	790	850	910	990	1060	1210
					Alt.	380	440	640	700	790	850	910	990	1060	1210
52	52.000	0.469	258.36	51.062	Std.	320	380	680	750	840	910	970	1060	1140	1300
					Alt.	410	470	680	750	840	910	970	1060	1140	1300
52	52.000	0.500	275.27	51.000	Std.	350	400	730	800	900	970	1040	1130	1210	1380
					Alt.	430	500	730	800	900	970	1040	1130	1210	1380
52	52.000	0.562	309.03	50.876	Std.	390	450	820	890	1010	1090	1170	1260	1360	1560
					Alt.	490	570	820	890	1010	1090	1170	1260	1360	1560

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
52	52.000	0.625	343.25	50.750	Std.	430	500	910	1000	1130	1210	1300	1410	1510	1730
					Alt.	540	630	910	1000	1130	1210	1300	1410	1510	1730
52	52.000	0.688	377.39	50.624	Std.	480	560	1000	1100	1240	1330	1430	1550	1670	1910
					Alt.	600	690	1000	1100	1240	1330	1430	1550	1670	1910
52	52.000	0.750	410.90	50.500	Std.	520	610	1090	1190	1350	1450	1560	1690	1820	2080
					Alt.	650	760	1090	1190	1350	1450	1560	1690	1820	2080
52	52.000	0.812	444.33	50.376	Std.	560	660	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970	2250
52	52.000	0.875	478.21	50.250	Std.	610	710	1270	1390	1580	1700	1820	1970	2120	2420
					Alt.	760	880	1270	1390	1580	1700	1820	1970	2120	2420
52	52.000	0.938	512.01	50.124	Std.	650	760	1360	1490	1690	1820	1950	2110	2270	2600
					Alt.	810	950	1360	1490	1690	1820	1950	2110	2270	2600
52	52.000	1.000	545.19	50.000	Std.	690	810	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420	2770
					Alt.	870	1010	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420	2770
52	52.000	1.062	578.29	49.876	Std.	740	860	1540	1690	1910	2060	2210	2390	2570	2940
					Alt.	920	1070	1540	1690	1910	2060	2210	2390	2570	2940
52	52.000	1.125	611.84	49.750	Std.	780	910	1640	1790	2030	2180	2340	2530	2730	3000
					Alt.	970	1140	1640	1790	2030	2180	2340	2530	2730	3120
52	52.000	1.188	645.30	49.624	Std.	820	960	1730	1890	2140	2300	2470	2670	2880	3000
					Alt.	1030	1200	1730	1890	2140	2300	2470	2670	2880	3290
52	52.000	1.250	678.15	49.500	Std.	870	1010	1820	1990	2250	2420	2600	2810	3000	3000
					Alt.	1080	1260	1820	1990	2250	2420	2600	2810	3030	3460
56	56.000	0.375	222.99	55.250	Std.	240	280	510	550	630	680	720	780	840	960
					Alt.	300	350	510	550	630	680	720	780	840	960
56	56.000	0.406	241.29	55.188	Std.	260	300	550	600	680	730	780	850	910	1040
					Alt.	330	380	550	600	680	730	780	850	910	1040
56	56.000	0.438	260.15	55.124	Std.	280	330	590	650	730	790	840	920	990	1130
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	920	990	1130
56	56.000	0.469	278.41	55.062	Std.	300	350	630	690	780	840	900	980	1060	1210
					Alt.	380	440	630	690	780	840	900	980	1060	1210
56	56.000	0.500	296.65	55.000	Std.	320	380	680	740	840	900	960	1040	1130	1290
					Alt.	400	470	680	740	840	900	960	1040	1130	1290
56	56.000	0.562	333.06	54.876	Std.	360	420	760	830	940	1010	1080	1170	1260	1450
					Alt.	450	530	760	830	940	1010	1080	1170	1260	1450
56	56.000	0.625	369.97	54.750	Std.	400	470	840	920	1040	1130	1210	1310	1410	1610
					Alt.	500	590	840	920	1040	1130	1210	1310	1410	1610
56	56.000	0.688	406.80	54.624	Std.	440	520	930	1020	1150	1240	1330	1440	1550	1770
					Alt.	550	650	930	1020	1150	1240	1330	1440	1550	1770
56	56.000	0.750	442.97	54.500	Std.	480	560	1010	1110	1250	1350	1450	1570	1690	1930
					Alt.	600	700	1010	1110	1250	1350	1450	1570	1690	1930
56	56.000	0.812	479.05	54.376	Std.	520	610	1100	1200	1360	1460	1570	1700	1830	2090
					Alt.	650	760	1100	1200	1360	1460	1570	1700	1830	2090
56	56.000	0.875	515.63	54.250	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
56	56.000	0.938	552.12	54.124	Std.	600	700	1270	1390	1570	1690	1810	1960	2110	2410
					Alt.	750	880	1270	1390	1570	1690	1810	1960	2110	2410
56	56.000	1.000	587.95	54.000	Std.	640	750	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
					Alt.	800	940	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
56	56.000	1.062	623.70	53.876	Std.	680	800	1430	1570	1780	1910	2050	2220	2390	2730
					Alt.	850	1000	1430	1570	1780	1910	2050	2220	2390	2730

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-End Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^d (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
56	56.000	1.125	659.94	53.750	Std.	720	840	1520	1660	1880	2030	2170	2350	2530	2890
					Alt.	900	1050	1520	1660	1880	2030	2170	2350	2530	2890
56	56.000	1.188	696.10	53.624	Std.	760	890	1600	1760	1990	2140	2290	2480	2670	3000
					Alt.	950	1110	1600	1760	1990	2140	2290	2480	2670	3050
56	56.000	1.250	731.60	53.500	Std.	800	940	1690	1850	2090	2250	2410	2610	2810	3000
					Alt.	1000	1170	1690	1850	2090	2250	2410	2610	2810	3210
60	60.000	0.375	239.02	59.250	Std.	230	260	470	520	590	630	680	730	790	900
					Alt.	280	330	470	520	590	630	680	730	790	900
60	60.000	0.406	258.65	59.188	Std.	240	280	510	560	630	680	730	790	850	970
					Alt.	300	360	510	560	630	680	730	790	850	970
60	60.000	0.438	278.88	59.124	Std.	260	310	550	600	680	740	790	850	920	1050
					Alt.	330	380	550	600	680	740	790	850	920	1050
60	60.000	0.469	298.47	59.062	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1130
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1130
60	60.000	0.500	318.03	59.000	Std.	300	350	630	690	780	840	900	980	1050	1200
					Alt.	380	440	630	690	780	840	900	980	1050	1200
60	60.000	0.562	357.09	58.876	Std.	340	390	710	780	880	940	1010	1100	1180	1350
					Alt.	420	490	710	780	880	940	1010	1100	1180	1350
60	60.000	0.625	396.70	58.750	Std.	380	440	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
					Alt.	470	550	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
60	60.000	0.688	436.22	58.624	Std.	410	480	870	950	1070	1160	1240	1340	1440	1650
					Alt.	520	600	870	950	1070	1160	1240	1340	1440	1650
60	60.000	0.750	475.04	58.500	Std.	450	530	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
					Alt.	560	660	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
60	60.000	0.812	513.77	58.376	Std.	490	570	1020	1120	1270	1360	1460	1580	1710	1950
					Alt.	610	710	1020	1120	1270	1360	1460	1580	1710	1950
60	60.000	0.875	553.04	58.250	Std.	530	610	1100	1210	1370	1470	1580	1710	1840	2100
					Alt.	660	770	1100	1210	1370	1470	1580	1710	1840	2100
60	60.000	0.938	592.23	58.124	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
60	60.000	1.000	630.71	58.000	Std.	600	700	1260	1380	1560	1680	1800	1950	2100	2400
					Alt.	750	880	1260	1380	1560	1680	1800	1950	2100	2400
60	60.000	1.062	669.11	57.876	Std.	640	740	1340	1470	1660	1780	1910	2070	2230	2550
					Alt.	800	930	1340	1470	1660	1780	1910	2070	2230	2550
60	60.000	1.125	708.05	57.750	Std.	680	790	1420	1550	1760	1890	2030	2190	2360	2700
					Alt.	840	980	1420	1550	1760	1890	2030	2190	2360	2700
60	60.000	1.188	746.90	57.624	Std.	710	830	1500	1640	1850	2000	2140	2320	2490	2850
					Alt.	890	1040	1500	1640	1850	2000	2140	2320	2490	2850
60	60.000	1.250	785.05	57.500	Std.	750	880	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
					Alt.	940	1090	1580	1730	1950	2100	2250	2440	2630	3000
64	64.000	0.375	255.06	63.250	Std.	210	250	440	490	550	590	630	690	740	840
					Alt.	260	310	440	490	550	590	630	690	740	840
64	64.000	0.406	276.01	63.188	Std.	230	270	480	530	590	640	690	740	800	910
					Alt.	290	330	480	530	590	640	690	740	800	910
64	64.000	0.438	297.61	63.124	Std.	250	290	520	570	640	690	740	800	860	990
					Alt.	310	360	520	570	640	690	740	800	860	990
64	64.000	0.469	318.52	63.062	Std.	260	310	550	610	690	740	790	860	920	1060
					Alt.	330	380	550	610	690	740	790	860	920	1060
64	64.000	0.500	339.41	63.000	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1130
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1130

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
64	64.000	0.562	381.12	62.876	Std.	320	370	660	730	820	890	950	1030	1110	1260
					Alt.	400	460	660	730	820	890	950	1030	1110	1260
64	64.000	0.625	423.42	62.750	Std.	350	410	740	810	910	980	1050	1140	1230	1410
					Alt.	440	510	740	810	910	980	1050	1140	1230	1410
64	64.000	0.688	465.64	62.624	Std.	390	450	810	890	1010	1080	1160	1260	1350	1550
					Alt.	480	560	810	890	1010	1080	1160	1260	1350	1550
64	64.000	0.750	507.11	62.500	Std.	420	490	890	970	1100	1180	1270	1370	1480	1690
					Alt.	530	620	890	970	1100	1180	1270	1370	1480	1690
64	64.000	0.812	548.49	62.376	Std.	460	530	960	1050	1190	1280	1370	1480	1600	1830
					Alt.	570	670	960	1050	1190	1280	1370	1480	1600	1830
64	64.000	0.875	590.46	62.250	Std.	490	570	1030	1130	1280	1380	1480	1600	1720	1970
					Alt.	620	720	1030	1130	1280	1380	1480	1600	1720	1970
64	64.000	0.938	632.34	62.124	Std.	530	620	1110	1210	1370	1480	1580	1710	1850	2110
					Alt.	660	770	1110	1210	1370	1480	1580	1710	1850	2110
64	64.000	1.000	673.47	62.000	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
64	64.000	1.062	714.52	61.876	Std.	600	700	1250	1370	1550	1670	1790	1940	2090	2390
					Alt.	750	870	1250	1370	1550	1670	1790	1940	2090	2390
64	64.000	1.125	756.15	61.750	Std.	630	740	1330	1460	1650	1770	1900	2060	2210	2530
					Alt.	790	920	1330	1460	1650	1770	1900	2060	2210	2530
64	64.000	1.188	797.69	61.624	Std.	670	780	1400	1540	1740	1870	2000	2170	2340	2670
					Alt.	840	970	1400	1540	1740	1870	2000	2170	2340	2670
64	64.000	1.250	838.50	61.500	Std.	700	820	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
					Alt.	880	1030	1480	1620	1830	1970	2110	2290	2460	2810
68	68.000	0.469	338.57	67.062	Std.	250	290	520	570	650	700	740	810	870	990
					Alt.	310	360	520	570	650	700	740	810	870	990
68	68.000	0.500	360.79	67.000	Std.	260	310	560	610	690	740	790	860	930	1060
					Alt.	330	390	560	610	690	740	790	860	930	1060
68	68.000	0.562	405.15	66.876	Std.	300	350	620	680	770	830	890	970	1040	1190
					Alt.	370	430	620	680	770	830	890	970	1040	1190
68	68.000	0.625	450.15	66.750	Std.	330	390	690	760	860	930	990	1080	1160	1320
					Alt.	410	480	690	760	860	930	990	1080	1160	1320
68	68.000	0.688	495.06	66.624	Std.	360	420	760	840	950	1020	1090	1180	1270	1460
					Alt.	460	530	760	840	950	1020	1090	1180	1270	1460
68	68.000	0.750	539.18	66.500	Std.	400	460	830	910	1030	1110	1190	1290	1390	1590
					Alt.	500	580	830	910	1030	1110	1190	1290	1390	1590
68	68.000	0.812	583.21	66.376	Std.	430	500	900	990	1120	1200	1290	1400	1500	1720
					Alt.	540	630	900	990	1120	1200	1290	1400	1500	1720
68	68.000	0.875	627.87	66.250	Std.	460	540	970	1070	1200	1300	1390	1510	1620	1850
					Alt.	580	680	970	1070	1200	1300	1390	1510	1620	1850
68	68.000	0.938	672.45	66.124	Std.	500	580	1040	1140	1290	1390	1490	1610	1740	1990
					Alt.	620	720	1040	1140	1290	1390	1490	1610	1740	1990
68	68.000	1.000	716.23	66.000	Std.	530	620	1110	1220	1380	1480	1590	1720	1850	2120
					Alt.	660	770	1110	1220	1380	1480	1590	1720	1850	2120
68	68.000	1.062	759.93	65.876	Std.	560	660	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1570	1690	1830	1970	2250
68	68.000	1.125	804.26	65.750	Std.	600	690	1250	1370	1550	1670	1790	1940	2080	2380
					Alt.	740	870	1250	1370	1550	1670	1790	1940	2080	2380
68	68.000	1.188	848.49	65.624	Std.	630	730	1320	1450	1640	1760	1890	2040	2200	2520
					Alt.	790	920	1320	1450	1640	1760	1890	2040	2200	2520

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-End Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^a d (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
68	68.000	1.250	891.95	65.500	Std.	660	770	1390	1520	1720	1850	1990	2150	2320	2650
					Alt.	830	970	1390	1520	1720	1850	1990	2150	2320	2650
72	72.000	0.500	382.17	71.000	Std.	250	290	530	580	650	700	750	810	880	1000
					Alt.	310	360	530	580	650	700	750	810	880	1000
72	72.000	0.562	429.18	70.876	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1120
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1120
72	72.000	0.625	476.87	70.750	Std.	310	360	660	720	810	880	940	1020	1090	1250
					Alt.	390	460	660	720	810	880	940	1020	1090	1250
72	72.000	0.688	524.48	70.624	Std.	340	400	720	790	890	960	1030	1120	1200	1380
					Alt.	430	500	720	790	890	960	1030	1120	1200	1380
72	72.000	0.750	571.25	70.500	Std.	380	440	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
					Alt.	470	550	790	860	980	1050	1130	1220	1310	1500
72	72.000	0.812	617.93	70.376	Std.	410	470	850	930	1060	1140	1220	1320	1420	1620
					Alt.	510	590	850	930	1060	1140	1220	1320	1420	1620
72	72.000	0.875	665.29	70.250	Std.	440	510	920	1010	1140	1230	1310	1420	1530	1750
					Alt.	550	640	920	1010	1140	1230	1310	1420	1530	1750
72	72.000	0.938	712.55	70.124	Std.	470	550	980	1080	1220	1310	1410	1520	1640	1880
					Alt.	590	680	980	1080	1220	1310	1410	1520	1640	1880
72	72.000	1.000	758.99	70.000	Std.	500	580	1050	1150	1300	1400	1500	1630	1750	2000
					Alt.	630	730	1050	1150	1300	1400	1500	1630	1750	2000
72	72.000	1.062	805.34	69.876	Std.	530	620	1120	1220	1380	1490	1590	1730	1860	2120
					Alt.	660	770	1120	1220	1380	1490	1590	1730	1860	2120
72	72.000	1.125	852.36	69.750	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
72	72.000	1.188	899.29	69.624	Std.	590	690	1250	1370	1540	1660	1780	1930	2080	2380
					Alt.	740	870	1250	1370	1540	1660	1780	1930	2080	2380
72	72.000	1.250	945.40	69.500	Std.	630	730	1310	1440	1630	1750	1880	2030	2190	2500
					Alt.	780	910	1310	1440	1630	1750	1880	2030	2190	2500
76	76.000	0.500	403.55	75.000	Std.	240	280	500	540	620	660	710	770	830	950
					Alt.	300	350	500	540	620	660	710	770	830	950
76	76.000	0.562	453.21	74.876	Std.	270	310	560	610	690	750	800	870	930	1060
					Alt.	330	390	560	610	690	750	800	870	930	1060
76	76.000	0.625	503.60	74.750	Std.	300	350	620	680	770	830	890	960	1040	1180
					Alt.	370	430	620	680	770	830	890	960	1040	1180
76	76.000	0.688	553.90	74.624	Std.	330	380	680	750	850	910	980	1060	1140	1300
					Alt.	410	480	680	750	850	910	980	1060	1140	1300
76	76.000	0.750	603.32	74.500	Std.	360	410	750	820	920	990	1070	1150	1240	1420
					Alt.	440	520	750	820	920	990	1070	1150	1240	1420
76	76.000	0.812	652.65	74.376	Std.	380	450	810	880	1000	1080	1150	1250	1350	1540
					Alt.	480	560	810	880	1000	1080	1150	1250	1350	1540
76	76.000	0.875	702.70	74.250	Std.	410	480	870	950	1080	1160	1240	1350	1450	1660
					Alt.	520	600	870	950	1080	1160	1240	1350	1450	1660
76	76.000	0.938	752.66	74.124	Std.	440	520	930	1020	1160	1240	1330	1440	1560	1780
					Alt.	560	650	930	1020	1160	1240	1330	1440	1560	1780
76	76.000	1.000	801.75	74.000	Std.	470	550	990	1090	1230	1330	1420	1540	1660	1890
					Alt.	590	690	990	1090	1230	1330	1420	1540	1660	1890
76	76.000	1.062	850.75	73.876	Std.	500	590	1060	1160	1310	1410	1510	1630	1760	2010
					Alt.	630	730	1060	1160	1310	1410	1510	1630	1760	2010
76	76.000	1.125	900.47	73.750	Std.	530	620	1120	1230	1390	1490	1600	1730	1870	2130
					Alt.	670	780	1120	1230	1390	1490	1600	1730	1870	2130

Cont. Tabla A11

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
Size	Specified Outside Diameter <i>D</i> (in.)	Specified Wall Thickness <i>t</i> (in.)	Plain-End Weight per Unit Length <i>w_{pe}</i> (lb/ft)	Calculated Inside Diameter ^d <i>d</i> (in.)	Minimum Test Pressure (psi) ^b										
					Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80	
76	76.000	1.188	950.09	73.624	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
76	76.000	1.250	998.85	73.500	Std.	590	690	1240	1360	1540	1660	1780	1920	2070	2370
					Alt.	740	860	1240	1360	1540	1660	1780	1920	2070	2370
80	80.000	0.562	477.25	78.876	Std.	250	300	530	580	660	710	760	820	890	1010
					Alt.	320	370	530	580	660	710	760	820	890	1010
80	80.000	0.625	530.32	78.750	Std.	280	330	590	650	730	790	840	910	980	1130
					Alt.	350	410	590	650	730	790	840	910	980	1130
80	80.000	0.688	583.32	78.624	Std.	310	360	650	710	800	870	930	1010	1080	1240
					Alt.	390	450	650	710	800	870	930	1010	1080	1240
80	80.000	0.750	635.39	78.500	Std.	340	390	710	780	880	950	1010	1100	1180	1350
					Alt.	420	490	710	780	880	950	1010	1100	1180	1350
80	80.000	0.812	687.37	78.376	Std.	370	430	770	840	950	1020	1100	1190	1280	1460
					Alt.	460	530	770	840	950	1020	1100	1190	1280	1460
80	80.000	0.875	740.12	78.250	Std.	390	460	830	910	1020	1100	1180	1280	1380	1580
					Alt.	490	570	830	910	1020	1100	1180	1280	1380	1580
80	80.000	0.938	792.77	78.124	Std.	420	490	890	970	1100	1180	1270	1370	1480	1690
					Alt.	530	620	890	970	1100	1180	1270	1370	1480	1690
80	80.000	1.000	844.51	78.000	Std.	450	530	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
					Alt.	560	660	950	1040	1170	1260	1350	1460	1580	1800
80	80.000	1.062	896.17	77.876	Std.	480	560	1000	1100	1240	1340	1430	1550	1670	1910
					Alt.	600	700	1000	1100	1240	1340	1430	1550	1670	1910
80	80.000	1.125	948.57	77.750	Std.	510	590	1060	1160	1320	1420	1520	1650	1770	2030
					Alt.	630	740	1060	1160	1320	1420	1520	1650	1770	2030
80	80.000	1.188	1000.89	77.624	Std.	530	620	1120	1230	1390	1500	1600	1740	1870	2140
					Alt.	670	780	1120	1230	1390	1500	1600	1740	1870	2140
80	80.000	1.250	1052.30	77.500	Std.	560	660	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250
					Alt.	700	820	1180	1290	1460	1580	1690	1830	1970	2250

Tabla A12 Composición química para productos de nivel PSL1

1 grado y clase	2 carbono máximo	3 manganeso máximo	4		5 azufre máximo	6 otros
			mínimo	máximo		
tubería sin costura						
A25, Cl I	0.21	0.60		0.030	0.030	
A25, Cl II	0.21	0.60	0.045	0.080	0.030	
A	0.22	0.90		0.030	0.030	
B	0.28	1.20		0.030	0.030	b, d
X42	0.28	1.30		0.030	0.030	c, d
X46, X52, X56	0.28	1.40		0.030	0.030	c, d
X60 ^e , X65 ^e , X70 ^e	0.28	1.40		0.030	0.030	c, d
tubería con costura						
A25, Cl I	0.21	0.60		0.030	0.030	
A25, Cl II	0.21	0.60	0.045	0.080	0.030	
A	0.22	0.90		0.030	0.030	
B	0.26	1.20		0.030	0.030	b, d
X42	0.26	1.30		0.030	0.030	c, d
X46, X52, X56	0.26	1.40		0.030	0.030	c, d
X60 ^e	0.26	1.40		0.030	0.030	c, d
X65 ^e	0.26	1.45		0.030	0.030	c, d
X70 ^e	0.26	1.65		0.030	0.030	c, d

Tabla. A13 Composición Química para productos de nivel PSL2

1	2	3	4	5	6
grado y clase	carbóno max.imo	maqnganese máximo	fosforo máximo	azufre máximo	otros
tuberia sin costura					
B	0.24	1.20	0.025	0.015	b, d
X42	0.24	1.30	0.025	0.015	c, d
X46, X52, X56	0.24	1.40	0.025	0.015	c, d
X60 ^e , X65 ^e , X70 ^e , X80 ^e	0.24	1.40	0.025	0.015	c, d
tuberia con costura					
B	0.22	1.20	0.025	0.015	b, d
X42	0.22	1.30	0.025	0.015	c, d
X46, X52, X56	0.22	1.40	0.025	0.015	c, d
X60 ^e	0.22	1.40	0.025	0.015	c, d
X65 ^e	0.22	1.45	0.025	0.015	c, d
X70 ^e	0.22	1.65	0.025	0.015	c, d
X80 ^e	0.22	1.85	0.025	0.015	c, d

Notas:

a. Para cada reducción de 0.01% debajo del contenido máximo especificado del carbón, un aumento de 0.05% sobre el contenido máximo especificado del manganeso es permitido, hasta un máximo de 1.50% para los grados X42 con X52, hasta un máximo de 1.65% para los grados más arriba que X52 pero menos que X70, y hasta 2.00% para los grados X70 y más arriba.

b. El Columbium [Niobium], el Vanadio, el Titanio, o las combinaciones de estos se pueden utilizar por acuerdo entre el comprador y el fabricante.

c. El Columbium [Niobium], el Vanadio, el Titanio, o las combinaciones de estos se pueden utilizar de acuerdo al criterio del fabricante.

d. La suma del contenido del Columbium [Niobium], del Vanadio, y Titanio no excederá de 0.15%.

e. Otras Composiciones químicas se pueden equipar por acuerdo entre el comprador y fabricante, proporcionando los límites de la nota d, y los límites tabulares para el fósforo y el sulfuro.

Tabla A14 Propiedades mecánicas para productos de nivel PSL1

1	2		3		4
	esfuerzo mínimo de cedencia		ultimo esfuerzo de tension		
	lb/pulg2	mpa	lb/pulg2	mpa	
A25	25,000	(172)	45,000	(310)	a
A	30,000	(207)	48,000	(331)	a
B	35,000	(241)	60,000	(414)	a
X42	42,000	(290)	60,000	(414)	a
X46	46,000	(317)	63,000	(434)	a
X52	52,000	(359)	66,000	(455)	a
X56	56,000	(386)	71,000	(490)	a
X60	60,000	(414)	75,000	(517)	a
X65	65,000	(448)	77,000	(531)	a
X70	70,000	(483)	82,000	(565)	a

Tabla A15. Propiedades mecánicas para productos de nivel PSL2

1	2		3		4		5		6
	esfuerzo mínimo de cedencia		esfuerzo máximo de cedencia		ultimo esfuerzo de tension mínimo		ultimo esfuerzo de tension máximo		
	lb/pulg 2	mpa	lb/pulg 2	mpa	lb/pulg 2	mpa	lb/pulg 2	mpa	
B	35,000	(241)	65,000 ^d	(448)	60,000	(414)	110,000	(758)	a
X42	42,000	(290)	72,000	(496)	60,000	(414)	110,000	(758)	a
X46	46,000	(317)	76,000	(524)	63,000	(434)	110,000	(758)	a
X52	52,000	(359)	77,000	(531)	66,000	(455)	110,000	(758)	a
X56	56,000	(386)	79,000	(544)	71,000	(490)	110,000	(758)	a
X60	60,000	(414)	82,000	(565)	75,000	(517)	110,000	(758)	a
X65	65,000	(448)	87,000	(600)	77,000	(531)	110,000	(758)	a
X70	70,000	(483)	90,000	(621)	82,000	(565)	110,000	(758)	a
X80	80,000	(552)	100,000 ^e	(690)	90,000	(621)	120,000	(827)	a

Notas:

a. La mínima elongación en 2 pulgadas se deberá determinar mediante la siguiente ecuación:

$$e = 625000 * \frac{A^2}{U^{0.9}}$$

Donde:

e= Elongación mínima en porcentaje en 2 pulgadas.

A= Prueba de tensión como sigue:

a. para tamaño de la barra redonda: 0.20 in.2 (130 mm2)

b. para los especímenes completos de la sección, el más pequeño (i) de 0.75 in.² (485 mm²) y (ii) el área seccionada transversalmente del espécimen de la prueba, calculada usando el diámetro

exterior especificado de la tubería y el grueso de pared especificado de la tubería, redondeado al 0.01 in.² más cercano (10 mm²); y
 c. para los especímenes de la tira, el más pequeño (i) de 0.75 in.² (485 mm²) y (ii) el área seccionada transversalmente del espécimen de la prueba, calculada usando la anchura especificada del espécimen de la prueba y el grueso de pared especificado de la tubería, redondeado al 0.01 in.² más cercano (10 mm²).

U= ultimo esfuerzo de tensión mínimo especificado en lb/pulg².

b. el esfuerzo máximo para un grado intermedio será el máximo para el grado más alto siguiente.

c. todos los grados intermedios tienen un último esfuerzo de tensión máximo de 110.000 lb/pulg² (758 mpa).

d. el máximo esfuerzo para la tubería grado b es 72.000 lb/pulg² (496 mpa).

e. para el espesor de pared mayor de 0.984 pulgadas (25.0 milímetros), el esfuerzo máximo será determinado de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

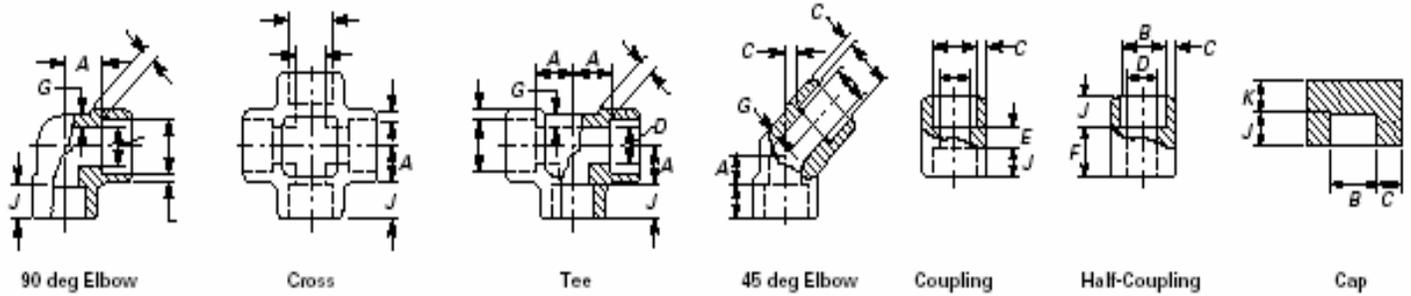
Tabla A16. Tolerancias permitidas para el espesor de pared de tubería API.

diámetro	tipo de tubo	grado b o menores	grado x42 o mayores
≤ 2 7/8	todos	+20.0 , - 12.5	+15.0 , -12.5
> 2 7/8 y < 20	todos	+15.0 , -12.5	+15.0 , -12.5
≥ 20	c/costura	+17.5 , -12.5	+19.5 , -8.0
≥ 20	s/costura	+15.00 , -12.5	+17.5 , 10.0

APENDICE B

CONEXIONES DE ACERO FORJADO

Tabla B1. Conexiones forjadas inserto soldable. Dimensiones en pulgadas



Nominal Pipe Size	Socket Bore Diameter, B [Note (1)]	Bore Diameter of Fittings, D [Note (1)]			Socket Wall Thickness, C [Note (2)]						Body Wall, G			Min. Depth of Socket, J	Center to Bottom of Socket, A						Laying Lengths		Tolerances, ±			End Wall Thickness, K_{min}		
		Class Designation			Class Designation						Class Designation				90 deg Elbows, Tees, and Crosses			45 deg Elbows			Couplings, E	Half Couplings, F	A	E	F	Class Designation		
		3000	6000	9000	3000		6000		9000		3000	6000	9000		3000	6000	9000	3000	6000	9000						3000	6000	9000
		Avg.	Min.	Avg.	Min.	Avg.	Min.	Avg.	Min.	Min.	Min.	Min.	3000		6000	9000	3000	6000	9000	3000	6000	9000	3000	6000	9000			
		3000	6000	9000	Avg.	Min.	Avg.	Min.	Avg.	Min.	Min.	Min.	3000		6000	9000	3000	6000	9000	3000	6000	9000	3000	6000	9000			
1/8	0.440	0.299	0.189	...	0.125	0.125	0.156	0.135	...	...	0.095	0.124	...	0.38	0.44	0.44	...	0.31	0.31	...	0.25	0.62	0.03	0.06	0.03	0.19	0.25	...
	0.420	0.239	0.126	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1/4	0.575	0.394	0.280	...	0.149	0.130	0.181	0.158	...	...	0.119	0.145	...	0.38	0.44	0.53	...	0.31	0.31	...	0.25	0.62	0.03	0.06	0.03	0.19	0.25	...
	0.555	0.334	0.220	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3/8	0.710	0.523	0.389	...	0.158	0.138	0.198	0.172	...	...	0.126	0.158	...	0.38	0.53	0.62	...	0.31	0.44	...	0.25	0.69	0.06	0.12	0.06	0.19	0.25	...
	0.690	0.463	0.329	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1/2	0.875	0.652	0.494	0.282	0.184	0.161	0.235	0.204	0.368	0.322	0.147	0.188	0.294	0.38	0.62	0.75	1.00	0.44	0.50	0.62	0.38	0.88	0.06	0.12	0.06	0.25	0.31	0.44
	0.855	0.592	0.434	0.222	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3/4	1.085	0.854	0.642	0.464	0.193	0.168	0.274	0.238	0.385	0.337	0.154	0.219	0.308	0.50	0.75	0.88	1.12	0.50	0.56	0.75	0.38	0.94	0.06	0.12	0.06	0.25	0.31	0.50
	1.065	0.794	0.582	0.404	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	1.350	1.079	0.845	0.629	0.224	0.196	0.312	0.273	0.448	0.392	0.179	0.250	0.358	0.50	0.88	1.06	1.25	0.56	0.69	0.81	0.50	1.12	0.08	0.16	0.08	0.38	0.44	0.56
	1.330	1.019	0.785	0.569	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1 1/4	1.695	1.410	1.190	0.926	0.239	0.208	0.312	0.273	0.478	0.418	0.191	0.250	0.382	0.50	1.06	1.25	1.38	0.69	0.81	0.88	0.50	1.19	0.08	0.16	0.08	0.38	0.44	0.56
	1.675	1.350	1.130	0.866	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1 1/2	1.935	1.640	1.388	1.130	0.250	0.218	0.351	0.307	0.500	0.438	0.200	0.281	0.400	0.50	1.25	1.50	1.50	0.81	1.00	1.00	0.50	1.25	0.08	0.16	0.08	0.44	0.50	0.62
	1.915	1.580	1.308	1.070	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	2.426	2.097	1.717	1.533	0.273	0.238	0.430	0.374	0.545	0.477	0.218	0.344	0.436	0.62	1.50	1.62	2.12	1.00	1.12	1.12	0.75	1.62	0.08	0.16	0.08	0.50	0.62	0.75
	2.406	2.037	1.657	1.473	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2 1/2	2.931	2.529	...	...	0.345	0.302	...	...	...	...	0.276	...	...	0.62	1.62	...	...	1.12	...	...	0.75	1.69	0.10	0.20	0.10	0.62	0.75	...
	2.906	2.409	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	3.560	3.128	...	...	0.375	0.327	...	...	...	...	0.300	...	...	0.62	2.25	...	...	1.25	...	...	0.75	1.75	0.10	0.20	0.10	0.75	0.88	...
	3.535	3.008	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	4.570	4.086	...	...	0.421	0.368	...	...	...	...	0.337	...	...	0.75	2.62	...	...	1.62	...	...	0.75	1.88	0.10	0.20	0.10	0.88	1.12	...
	4.545	3.966	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

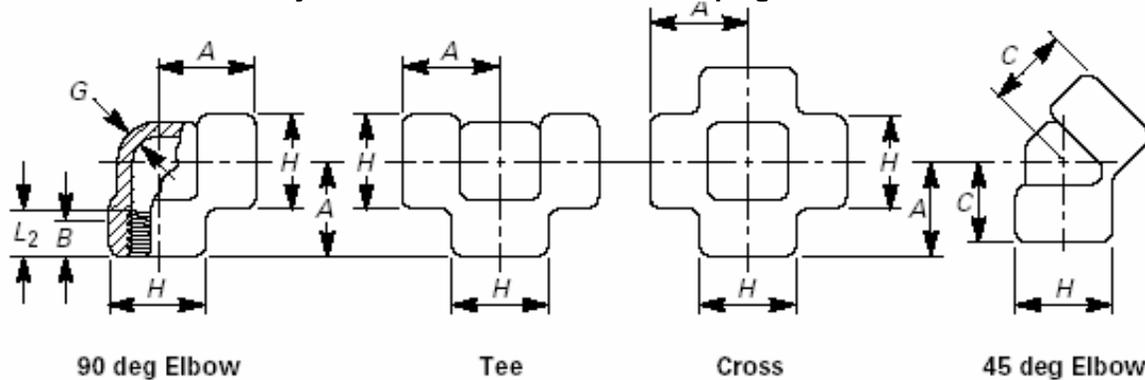
GENERAL NOTE: Dimensions are in inches.

NOTES:

(1) Upper and lower values for each size are the respective maximum and minimum dimensions.

(2) Average of socket wall thickness around periphery shall be no less than listed values. The minimum values are permitted in localized areas.

Tabla B2. Conexiones forjadas roscadas. Dimensiones en pulgadas.



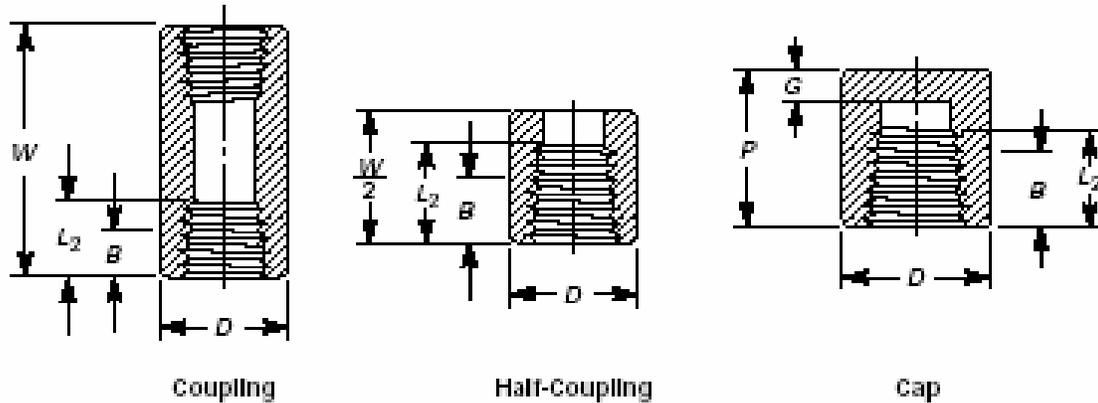
Nominal Pipe Size	Center-to-End Elbows, Tees, Crosses, A			Center-to-End 45 deg Elbow, C			Outside Diameter of Band, H			Min. Wall Thickness, G			Min. Length of Thread [Note (1)]	
	2000	3000	6000	2000	3000	6000	2000	3000	6000	2000	3000	6000	B	L ₂
1/8	0.81	0.81	0.97	0.69	0.69	0.75	0.88	0.88	1.00	0.125	0.125	0.250	0.25	0.2639
1/4	0.81	0.97	1.12	0.69	0.75	0.88	0.88	1.00	1.31	0.125	0.130	0.260	0.32	0.4018
3/8	0.97	1.12	1.31	0.75	0.88	1.00	1.00	1.31	1.50	0.125	0.138	0.275	0.36	0.4078
1/2	1.12	1.31	1.50	0.88	1.00	1.12	1.31	1.50	1.81	0.125	0.161	0.321	0.43	0.5337
3/4	1.31	1.50	1.75	1.00	1.12	1.31	1.50	1.81	2.19	0.125	0.170	0.336	0.50	0.5457
1	1.50	1.75	2.00	1.12	1.31	1.38	1.81	2.19	2.44	0.145	0.196	0.391	0.58	0.6828
1 1/4	1.75	2.00	2.38	1.31	1.38	1.69	2.19	2.44	2.97	0.153	0.208	0.417	0.67	0.7068
1 1/2	2.00	2.38	2.50	1.38	1.69	1.72	2.44	2.97	3.31	0.158	0.219	0.436	0.70	0.7235
2	2.38	2.50	3.25	1.69	1.72	2.06	2.97	3.31	4.00	0.168	0.281	0.476	0.75	0.7565
2 1/2	3.00	3.25	3.75	2.06	2.06	2.50	3.62	4.00	4.75	0.221	0.301	0.602	0.93	1.138
3	3.38	3.75	4.19	2.50	2.50	3.12	4.31	4.75	5.75	0.236	0.348	0.655	1.02	1.200
4	4.19	4.50	4.50	3.12	3.12	3.12	5.75	6.00	6.00	0.258	0.440	0.735	1.09	1.300

GENERAL NOTE: Dimensions are in inches.

NOTE:

- (1) Dimension B is minimum length of perfect thread. The length of useful thread (B plus threads with fully formed roots and flat crests) shall not be less than L₂ (effective length of external thread) required by American National Standard for Pipe Threads (ASME B1.20.1). See section 6.3.

Continuación tabla B2.



Nominal Pipe Size	End-to-End Couplings, <i>W</i>		End-to-End Caps, <i>P</i>		Outside Diameter, <i>D</i>		Min. End Wall Thickness, <i>G</i>		Min. Length of Thread, [Note (1)]	
	3000 and 6000	3000	6000	3000	6000	3000	6000	<i>B</i>	<i>L₂</i>	
$\frac{1}{8}$	1.25	0.75	...	0.62	0.88	0.19	...	0.25	0.2639	
$\frac{1}{4}$	1.38	1.00	1.06	0.75	1.00	0.19	0.25	0.32	0.4018	
$\frac{3}{8}$	1.50	1.00	1.06	0.88	1.25	0.19	0.25	0.36	0.4078	
$\frac{1}{2}$	1.88	1.25	1.31	1.12	1.50	0.25	0.31	0.43	0.5337	
$\frac{3}{4}$	2.00	1.44	1.50	1.38	1.75	0.25	0.31	0.50	0.5457	
1	2.38	1.62	1.69	1.75	2.25	0.38	0.44	0.58	0.6828	
1 $\frac{1}{4}$	2.62	1.75	1.81	2.25	2.50	0.38	0.44	0.67	0.7068	
1 $\frac{1}{2}$	3.12	1.75	1.88	2.50	3.00	0.44	0.50	0.70	0.7235	
2	3.38	1.88	2.00	3.00	3.62	0.50	0.62	0.75	0.7565	
2 $\frac{1}{2}$	3.62	2.38	2.50	3.62	4.25	0.62	0.75	0.93	1.138	
3	4.25	2.56	2.69	4.25	5.00	0.75	0.88	1.02	1.200	
4	4.75	2.69	2.94	5.50	6.25	0.88	1.12	1.09	1.300	

GENERAL NOTES:

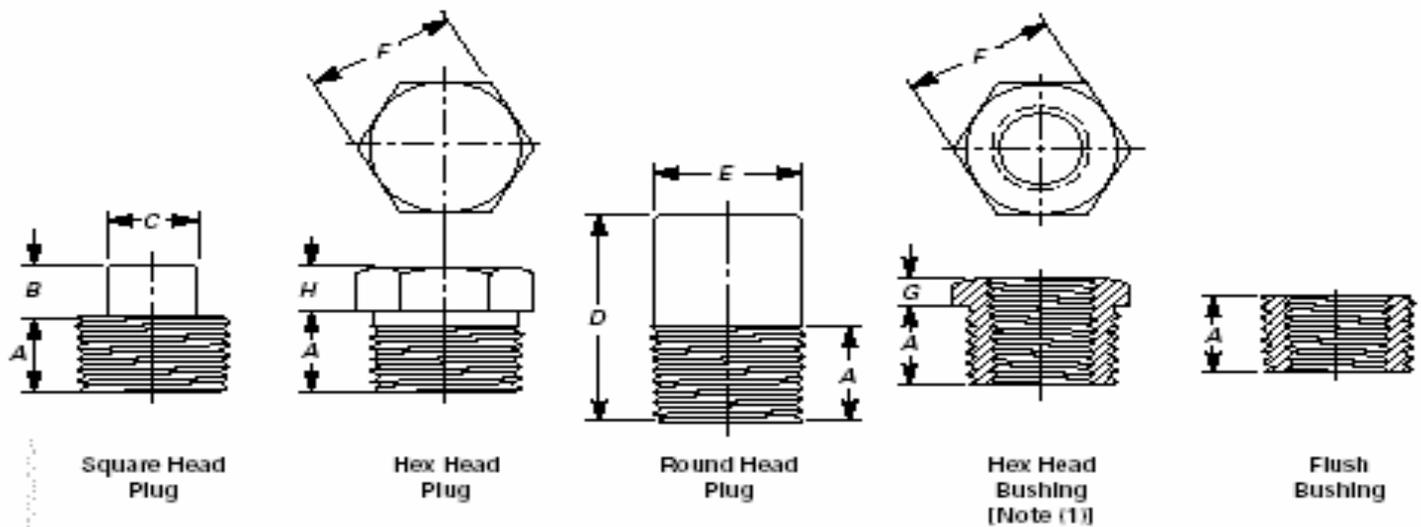
(a) Dimensions are in inches.

(b) Class 2000 and DN6 Class 6000 couplings, half couplings, and caps are not included in this Standard.

NOTE:

(1) Dimension *B* is minimum length of perfect thread. The length of useful thread (*B* plus threads with fully formed roots and flat crests) shall not be less than *L₂* (effective length of external thread) required by American National Standard for Pipe Threads (ASME B1.20.1). See section 6.3.

Continuación tabla B2.



Nominal Pipe Size	Hex Plugs and Bushings							
	Min. Length, A	Square Head Plugs		Round Head Plugs		Nominal Width Flats, F	Hex Height	
		Min. Square Height, B	Min. Width Flats, C	Nominal Head Diameter, E	Min. Length, D		Min. Bushing, G	Plug, H
$\frac{1}{8}$	0.38	0.25	0.28	0.41	1.38	0.44	...	0.25
$\frac{1}{4}$	0.44	0.25	0.38	0.53	1.62	0.62	0.12	0.25
$\frac{3}{8}$	0.50	0.31	0.44	0.69	1.62	0.69	0.16	0.31
$\frac{1}{2}$	0.56	0.38	0.56	0.84	1.75	0.88	0.19	0.31
$\frac{3}{4}$	0.62	0.44	0.62	1.06	1.75	1.06	0.22	0.38
1	0.75	0.50	0.81	1.31	2.00	1.38	0.25	0.38
1 $\frac{1}{4}$	0.81	0.56	0.94	1.69	2.00	1.75	0.28	0.56
1 $\frac{1}{2}$	0.81	0.62	1.12	1.91	2.00	2.00	0.31	0.62
2	0.89	0.69	1.31	2.38	2.50	2.50	0.34	0.69
2 $\frac{1}{2}$	1.06	0.75	1.50	2.88	2.75	3.00	0.38	0.75
3	1.12	0.81	1.69	3.50	2.75	3.50	0.41	0.81
4	1.25	1.00	2.50	4.50	3.00	4.62	0.50	1.00

GENERAL NOTE: Dimensions are in inches.

NOTE:

(1) *Cautionary Note Regarding Hex Bushings:* Hex head bushings of one-size reduction should not be used in services where they might be subject to harmful loads and forces other than internal pressures.

Tabla B3. Lista de especificación de materiales, según tabla 1 del ASME B16.34

GROUP 1 MATERIALS

Material		Product Form									
Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
1.1	C C-Si C-Mn-Si	A 105 A 350	LF2	A 216	WCB	A 515 A 516 A 537	70 70 Cl. 1	A 675 A 105 A 350 A 696	70 LF2 C	A 672 A 672	B 70 C 70
1.2	C-Si 2½Ni 3½Ni C-Mn-Si	A 350	LF3	A 352 A 352 A 216 A 352	LC2 LC3 WCC LCC	A 203 A 203	B E	A 350	LF3	A 106	C
1.3	C C-Si 2½Ni 3½Ni C-Mn-Si			A 352	LCB	A 515 A 203 A 203 A 516	65 A D 65	A 675	65	A 672 A 672	B 65 C 65
1.4	C C-Si C-Mn-Si	A 350	LF1			A 515 A 516	60 60	A 675 A 350 A 696	60 LF1 B	A 106 A 672 A 672	B B 60 C 60
1.5	C-½Mo	A 182	F1	A 217 A 352	WC1 LC1	A 204 A 204	A B	A 182	F1	A 691	CM-70
1.6	C-½Mo ½Cr-½Mo 1Cr-½Mo					A 387 A 387 A 387	2 Cl. 1 2 Cl. 2 12 Cl. 1			A 335 A 369 A 691	P1 FP1 ½Cr
1.7	C-½Mo ½Cr-½Mo Ni-½Cr-½Mo ¾Ni-Mo-¾Cr	A 182	F2	A 217 A 217	WC4 WC5	A 204	C	A 182	F2	A 691	CM-75

GROUP 1 MATERIALS (CONT'D)

Material		Product Form									
Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
1.8	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo					A 387	12 Cl. 2			A 691	1CR
	1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si					A 387	11 Cl. 1			A 335	P12
	2 $\frac{1}{2}$ Cr-1Mo					A 387	22 Cl. 1			A 369	FP12
										A 691	1 $\frac{1}{2}$ CR
										A 335	P11
										A 369	FP11
										A 691	2 $\frac{1}{2}$ CR
										A 335	P22
										A 369	FP22
1.9	1 Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	A 182	F12 Cl.2					A 182	F12 Cl. 2		
	1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	A 182	F11 Cl.2			A 387	11 Cl. 2	A 182	F11 Cl.2		
	1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo			A 217	WC6			A 739	B11		
1.10	2 $\frac{1}{2}$ Cr-1Mo	A 182	F22 Cl.3	A 217	WC9	A 387	22 Cl. 2	A 182	F22 Cl.3		
								A 739	B22		
1.11	3Cr-1Mo	A 182	F21			A 387	21 Cl. 2	A 182	F21		
	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo					A 307	A 6 R				
	Mn-s $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{2}$ Ni					A 302	C				
	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{3}{4}$ Ni					A 302	D				
	C-Mn-Si					A 537	CL2				
1.12	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo					A 387	5 Cl. 1			A 691	5CR
	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si					A 387	5 Cl. 2			A 335	P6
										A 369	FP6
										A 335	P5b
1.13	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	A 182	F5a	A 217	G5			A 182	F5a		
		A 182	F5					A 182	F5		
1.14	9Cr-1Mo	A 182	F9	A 217	C12			A 182	F9		

GROUP 2 MATERIALS

Material		Product Form									
Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
2.1	18Cr-8Ni	A 182	F304	A 351	CF3	A 240	304	A 182	F304	A 312	TP304
		A 182	F304H	A 351	CF8	A 240	304H	A 182	F304H	A 312	TP304H
								A 479	304	A 358	304
								A 479	304H	A 376	TP304
										A 376	TP304H
										A 430	FP304
										A 430	FP304H
2.2	18Cr-2Ni-2Mo	A 182	F316			A 240	316	A 182	F316	A 312	TP316
		A 182	F316H			A 240	316H	A 182	F316H	A 312	TP316H
								A 479	316	A 358	316
								A 479	316H	A 376	TP316
										A 376	TP316H
										A 430	FP316
										A 430	FP316H
	18Cr-8Ni			A 351	CF3A						
				A 351	CF8A						
	18Cr-13Ni-3Mo					A 240	317			A 312	TP317
	18Cr-12Ni-2Mo			A 351	CF3M						
				A 351	CF8M						
	19Cr-10Ni-3Mo			A 351	CF8M						
2.3	18Cr-8Ni	A 182	F304L			A 240	304L	A 182	F304L	A 312	TP304L
								A 479	304L		
	18Cr-12Ni-2Mo	A 182	F316L			A 240	316L	A 182	F316L	A 312	TP316L
								A 479	316L		
2.4	18Cr-10Ni-Ti	A 182	F321			A 240	321	A 182	F321	A 312	TP321
		A 182	F321H			A 240	321H	A 479	321	A 312	TP321H
								A 182	F321H	A 358	321
								A 479	321H	A 376	TP321
										A 376	TP321H
										A 430	FP321
										A 430	FP321H

GROUP 2 MATERIALS (CONT'D)

Material		Product Form											
Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular			
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade		
2.5	18Cr-10Ni-Cb	A 182	F347	A 351	CF8C	A 240	347	A 182	F347	A 312	TP347		
		A 182	F347H			A 240	347H			A 182	F347H	A 312	TP347H
		A 182	F348			A 240	348			A 182	F348	A 358	TP347
		A 182	F348H			A 240	348H			A 182	F348H	A 376	TP347
								A 479	347	A 376	TP347H		
										A 376	TP348		
								A 479	347H	A 430	FP347		
								A 479	348	A 430	FP347H		
								A 479	348H	A 312	TP348		
										A 312	TP348H		
2.6	25Cr-12Ni			A 351	CH8								
	29Cr-12Ni			A 351	CH20								
						A 240	309S			A 312	TP309H		
						A 240	309H			A 358	309H		
2.7	25Cr-20Ni	A 182	F310H	A 351	CK20	A 240	310S	A 182	F310H	A 312	TP310H		
						A 240	310H					A 479	310H
												A 479	310S	A 358	310H
2.8	20Cr-18Ni-6Mo	A 182	F44	A 351	CK3MCoN	A 240	S31254			A 312	S31254		
	22Cr-6Ni-3Mo-N	A 182	F51			A 240	S31803	A 479	S31254	A 358	S31254		
	25Cr-7Ni-4Mo-N	A 182	F53			A 240	S32750	A 479	S31803	A 789	S31803		
										A 790	S31803		
										A 789	S32750		
										A 790	S32750		

GROUP 3 MATERIALS

Material		Product Form									
Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
3.1	39Ni-39Fe-20Cr-Cu	B 402	N08020			B 403	N08020	B 473	N08020	B 404	N08020
	29Ni-19Cr-Cu-Mo			A 351	CN7M					B 458	N08020
3.2	99Ni	B 160	N02200			B 162	N02200	B 160	N02200	B 161	N02200
										B 163	N02200
3.3	99Ni-Low C	B 160	N02201			B 162	N02201	B 160	N02201		
3.4	67Ni-30Cu	B 564	N04400			B 127	N04400	B 164	N04400	B 165	N04400
	67Ni-30Cu-S	B 164	N04405					B 164	N04405	B 163	N04400
3.5	72Ni-15Cr-8Fe	B 564	N06600			B 168	N06600	B 166	N06600	B 167	N06600
										B 163	N06600
3.6	33Ni-42Fe-21Cr	B 564	N08800			B 409	N08800	B 408	N08800	B 163	N08800
3.7	65Ni-28Mo-2Fe	B 335	N10665			B 333	N10665	B335	N10665	B 622	N10665
3.8	54Ni-16Mo-15Cr	B 574	N10276			B 575	N10276	B 574	N10276	B 622	N10276
	60Ni-22Cr-9Mo-3.5Cb	B 564	N06625			B 443	N06625	B 446	N06625		
	62Ni-28Mo-5Fe	B 335	N10001			B 333	N10001	B 335	N10001	B 622	N10001
	70Ni-16Mo-7Cr-5Fe	B 573	N10003			B 434	N10003	B 573	N10003		
	01Ni-10Mo-10Cr	D 574	N06455			B 576	N06455	B 574	N06455	B 622	N06455
	42Ni-21.5Cr-3Mo-2.3Cu	B 425	N08825			B 424	N08825	B 425	N08825	B 423	N08825

GROUP 3 MATERIALS (CONT'D)

Material		Product Form									
Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
3.9	47Ni-22Cr-9Mo-18Fe	B 572	N06002			B 435	N06002	B 572	N06002	B 622	N06002
3.10	25Ni-47Fe-21Cr-5Mo	B 672	N08700			B 589	N08700	B 672	N08700		
3.11	44Fe-25Ni-21Cr-Mo	B 649	N08904			B 625	N08904	B 649	N08904	B 677	N08904
3.12	26Ni-43Fe-22Cr-5Mo	B 621	N08320			B 620	N08320	B 621	N08320	B 622	N08320
	47Ni-22Cr-20Fe-7Mo	B 581	N06985			B 582	N06985	B 581	N06985	B 622	N06985
3.13	48Ni-25Cr-18Fe-6Mo	B 581	N06975			B 582	N06975	B 581	N06975	B 622	N06975
	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Low C	B 564	N08031			B 626	N08031	B 649	N08031	B 622	N08031
3.14	47Ni-22Cr-18Fe-6Mo	B 581	N06007			B 582	N06007	B 581	N06007	B 622	N06007
3.15	33Ni-2Fe-21Cr	B 564	N08810			B 409	N08810	B 408	N08810	B 407	N08810
	Ni-Mo			A 494	N-12MV						
	Ni-Mo-Cr			A 494	CW-12MW						
3.16	35Ni-19Cr-1½Si	B 511	N08330			B 536	N08330	B 511	N08330	B 535	N08330

Group 4 Materials					
Bolting Material Specifications (Note [1])					
Specification No.	Grade	Notes	Specification No.	Grade	Notes
A 193		(2)(3)	A 449		(7)(8)
A 307 B		(4)(5)	A 453		(9)(10)
A 320		(2)(3)(6)	A 540		
A 354			A 564	630	(7)
B 164		(11)(12)(13)	B 408		(11)(12)(13)
B 188		(11)(12)	B 473		(11)
B 335	N10685	(11)	B 574	N10276	(11)
			B 574	N06022	(11)
			B 837	N07718	(11)

GENERAL NOTES:

- (a) The user is responsible for assuring that bolting material is not used beyond limits specified in the governing codes or regulations.
- (b) ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section II materials that also meet the requirements of the listed ASTM specification may also be used.
- (c) Material limitations, restrictions, and special requirements are shown on pressure-temperature tables, Tables 2.

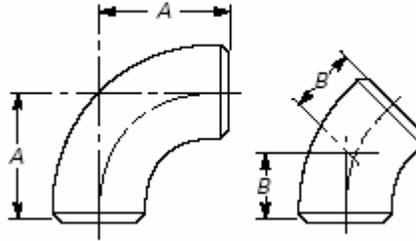
NOTES:

- (1) Repair welding of bolting material is not permitted.
- (2) Where austenitic bolting materials have been carbide solution treated but not strain hardened, they are designated Class 1 or Class 1A in ASTM A 193. ASTM A 194 nuts of corresponding material are recommended.
- (3) Where austenitic bolting materials have been carbide solution treated and strain hardened, they are designated Class 2 in ASTM A 193. ASTM A 194 nuts of corresponding material are recommended.
- (4) For limitations of usage and strength level, see para. 5.1.1.
- (5) Bolts with drilled or undersize heads shall not be used.
- (6) For ferritic bolting materials intended for service at low temperatures, ASTM A 194 Grade 4 or Grade 7 nuts are recommended.
- (7) Acceptable nuts for use with these quenched and tempered steel bolts are ASTM A 194 Grade 2 and 2H.
- (8) Mechanical property requirements for studs shall be the same as those for bolts.
- (9) These are bolting materials suitable for high temperature service with austenitic stainless steel valve materials.
- (10) Only Grades 651 and 660 shall be used.
- (11) Nuts may be of the same material or may be of compatible grade of ASTM A 194.
- (12) Forging quality not permitted unless the producer last heating or working these parts tests them as required for other permitted conditions in the same specification and certifies their final tensile, yield, and elongation properties to equal or exceed the requirements for one of the other permitted conditions.
- (13) Maximum operating temperature is arbitrarily set at 500°F, unless material has been annealed, solution annealed, or hot finished, because hard temper adversely affects design stress in the creep-rupture temper range.

APENDICE C

CONEXIONES DE ACERO FORMADO (WROUGHT)

Tabla C1. Dimensiones de codos de radio largo. Dimensiones en pulgadas.

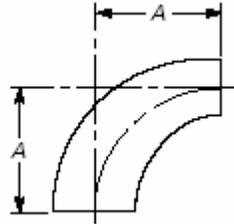


Diámetro Nominal (NPS)	Diámetro exterior en el bisel	De centro a fin		Diámetro nominal (NPS)	Diámetro exterior en el bisel	De centro a fin	
		Codos de 90° A	Codos de 45° B			Codos de 90° A	Codos de 45° B
1/2	0.84	1.50	0.62	16	16.00	24.00	10.00
3/4 [Note (1)]	1.05	1.50	0.75	18	18.00	27.00	11.25
1	1.32	1.50	0.88	20	20.00	30.00	12.50
1 1/4	1.66	1.88	1.00	22	22.00	33.00	13.50
1 1/2	1.90	2.25	1.12	24	24.00	36.00	15.00
2	2.38	3.00	1.38	26	26.00	39.00	16.00
2 1/2	2.88	3.75	1.75	28	28.00	42.00	17.25
3	3.50	4.50	2.00	30	30.00	45.00	18.50
3 1/2	4.00	5.25	2.25	32	32.00	48.00	19.75
4	4.50	6.00	2.50	34	34.00	51.00	21.00
5	5.56	7.50	3.12	36	36.00	54.00	22.25
6	6.62	9.00	3.75	38	38.00	57.00	23.62
8	8.62	12.00	5.00	40	40.00	60.00	24.88
10	10.75	15.00	6.25	42	42.00	63.00	26.00
12	12.75	18.00	7.50	44	44.00	66.00	27.38
14	14.00	21.00	8.75	46	46.00	69.00	28.62
				48	48.00	72.00	29.88

Notas:

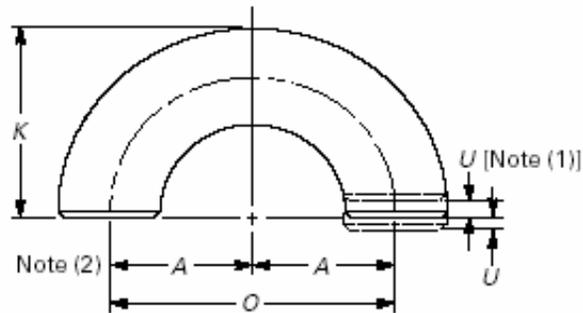
(1) Las dimensiones a y b para 1.2 pulgadas y para 0.44 pulgadas, deben suplirse por las dimensiones de 3/4 de pulgada.

Tabla C2. Dimensiones de codo de 90° reductor de radio largo. Dimensiones en pulgadas.



Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		centro a fin A	Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		centro a fin A
	extremo mayor	extremo menor			extremo mayor	extremo menor	
2 × 1½	2.38	1.90	3.00	10 × 8	10.75	8.62	15.00
2 × 1¼	2.38	1.66	3.00	10 × 6	10.75	6.62	15.00
2 × 1	2.38	1.32	3.00	10 × 5	10.75	5.56	15.00
2½ × 2	2.88	2.38	3.75	12 × 10	12.75	10.75	18.00
2½ × 1½	2.88	1.90	3.75	12 × 8	12.75	8.62	18.00
2½ × 1¼	2.88	1.66	3.75	12 × 6	12.75	6.62	18.00
3 × 2½	3.50	2.88	4.50	14 × 12	14.00	12.75	21.00
3 × 2	3.50	2.38	4.50	14 × 10	14.00	10.75	21.00
3 × 1½	3.50	1.90	4.50	14 × 8	14.00	8.62	21.00
3½ × 3	4.00	3.50	5.25	16 × 14	16.00	14.00	24.00
3½ × 2½	4.00	2.88	5.25	16 × 12	16.00	12.75	24.00
3½ × 2	4.00	2.38	5.25	16 × 10	16.00	10.75	24.00
4 × 3½	4.50	4.00	6.00	18 × 16	18.00	16.00	27.00
4 × 3	4.50	3.50	6.00	18 × 14	18.00	14.00	27.00
4 × 2½	4.50	2.88	6.00	18 × 12	18.00	12.75	27.00
4 × 2	4.50	2.38	6.00	18 × 10	18.00	10.75	27.00
5 × 4	5.56	4.50	7.50	20 × 18	20.00	18.00	30.00
5 × 3½	5.56	4.00	7.50	20 × 16	20.00	16.00	30.00
5 × 3	5.56	3.50	7.50	20 × 14	20.00	14.00	30.00
5 × 2½	5.56	2.88	7.50	20 × 12	20.00	12.75	30.00
6 × 5	6.62	5.56	9.00	20 × 10	20.00	10.75	30.00
6 × 4	6.62	4.50	9.00	24 × 22	24.00	22.00	36.00
6 × 3½	6.62	4.00	9.00	24 × 20	24.00	20.00	36.00
6 × 3	6.62	3.50	9.00	24 × 18	24.00	18.00	36.00
8 × 6	8.62	6.62	12.00	24 × 16	24.00	16.00	36.00
8 × 5	8.62	5.56	12.00	24 × 14	24.00	14.00	36.00
8 × 4	8.62	4.50	12.00	24 × 12	24.00	12.75	36.00

Tabla C3. Dimensiones de retornos a 180° de radio largo. Dimensiones en pulgadas.

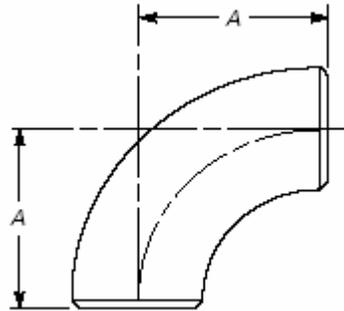


diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel	de centro a centro O	de frente a fin K
1/2	0.84	3.00	1.88
3/4 [Note (3)]	1.05	3.00	2.00
1	1.32	3.00	2.19
1 1/4	1.66	3.75	2.75
1 1/2	1.90	4.50	3.25
2	2.38	6.00	4.19
2 1/2	2.88	7.50	5.19
3	3.50	9.00	6.25
3 1/2	4.00	10.50	7.25
4	4.50	12.00	8.25
5	5.56	15.00	10.31
6	6.62	18.00	12.31
8	8.62	24.00	16.31
10	10.75	30.00	20.38
12	12.75	36.00	24.38
14	14.00	42.00	28.00
16	16.00	48.00	32.00
18	18.00	54.00	36.00
20	20.00	60.00	40.00
22	22.00	66.00	44.00
24	24.00	72.00	48.00

Notas:

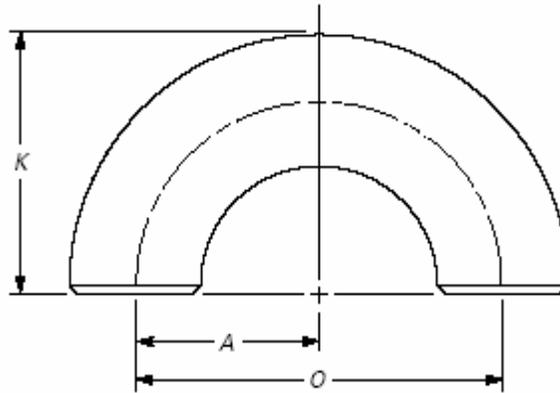
- (1) Ver tabla i1 para tolerancias de alineación de extremos
- (2) A equivale a 1/2 de O
- (3) Las dimensiones de O y K de 2.25 pulg y 1.69 pulg respectivamente, deberán suplirse por las de nps 3/4.

Tabla C4. Dimensiones de codos de 90° de radio corto. Dimensiones en pulgadas.



diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel	de centro a fin A
1	1.32	1.00
1¼	1.66	1.25
1½	1.90	1.50
2	2.38	2.00
2½	2.88	2.50
3	3.50	3.00
3½	4.00	3.40
4	4.50	4.00
5	5.56	5.00
6	6.62	6.00
8	8.62	8.00
10	10.75	10.00
12	12.75	12.00
14	14.00	14.00
16	16.00	16.00
18	18.00	18.00
20	20.00	20.00
22	22.00	22.00
24	24.00	24.00

Tabla C5. Dimensiones de retornos a 180° de radio corto. Dimensiones en pulgadas.

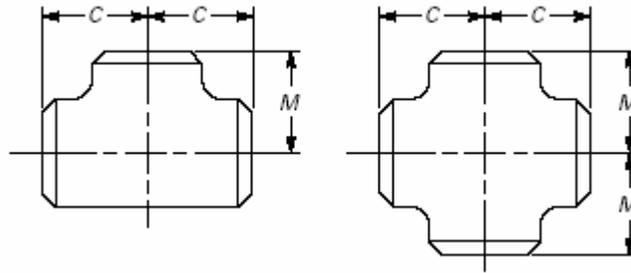


Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel	de centro a centro O	de frente a fin K
1	1.32	2.00	1.62
1 ¹ / ₄	1.66	2.50	2.06
1 ¹ / ₂	1.90	3.00	2.44
2	2.38	4.00	3.19
2 ¹ / ₂	2.88	5.00	3.94
3	3.50	6.00	4.75
3 ¹ / ₂	4.00	7.00	5.50
4	4.50	8.00	6.25
5	5.56	10.00	7.75
6	6.62	12.00	9.31
8	8.62	16.00	12.31
10	10.75	20.00	15.38
12	12.75	24.00	18.38
14	14.00	28.00	21.00
16	16.00	32.00	24.00
18	18.00	36.00	27.00
20	20.00	40.00	30.00
22	22.00	44.00	33.00
24	24.00	48.00	36.00

Notas:

(1) **A** equivale a 1/2 de **O**

Tabla C6. Dimensiones de Tee recta y Cruz recta. Dimensiones en milímetros.

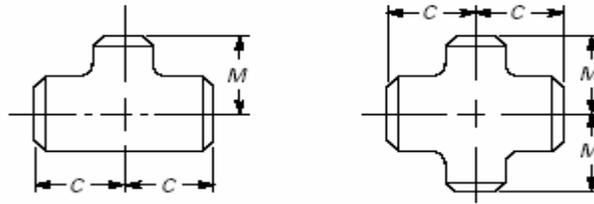


Diámetro nominal (NPS)	Diámetro exterior en el bisel	de centro a fin	
		cabezal C	ramal M (1),(2)
1/2	0.84	1.00	1.00
3/4	1.05	1.12	1.12
1	1.32	1.50	1.50
1 1/4	1.66	1.88	1.88
1 1/2	1.90	2.25	2.25
2	2.38	2.50	2.50
2 1/2	2.88	3.00	3.00
3	3.50	3.38	3.38
3 1/2	4.00	3.75	3.75
4	4.50	4.12	4.12
5	5.56	4.88	4.88
6	6.62	5.62	5.62
8	8.62	7.00	7.00
10	10.75	8.50	8.50
12	12.75	10.00	10.00
14	14.00	11.00	11.00
16	16.00	12.00	12.00
18	18.00	13.50	13.50
20	20.00	15.00	15.00
22	22.00	16.50	16.50
24	24.00	17.00	17.00
26	26.00	19.50	19.50
28	28.00	20.50	20.50
30	30.00	22.00	22.00
32	32.00	23.50	23.50
34	34.00	25.00	25.00
36	36.00	26.50	26.50
38	38.00	28.00	28.00
40	40.00	29.50	29.50
42	42.00	30.00	28.00
44	44.00	32.00	30.00
46	46.00	33.50	31.50
48	48.00	35.00	33.00

Notas:

- (1) Las dimensiones M para 26" y mayores es recomendada pero no limitativa
- (2) Dimensiones aplicables para cruces de 24" y menores.

Tabla C7. Dimensiones para Tee reducción y cruz reducción. Dimensiones en pulgadas.



Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		de centro a fin		Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		de centro a fin	
	cabezal	ramal	cabezal C	ramal M (1)		cabezal	ramal	cabezal C	ramal M (1)
$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	0.84	0.68	1.00	1.00	$5 \times 5 \times 4$	5.56	4.50	4.88	4.62
$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$	0.84	0.54	1.00	1.00	$5 \times 5 \times 3\frac{1}{2}$	5.56	4.00	4.88	4.50
$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$	1.05	0.84	1.12	1.12	$5 \times 5 \times 3$	5.56	3.50	4.88	4.38
$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{8}$	1.05	0.68	1.12	1.12	$5 \times 5 \times 2\frac{1}{2}$	5.56	2.88	4.88	4.25
$1 \times 1 \times \frac{3}{4}$	1.32	1.05	1.50	1.50	$5 \times 5 \times 2$	5.56	2.38	4.88	4.12
$1 \times 1 \times \frac{1}{2}$	1.32	0.84	1.50	1.50	$6 \times 6 \times 5$	6.62	5.56	5.62	5.38
$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times 1$	1.66	1.32	1.88	1.88	$6 \times 6 \times 4$	6.62	4.50	5.62	5.12
$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$	1.66	1.05	1.88	1.88	$6 \times 6 \times 3\frac{1}{2}$	6.62	4.00	5.62	5.00
$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$	1.66	0.84	1.88	1.88	$6 \times 6 \times 3$	6.62	3.50	5.62	4.88
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$	1.90	1.66	2.25	2.25	$6 \times 6 \times 2\frac{1}{2}$	6.62	2.88	5.62	4.75
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1$	1.90	1.32	2.25	2.25	$8 \times 8 \times 6$	8.62	6.62	7.00	6.62
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	1.90	1.05	2.25	2.25	$8 \times 8 \times 5$	8.62	5.56	7.00	6.38
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	1.90	0.84	2.25	2.25	$8 \times 8 \times 4$	8.62	4.50	7.00	6.12
$2 \times 2 \times 1\frac{1}{2}$	2.38	1.90	2.50	2.38	$8 \times 8 \times 3\frac{1}{2}$	8.62	4.00	7.00	6.00
$2 \times 2 \times 1\frac{1}{4}$	2.38	1.66	2.50	2.25	$10 \times 10 \times 8$	10.75	8.62	8.50	8.00
$2 \times 2 \times 1$	2.38	1.32	2.50	2.00	$10 \times 10 \times 6$	10.75	6.62	8.50	7.62
$2 \times 2 \times \frac{3}{4}$	2.38	1.05	2.50	1.75	$10 \times 10 \times 5$	10.75	5.56	8.50	7.50
$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 2$	2.88	2.38	3.00	2.75	$10 \times 10 \times 4$	10.75	4.50	8.50	7.25
$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$	2.88	1.90	3.00	2.62	$12 \times 12 \times 10$	12.75	10.75	10.00	9.50
$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$	2.88	1.66	3.00	2.50	$12 \times 12 \times 8$	12.75	8.62	10.00	9.00
$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 1$	2.88	1.32	3.00	2.25	$12 \times 12 \times 6$	12.75	6.62	10.00	8.62
$3 \times 3 \times 2\frac{1}{2}$	3.50	2.88	3.38	3.25	$12 \times 12 \times 5$	12.75	5.56	10.00	8.50
$3 \times 3 \times 2$	3.50	2.38	3.38	3.00	$14 \times 14 \times 12$	14.00	12.75	11.00	10.62
$3 \times 3 \times 1\frac{1}{2}$	3.50	1.90	3.38	2.88	$14 \times 14 \times 10$	14.00	10.75	11.00	10.12
$3 \times 3 \times 1\frac{1}{4}$	3.50	1.66	3.38	2.75	$14 \times 14 \times 8$	14.00	8.62	11.00	9.75
$3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times 3$	4.00	3.50	3.75	3.62	$14 \times 14 \times 6$	14.00	6.62	11.00	9.38
$3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$	4.00	2.88	3.75	3.50	$16 \times 16 \times 14$	16.00	14.00	12.00	12.00
$3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times 2$	4.00	2.38	3.75	3.25	$16 \times 16 \times 12$	16.00	12.75	12.00	11.62
$3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$	4.00	1.90	3.75	3.12	$16 \times 16 \times 10$	16.00	10.75	12.00	11.12
$4 \times 4 \times 3\frac{1}{2}$	4.50	4.00	4.12	4.00	$16 \times 16 \times 8$	16.00	8.62	12.00	10.75
$4 \times 4 \times 3$	4.50	3.50	4.12	3.88	$16 \times 16 \times 6$	16.00	6.62	12.00	10.38
$4 \times 4 \times 2\frac{1}{2}$	4.50	2.88	4.12	3.75	$18 \times 18 \times 16$	18.00	16.00	13.50	13.00
$4 \times 4 \times 2$	4.50	2.38	4.12	3.50	$18 \times 18 \times 14$	18.00	14.00	13.50	13.00
$4 \times 4 \times 1\frac{1}{2}$	4.50	1.90	4.12	3.38	$18 \times 18 \times 12$	18.00	12.75	13.50	12.62
					$18 \times 18 \times 10$	18.00	10.75	13.50	12.12
					$18 \times 18 \times 8$	18.00	8.62	13.50	11.75

Continuación tabla C7.

Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		de centro a fin		Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		de centro a fin	
	cabezal	ramal	cabezal C	ramal M (1)		cabezal	ramal	cabezal C	ramal M (1)
20 × 20 × 18	20.00	18.00	15.00	14.50	32 × 32 × 24	32.00	24.00	23.50	22.00
20 × 20 × 16	20.00	16.00	15.00	14.00	32 × 32 × 22	32.00	22.00	23.50	21.50
20 × 20 × 14	20.00	14.00	15.00	14.00	32 × 32 × 20	32.00	20.00	23.50	21.00
20 × 20 × 12	20.00	12.75	15.00	13.62	32 × 32 × 18	32.00	18.00	23.50	20.50
20 × 20 × 10	20.00	10.75	15.00	13.12	32 × 32 × 16	32.00	16.00	23.50	20.00
20 × 20 × 8	20.00	8.62	15.00	12.75	32 × 32 × 14	32.00	14.00	23.50	20.00
22 × 22 × 20	22.00	20.00	16.50	16.00	34 × 34 × 32	34.00	32.00	25.00	24.50
22 × 22 × 18	22.00	18.00	16.50	15.50	34 × 34 × 30	34.00	30.00	25.00	24.00
22 × 22 × 16	22.00	16.00	16.50	15.00	34 × 34 × 28	34.00	28.00	25.00	23.50
22 × 22 × 14	22.00	14.00	16.50	15.00	34 × 34 × 26	34.00	26.00	25.00	23.50
22 × 22 × 12	22.00	12.75	16.50	14.62	34 × 34 × 24	34.00	24.00	25.00	23.00
22 × 22 × 10	22.00	10.75	16.50	14.12	34 × 34 × 22	34.00	22.00	25.00	22.50
24 × 24 × 22	24.00	22.00	17.00	17.00	34 × 34 × 20	34.00	20.00	25.00	22.00
24 × 24 × 20	24.00	20.00	17.00	17.00	34 × 34 × 18	34.00	18.00	25.00	21.50
24 × 24 × 18	24.00	18.00	17.00	16.50	34 × 34 × 16	34.00	16.00	25.00	21.00
24 × 24 × 16	24.00	16.00	17.00	16.00	36 × 36 × 34	36.00	34.00	26.50	26.00
24 × 24 × 14	24.00	14.00	17.00	16.00	36 × 36 × 32	36.00	32.00	26.50	25.50
24 × 24 × 12	24.00	12.75	17.00	15.62	36 × 36 × 30	36.00	30.00	26.50	25.00
24 × 24 × 10	24.00	10.75	17.00	15.12	36 × 36 × 28	36.00	28.00	26.50	24.50
26 × 26 × 24	26.00	24.00	19.50	19.00	36 × 36 × 26	36.00	26.00	26.50	24.50
26 × 26 × 22	26.00	22.00	19.50	18.50	36 × 36 × 24	36.00	24.00	26.50	24.00
26 × 26 × 20	26.00	20.00	19.50	18.00	36 × 36 × 22	36.00	22.00	26.50	23.50
26 × 26 × 18	26.00	18.00	19.50	17.50	36 × 36 × 20	36.00	20.00	26.50	23.00
26 × 26 × 16	26.00	16.00	19.50	17.00	36 × 36 × 18	36.00	18.00	26.50	22.50
26 × 26 × 14	26.00	14.00	19.50	17.00	36 × 36 × 16	36.00	16.00	26.50	22.00
26 × 26 × 12	26.00	12.75	19.50	16.62	38 × 38 × 36	38.00	36.00	28.00	28.00
28 × 28 × 26	28.00	26.00	20.50	20.50	38 × 38 × 34	38.00	34.00	28.00	27.50
28 × 28 × 24	28.00	24.00	20.50	20.00	38 × 38 × 32	38.00	32.00	28.00	27.00
28 × 28 × 22	28.00	22.00	20.50	19.50	38 × 38 × 30	38.00	30.00	28.00	26.50
28 × 28 × 20	28.00	20.00	20.50	19.00	38 × 38 × 28	38.00	28.00	28.00	25.50
28 × 28 × 18	28.00	18.00	20.50	18.50	38 × 38 × 26	38.00	26.00	28.00	25.50
28 × 28 × 16	28.00	16.00	20.50	18.00	38 × 38 × 24	38.00	24.00	28.00	25.00
28 × 28 × 14	28.00	14.00	20.50	18.00	38 × 38 × 22	38.00	22.00	28.00	24.50
28 × 28 × 12	28.00	12.75	20.50	17.62	38 × 38 × 20	38.00	20.00	28.00	24.00
30 × 30 × 28	30.00	28.00	22.00	21.50	38 × 38 × 18	38.00	18.00	28.00	23.50
30 × 30 × 26	30.00	26.00	22.00	21.50	40 × 40 × 38	40.00	38.00	29.50	29.50
30 × 30 × 24	30.00	24.00	22.00	21.00	40 × 40 × 36	40.00	36.00	29.50	29.00
30 × 30 × 22	30.00	22.00	22.00	20.50	40 × 40 × 34	40.00	34.00	29.50	28.50
30 × 30 × 20	30.00	20.00	22.00	20.00	40 × 40 × 32	40.00	32.00	29.50	28.00
30 × 30 × 18	30.00	18.00	22.00	19.50	40 × 40 × 30	40.00	30.00	29.50	27.50
30 × 30 × 16	30.00	16.00	22.00	19.00	40 × 40 × 28	40.00	28.00	29.50	26.50
30 × 30 × 14	30.00	14.00	22.00	19.00	40 × 40 × 26	40.00	26.00	29.50	26.50
30 × 30 × 12	30.00	12.75	22.00	18.62	40 × 40 × 24	40.00	24.00	29.50	26.00
30 × 30 × 10	30.00	10.75	22.00	18.12	40 × 40 × 22	40.00	22.00	29.50	25.50
32 × 32 × 30	32.00	30.00	23.50	23.00	40 × 40 × 20	40.00	20.00	29.50	25.00
32 × 32 × 28	32.00	28.00	23.50	22.50	40 × 40 × 18	40.00	18.00	29.50	24.50
32 × 32 × 26	32.00	26.00	23.50	22.50	42 × 42 × 40	42.00	40.00	30.00	28.00
					40 × 40 × 38	42.00	38.00	30.00	28.00

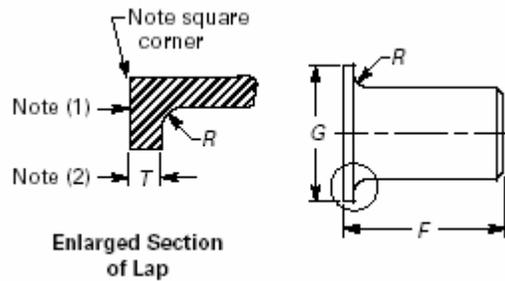
Continuación tabla C7.

Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		de centro a fin		Diámetro nominal (NPS)	diámetro exterior en el bisel		de centro a fin	
	cabezal	ramal	cabezal C	ramal M (1)		cabezal	ramal	cabezal C	ramal M (1)
42 x 42 x 36	42.00	36.00	30.00	28.00	46 x 46 x 44	46.00	44.00	33.50	31.50
42 x 42 x 34	42.00	34.00	30.00	28.00	46 x 46 x 42	46.00	42.00	33.50	31.00
42 x 42 x 32	42.00	32.00	30.00	28.00	46 x 46 x 40	46.00	40.00	33.50	30.50
42 x 42 x 30	42.00	30.00	30.00	28.00	46 x 46 x 38	46.00	38.00	33.50	30.00
42 x 42 x 28	42.00	28.00	30.00	27.50	46 x 46 x 36	46.00	36.00	33.50	30.00
42 x 42 x 26	42.00	26.00	30.00	27.50	46 x 46 x 34	46.00	34.00	33.50	29.50
42 x 42 x 24	42.00	24.00	30.00	26.00	46 x 46 x 32	46.00	32.00	33.50	29.50
42 x 42 x 22	42.00	22.00	30.00	26.00	46 x 46 x 30	46.00	30.00	33.50	29.00
42 x 42 x 20	42.00	20.00	30.00	26.00	46 x 46 x 28	46.00	28.00	33.50	29.00
42 x 42 x 18	42.00	18.00	30.00	25.50	46 x 46 x 26	46.00	26.00	33.50	29.00
42 x 42 x 16	42.00	16.00	30.00	25.00	46 x 46 x 24	46.00	24.00	33.50	28.50
					46 x 46 x 22	46.00	22.00	33.50	28.50
44 x 44 x 42	44.00	42.00	32.00	30.00	48 x 48 x 46	48.00	46.00	35.00	33.00
44 x 44 x 40	44.00	40.00	32.00	29.50	48 x 48 x 44	48.00	44.00	35.00	33.00
44 x 44 x 38	44.00	38.00	32.00	29.00	48 x 48 x 42	48.00	42.00	35.00	32.00
44 x 44 x 36	44.00	36.00	32.00	28.50	48 x 48 x 40	48.00	40.00	35.00	32.00
44 x 44 x 34	44.00	34.00	32.00	28.50	48 x 48 x 38	48.00	38.00	35.00	32.00
44 x 44 x 32	44.00	32.00	32.00	28.00	48 x 48 x 36	48.00	36.00	35.00	31.00
44 x 44 x 30	44.00	30.00	32.00	28.00	48 x 48 x 34	48.00	34.00	35.00	31.00
44 x 44 x 28	44.00	28.00	32.00	27.50	48 x 48 x 32	48.00	32.00	35.00	31.00
44 x 44 x 26	44.00	26.00	32.00	27.50	48 x 48 x 30	48.00	30.00	35.00	30.00
44 x 44 x 24	44.00	24.00	32.00	27.50	48 x 48 x 28	48.00	28.00	35.00	30.00
44 x 44 x 22	44.00	22.00	32.00	27.00	48 x 48 x 26	48.00	26.00	35.00	30.00
44 x 44 x 20	44.00	20.00	32.00	27.00	48 x 48 x 24	48.00	24.00	35.00	29.00
					48 x 48 x 22	48.00	22.00	35.00	29.00

Notas:

(1) La dimension M para cabezales de 14" es recomendada pero no limitativa.

Tabla. C8. Dimensiones para juntas de casquillo (stub-end). Dimensiones en pulgadas.



diámetro nominal (NPS)	diámetro mayor del barril		patrón largo F (3),(4)	patrón corto F (3),(4)	radio del filete R (5)	diámetro frontal del casquillo G
	máximo	mínimo				
1/2	0.896	0.809	3.00	2.00	0.12	1.38
3/4	1.106	1.019	3.00	2.00	0.12	1.38
1	1.376	1.284	4.00	2.00	0.12	2.00
1 1/4	1.716	1.629	4.00	2.00	0.19	2.50
1 1/2	1.965	1.869	4.00	2.00	0.25	2.88
2	2.456	2.344	6.00	2.50	0.31	3.62
2 1/2	2.966	2.844	6.00	2.50	0.31	4.12
3	3.596	3.469	6.00	2.50	0.38	5.00
3 1/2	4.096	3.969	6.00	3.00	0.38	5.50
4	4.593	4.469	6.00	3.00	0.44	5.19
5	5.683	5.532	8.00	3.00	0.44	7.31
6	6.743	6.594	8.00	3.50	0.50	8.50
8	8.743	8.594	8.00	4.00	0.50	10.62
10	10.913	10.719	10.00	5.00	0.50	12.75
12	12.913	12.719	10.00	6.00	0.50	15.00
14	14.170	13.969	12.00	6.00	0.50	16.25
16	16.180	15.969	12.00	6.00	0.50	18.50
18	18.190	17.969	12.00	6.00	0.50	21.00
20	20.240	19.969	12.00	6.00	0.50	23.00
22	22.240	21.969	12.00	6.00	0.50	25.25
24	24.240	23.969	12.00	6.00	0.50	27.25

Notas generales:

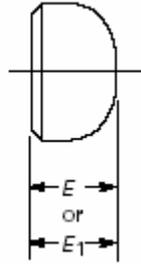
- (a) Ver tabla i1 para tolerancias
- (b) La longitud de stub end esta en función del servicio y del tipo de construcción de la junta, sin embargo, el diseñador debe especificar el tipo de patrón: corto o largo.

Notas

- (1) La cara del empaque deberá ser cara realzada (RF) de acuerdo al ASME B16.5
- (2) El espesor **t** del casquillo no deberá ser, en ningún caso, menor que el espesor mínimo de la tubería a la que se ha de soldar. ver tabla i.1 para tolerancias.
- (3) Cuando el patrón corto del stub-end se utilizan con bridas más grandes en las clases 300 y 600, y con la mayoría de los tamaños en las clases 900 y mayores, y cuando el patrón largo del stub-end se utiliza con bridas más grandes en clases 1500 y 2500, puede ser necesario aumentar la longitud de los extremos del stub-end para evitar cubrir la soldadura con las bridas. tales aumentos en longitud serán una cuestión de acuerdo entre el fabricante y el comprador.

- (4) Cuando las caras de las bridas son especiales, como lengüeta y surco (tongue and groove), macho y hembra, etc., son empleados, el grueso adicional del stub-end debe ser considerado, tal espesor adicional estará en adición a (no incluido adentro) la longitud básica F.
- (5) Estas dimensiones son acordes a las dimensiones de las bridas de traslape y conexiones bridadas según el ASME B16.5
- (6) Estas dimensiones están acordes a las dimensiones del maquinado de las caras de las bridas ASME B16.5

Tabla C9. Dimensiones de tapones cachucha (cap). Dimensiones en pulgadas.



Diam. nominal (NPS)	Diam. exterior en el bisel	longitud E (1)	espesor de pared limitado por la longitud E	longitud E1 (2)	Diam. nominal NPS	Diam. exterior en el bisel	longitud E (1)	espesor de pared limitado por la longitud E	longitud E1 (2)
1/2	0.84	1.00	0.18	1.00	18	18.00	8.00	0.50	9.00
3/4	1.05	1.00	0.15	1.00	20	20.00	9.00	0.50	10.00
1	1.32	1.50	0.18	1.50	22	22.00	10.00	0.50	10.00
1 1/4	1.66	1.50	0.19	1.50					
1 1/2	1.90	1.50	0.20	1.50	24	24.00	10.50	0.50	12.00
					26	26.00	10.50	...	...
2	2.38	1.50	0.22	1.75	28	28.00	10.50	...	...
2 1/2	2.88	1.50	0.28	2.00	30	30.00	10.50	...	...
3	3.50	2.00	0.30	2.50	32	32.00	10.50	...	...
3 1/2	4.00	2.50	0.32	3.00					
4	4.50	2.50	0.34	3.00	34	34.00	10.50	...	...
					36	36.00	10.50	...	...
5	5.56	3.00	0.38	3.50	38	38.00	12.00	...	...
6	6.62	3.50	0.43	4.00	40	40.00	12.00	...	...
8	8.62	4.00	0.50	5.00	42	42.00	12.00	...	...
10	10.75	5.00	0.50	6.00					
12	12.75	6.00	0.50	7.00	44	44.00	13.50	...	...
					46	46.00	13.50	...	...
14	14.00	6.50	0.50	7.50	48	48.00	13.50	...	...
16	16.00	7.00	0.50	8.00					

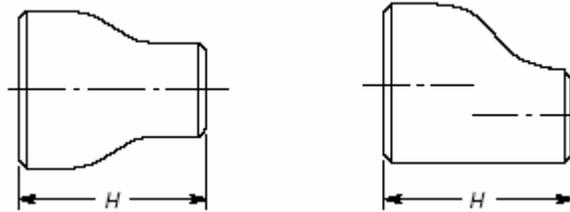
Notas generales:

- (a) La forma de estos tapones cachucha deben ser elipsoidales.

Notas

- (1) La longitud E aplica para espesores que no excedan a los valores dados en la columna "Espesor de pared limitado por la longitud"
- (2) La longitud E1 aplica para espesores mayores a los dados en la columna "Espesor de pared limitado por la longitud" para 24" y menores. Para 26" y mayores, la longitud E1 se determinará de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

Tabla C10. Dimensiones de reducciones concéntricas y excéntricas. Dimensiones en pulgadas.



Diámetro nominal NPS	diámetro en el bisel		de extremo a extremo H	Diámetro nominal NPS	diámetro en el bisel		de extremo a extremo H
	extremo mayor	extremo menor			extremo mayor	extremo menor	
$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$	1.05	0.84	1.50	5×3	5.56	3.50	5.00
$\frac{3}{4} \times \frac{3}{8}$	1.05	0.68	1.50	$5 \times 2\frac{1}{2}$	5.56	2.88	5.00
$1 \times \frac{3}{4}$	1.32	1.05	2.00	5×2	5.56	2.38	5.00
$1 \times \frac{1}{2}$	1.32	0.84	2.00				
				6×5	6.62	5.56	5.50
$1\frac{1}{4} \times 1$	1.66	1.32	2.00	6×4	6.62	4.50	5.50
$1\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$	1.66	1.05	2.00	$6 \times 3\frac{1}{2}$	6.62	4.00	5.50
$1\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$	1.66	0.84	2.00	6×3	6.62	3.50	5.50
				$6 \times 2\frac{1}{2}$	6.62	2.88	5.50
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$	1.90	1.66	2.50				
$1\frac{1}{2} \times 1$	1.90	1.32	2.50	8×6	8.62	6.62	6.00
$1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	1.90	1.05	2.50	8×5	8.62	5.56	6.00
$1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	1.90	0.84	2.50	8×4	8.62	4.50	6.00
				$8 \times 3\frac{1}{2}$	8.62	4.00	6.00
$2 \times 1\frac{1}{2}$	2.38	1.90	3.00				
$2 \times 1\frac{1}{4}$	2.38	1.66	3.00	10×8	10.75	8.62	7.00
2×1	2.38	1.32	3.00	10×6	10.75	6.62	7.00
$2 \times \frac{3}{4}$	2.38	1.05	3.00	10×5	10.75	5.56	7.00
				10×4	10.75	4.50	7.00
$2\frac{1}{2} \times 2$	2.88	2.38	3.50				
$2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$	2.88	1.90	3.50	12×10	12.75	10.75	8.00
$2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$	2.88	1.66	3.50	12×8	12.75	8.62	8.00
$2\frac{1}{2} \times 1$	2.88	1.32	3.50	12×6	12.75	6.62	8.00
				12×5	12.75	5.56	8.00
$3 \times 2\frac{1}{2}$	3.50	2.88	3.50				
3×2	3.50	2.38	3.50	14×12	14.00	12.75	13.00
$3 \times 1\frac{1}{2}$	3.50	1.90	3.50	14×10	14.00	10.75	13.00
$3 \times 1\frac{1}{4}$	3.50	1.66	3.50	14×8	14.00	8.62	13.00
				14×6	14.00	6.62	13.00
$3\frac{1}{2} \times 3$	4.00	3.50	4.00				
$3\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$	4.00	2.88	4.00	16×14	16.00	14.00	14.00
$3\frac{1}{2} \times 2$	4.00	2.38	4.00	16×12	16.00	12.75	14.00
$3\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$	4.00	1.90	4.00	16×10	16.00	10.75	14.00
$3\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$	4.00	1.66	4.00	16×8	16.00	8.62	14.00
$4 \times 3\frac{1}{2}$	4.50	4.00	4.00	18×16	18.00	16.00	15.00
4×3	4.50	3.50	4.00	18×14	18.00	14.00	15.00
$4 \times 2\frac{1}{2}$	4.50	2.88	4.00	18×12	18.00	12.75	15.00
4×2	4.50	2.38	4.00	18×10	18.00	10.75	15.00
$4 \times 1\frac{1}{2}$	4.50	1.90	4.00				
				20×18	20.00	18.00	20.00
5×4	5.56	4.50	5.00	20×16	20.00	16.00	20.00
$5 \times 3\frac{1}{2}$	5.56	4.00	5.00	20×14	20.00	14.00	20.00

Continuación Tabla C10.

Diámetro nominal NPS	diámetro en el bisel		de extremo a extremo H	Diámetro nominal NPS	diámetro en el bisel		de extremo a extremo H
	extremo mayor	extremo menor			extremo mayor	extremo menor	
20 × 12	20.00	12.75	20.00	36 × 30	36.00	30.00	24.00
				36 × 26	36.00	26.00	24.00
22 × 20	22.00	20.00	20.00	36 × 24	36.00	24.00	24.00
22 × 18	22.00	18.00	20.00				
22 × 16	22.00	16.00	20.00	38 × 36	38.00	36.00	24.00
22 × 14	22.00	14.00	20.00	38 × 34	38.00	34.00	24.00
				38 × 32	38.00	32.00	24.00
24 × 22	24.00	22.00	20.00	38 × 30	38.00	30.00	24.00
24 × 20	24.00	20.00	20.00	38 × 28	38.00	28.00	24.00
24 × 18	24.00	18.00	20.00	38 × 26	38.00	26.00	24.00
24 × 16	24.00	16.00	20.00				
				40 × 38	40.00	38.00	24.00
26 × 24	26.00	24.00	24.00	40 × 36	40.00	36.00	24.00
26 × 22	26.00	22.00	24.00	40 × 34	40.00	34.00	24.00
26 × 20	26.00	20.00	24.00	40 × 32	40.00	32.00	24.00
26 × 18	26.00	18.00	24.00	40 × 30	40.00	30.00	24.00
28 × 26	28.00	26.00	24.00	42 × 40	42.00	40.00	24.00
28 × 24	28.00	24.00	24.00	42 × 38	42.00	38.00	24.00
28 × 20	28.00	20.00	24.00	42 × 36	42.00	36.00	24.00
28 × 18	28.00	18.00	24.00	42 × 34	42.00	34.00	24.00
				42 × 32	42.00	32.00	24.00
				42 × 30	42.00	30.00	24.00
30 × 28	30.00	28.00	24.00				
30 × 26	30.00	26.00	24.00	44 × 42	44.00	42.00	24.00
30 × 24	30.00	24.00	24.00	44 × 40	44.00	40.00	24.00
30 × 20	30.00	20.00	24.00	44 × 38	44.00	38.00	24.00
				44 × 36	44.00	36.00	24.00
32 × 30	32.00	30.00	24.00				
32 × 28	32.00	28.00	24.00	46 × 44	46.00	44.00	28.00
32 × 26	32.00	26.00	24.00	46 × 42	46.00	42.00	28.00
32 × 24	32.00	24.00	24.00	46 × 40	46.00	40.00	28.00
				46 × 38	46.00	38.00	28.00
34 × 32	34.00	32.00	24.00				
34 × 30	34.00	30.00	24.00	48 × 46	48.00	46.00	28.00
34 × 26	34.00	26.00	24.00	48 × 44	48.00	44.00	28.00
34 × 24	34.00	24.00	24.00	48 × 42	48.00	42.00	28.00
				48 × 40	48.00	40.00	28.00
36 × 34	36.00	34.00	24.00				
36 × 32	36.00	32.00	24.00				

APENDICE D

BRIDAS DE ACERO

Tabla D1. Especificación de materiales para bridas.

Grupo	Designación nominal	Tabla de Presión-Temperatura.	Especificación ASTM (1)		
			Acero forjado	Acero fundido	Placa
1.1	C-Si C-Mn-Si	2-1.1	A 105 A 350 Gr. LF2	A 216 Gr. WCB	A 515 Gr. 70 A 516 Gr. 70 A 537 Cl. 1
1.2	C-Mn-Si 2 ¹ / ₂ Ni 3 ¹ / ₂ Ni	2-1.2	 A 350 Gr. LF3	A 216 Gr. WCC A 352 Gr. LCC A 352 Gr. LC2 A 352 Gr. LC3	 A 203 Gr. B A 203 Gr. E
1.3	C-Si C-Mn-Si 2 ¹ / ₂ Ni 3 ¹ / ₂ Ni	2-1.3		A 352 Gr. LCB	A 515 Gr. 65 A 516 Gr. 65 A 203 Gr. A A 203 Gr. D
1.4	C-Si C-Mn-Si	2-1.4	A 350 Gr. LF1 Cl. 1		A 515 Gr. 60 A 516 Gr. 60
1.5	C- ¹ / ₂ Mo	2-1.5	A 182 Gr. F1	A 217 Gr. WC1 A 352 Gr. LC1	A 204 Gr. A A 204 Gr. B
1.7	C- ¹ / ₂ Mo ¹ / ₂ Cr- ¹ / ₂ Mo Ni- ¹ / ₂ Cr- ¹ / ₂ Mo ³ / ₄ Ni- ³ / ₄ Cr-1Mo	2-1.7	A 182 Gr. F2	A 217 Gr. WC4 A 217 Gr. WC5	A 204 Gr. C
1.9	1Cr- ¹ / ₂ Mo 1 ¹ / ₄ Cr- ¹ / ₂ Mo 1 ¹ / ₄ Cr- ¹ / ₂ Mo-Si	2-1.9	A 182 Gr. F12 Cl. 2 A 182 Gr. F11 Cl. 2	 A 217 Gr. WC6	 A 387 Gr. 11 Cl. 2
1.10	2 ¹ / ₄ Cr-1Mo	2-1.10	A 182 Gr. F22 Cl. 3	A 217 Gr. WC9	A 387 Gr. 22 Cl. 2
1.13	5Cr- ¹ / ₂ Mo	2-1.13	A 182 Gr. F5 A 182 Gr. F5a	A 217 Gr. C5	
1.14	9Cr-1Mo	2-1.14	A 182 Gr. F9	A 217 Gr. C12	
2.1	18Cr-8Ni	2-2.1	A 182 Gr. F304 A 182 Gr. F304H	A 351 Gr. CF3 A 351 Gr. CF8	A 240 Gr. 304 A 240 Gr. 304H
2.2	16Cr-12Ni-2Mo 18Cr-13Ni-3Mo 19Cr-10Ni-3Mo	2-2.2	A 182 Gr. F316 A 182 Gr. F316H	A 351 Gr. CF3M A 351 Gr. CF8M A 351 Gr. CG8M	A 240 Gr. 316 A 240 Gr. 316H A 240 Gr. 317
2.3	18Cr-8Ni 16Cr-12Ni-2Mo	2-2.3	A 182 Gr. F304L A 182 Gr. F316L		A 240 Gr. 304L A 240 Gr. 316L
2.4	18Cr-10Ni-Ti	2-2.4	A 182 Gr. F321 A 182 Gr. F321H		A 240 Gr. 321 A 240 Gr. 321H

Cont. Tabla D1.

Grupo	Designación nominal	Tabla de Presión-Temperatura.	Especificación ASTM (1)		
			Acero forjado	Acero fundido	Placa
2.5	18Cr-10Ni-Cb	2-2.5	A 182 Gr. F347 A 182 Gr. F347H A 182 Gr. F348 A 182 Gr. F348H	A 351 Gr. CF8C	A 240 Gr. 347 A 240 Gr. 347H A 240 Gr. 348 A 240 Gr. 348H
2.6	25Cr-12Ni 23Cr-12Ni	2-2.6		A 351 Gr. CH8 A 351 Gr. CH20	A 240 Gr. 309S A 240 Gr. 309H
2.7	25Cr-20Ni	2-2.7	A 182 Gr. F310	A 351 Gr. CK20	A 240 Gr. 310S A 240 Gr. 310H
2.8	20Cr-18Ni-6Mo 22Cr-5Ni-3Mo-N 25Cr-7Ni-4Mo-N	2-2.8	A 182 Gr. F44 A 182 Gr. F51 A 182 Gr. F53	A 351 Gr. CK3MCuN	A 240 Gr. S31254 A 240 Gr. S31803 A 240 Gr. S32750
3.1	35Ni-35Fe-20Cr-Cb 28Ni-19Cr-Cu-Mo	2-3.1	B 462 Gr. N08020	A 351 Gr. CN7M	B 463 Gr. N08020
3.2	99.0Ni	2-3.2	B 160 Gr. N02200		B 162 Gr. N02200
3.3	99.0Ni-Low C	2-3.3	B 160 Gr. N02201		B 162 Gr. N02201
3.4	67Ni-30Cu 67Ni-30Cu-S	2-3.4	B 564 Gr. N04400 B 164 Gr. N04405		B 127 Gr. N04400
3.5	72Ni-15Cr-8Fe	2-3.5	B 564 Gr. N06600		B 168 Gr. N06600
3.6	33Ni-42Fe-21Cr	2-3.6	B 564 Gr. N08800		B 409 Gr. N08800
3.7	65Ni-28Mo-2Fe	2-3.7	B 335 Gr. N10665		B 333 Gr. N10665
3.8	54Ni-16Mo-15Cr 60Ni-22Cr-9Mo-3.5Cb 62Ni-28Mo-5Fe 70Ni-16Mo-7Cr-5Fe 61Ni-16Mo-16Cr 42Ni-21.5Cr-3Mo-2.3Cu	2-3.8	B 564 Gr. N10276 B 564 Gr. N06625 B 335 Gr. N10001 B 573 Gr. N10003 B 574 Gr. N06455 B 564 Gr. N08825		B 575 Gr. N10276 B 443 Gr. N06625 B 333 Gr. N10001 B 434 Gr. N10003 B 575 Gr. N06455 B 424 Gr. N08825
3.9	47Ni-22Cr-9Mo-18Fe	2-3.9	B 572 Gr. N06002		B 435 Gr. N06002
3.10	25Ni-46Fe-21Cr-5Mo	2-3.10	B 672 Gr. N08700		B 599 Gr. N08700
3.11	44Fe-25Ni-21Cr-Mo	2-3.11	B 649 Gr. N08904		B 625 Gr. N08904
3.12	26Ni-43Fe-22Cr-5Mo 47Ni-22Cr-20Fe-7Mo	2-3.12	B 621 Gr. N08320 B 581 Gr. N06985		B 620 Gr. N08320 B 582 Gr. N06985

Cont. Tabla D1.

Grupo	Designación nominal	Tabla de Presión-Temperatura.	Especificación ASTM (1)		
3.13	49Ni-25Cr-18Fe-6Mo Ni-Fe-Cr-Mo-Low Cu	2-3.13	B 581 Gr. N06975 B 564 Gr. N08031		B 582 Gr. N06975 B 625 Gr. N08031
3.14	47Ni-22Cr-19Fe-6Mo	2-3.14	B 581 Gr. N06007		B 582 Gr. N06007
3.15	33Ni-42Fe-21Cr	2-3.15	B 564 Gr. N08810		B 409 Gr. N08810
3.16	35Ni-19Cr-1¼Si	2-3.16	B 511 Gr. N08330		B 536 Gr. N08330

Nota:

(1) los materiales deben cumplir con "ASME BOILER AND PRESURE VESSEL CODE" sección II.

Tabla D2. Rangos de presión por grupo de trabajo.

Grupo 1.1

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
C-Si	A 105 (1)	A 216 Gr. WCB (1)	A 515 Gr. 70 (1)
C-Mn-Si	A 350 Gr. LF2 (1)		A 516 Gr. 70 (1)(2) A 537 Cl. 1 (3)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	285	740	990	1480	2220	3705	6170
200	260	675	900	1350	2025	3375	5625
300	230	655	875	1315	1970	3280	5470
400	200	635	845	1270	1900	3170	5280
500	170	600	800	1200	1795	2995	4990
600	140	550	730	1095	1640	2735	4560
650	125	535	715	1075	1610	2685	4475
700	110	535	710	1065	1600	2665	4440
750	95	505	670	1010	1510	2520	4200
800	80	410	550	825	1235	2060	3430
850	65	270	355	535	805	1340	2230
900	50	170	230	345	515	860	1430
950	35	105	140	205	310	515	860
1000	20	50	70	105	155	260	430

Notas

- (1) La exposición prolongada a temperaturas sobre 800°F puede afectar la fase del carburo del acero y se puede convertir al grafito. Permisible, pero no se recomienda para el uso prolongado sobre 800°F
- (2) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 850 °F
- (3) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 700 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.2

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
C-Mn-Si		A 216 Gr. WCC (1) A 352 Gr. LCC (2)	
2½Ni		A 352 Gr. LC2	A 203 Gr. B (1)
3½Ni	A 350 Gr. LF3	A 352 Gr. LC3	A 203 Gr. E (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	730	970	1455	2185	3640	6070
400	200	705	940	1410	2115	3530	5880
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	505	670	1010	1510	2520	4200
800	80	410	550	825	1235	2060	3430
850	65	270	355	535	805	1340	2230
900	50	170	230	345	515	860	1430
950	35	105	140	205	310	515	860
1000	20	50	70	105	155	260	430

Notas

(1) La exposición prolongada a temperaturas sobre 800°F, puede afectar la fase del carburo del acero y se puede convertir al grafito. Permisible, pero no se recomienda para el uso prolongado sobre 800°F.

(2) no debe emplearse en temperaturas por arriba de los 650 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.3

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
C-Si		A 352 Gr. LCB (3)	A 515 Gr. 65 (1)
C-Mn-Si			A 516 Gr. 65 (1)(2)
2½Ni			A 203 Gr. A (1)
3½Ni			A 203 Gr. D (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	265	695	925	1390	2085	3470	5785
200	250	655	875	1315	1970	3280	5470
300	230	640	850	1275	1915	3190	5315
400	200	620	825	1235	1850	3085	5145
500	170	585	775	1165	1745	2910	4850
600	140	535	710	1065	1600	2665	4440
650	125	525	695	1045	1570	2615	4355
700	110	520	690	1035	1555	2590	4320
750	95	475	630	945	1420	2365	3945
800	80	390	520	780	1175	1955	3260
850	65	270	355	535	805	1340	2230
900	50	170	230	345	515	860	1430
950	35	105	140	205	310	515	860
1000	20	50	70	105	155	260	430

Notas.

(1) La exposición prolongada a temperaturas sobre 800°F, puede afectar la fase del carburo del acero y se puede convertir al grafito. Permisible, pero no se recomienda para el uso prolongado sobre 800°F.

(2) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 850 °F

(3) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 650 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.4

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
C-Si			A 515 Gr. 60 (1)
C-Mn-Si	A 350 Gr. LF1, Cl. 1 (1)		A 516 Gr. 60 (1)(2)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	235	620	825	1235	1850	3085	5145
200	215	560	750	1125	1685	2810	4680
300	210	550	730	1095	1640	2735	4560
400	200	530	705	1060	1585	2645	4405
500	170	500	665	995	1495	2490	4150
600	140	455	610	915	1370	2285	3805
650	125	450	600	895	1345	2245	3740
700	110	450	600	895	1345	2245	3740
750	95	445	590	885	1325	2210	3685
800	80	370	495	740	1110	1850	3085
850	65	270	355	535	805	1340	2230
900	50	170	230	345	515	860	1430
950	35	105	140	205	310	515	860
1000	20	50	70	105	155	260	430

Notas.

(1) La exposición prolongada a temperaturas sobre 800°F, puede afectar la fase del carburo del acero y se puede convertir al grafito. Permisible, pero no se recomienda para el uso prolongado sobre 800°F.

(2) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 850 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.5

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
C-½Mo	A 182 Gr. F1 (1)	A 217 Gr. WC1 (1)(2) A 352 Gr. LC1 (3)	A 204 Gr. A (1) A 204 Gr. B (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	265	695	925	1390	2085	3470	5785
200	260	680	905	1360	2035	3395	5660
300	230	655	870	1305	1955	3260	5435
400	200	640	855	1280	1920	3200	5330
500	170	620	830	1245	1865	3105	5180
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	280	375	560	845	1405	2345
1000	20	165	220	330	495	825	1370

Notas.

- (1) La exposición prolongada a temperaturas sobre 875°F, puede afectar la fase carburo-molibdeno del acero y se puede convertir al grafito. Permisible, pero no se recomienda para el uso prolongado sobre 875°F.
- (2) Emplear material normalizado y templado únicamente.
- (3) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 650 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.7

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
C- $\frac{1}{2}$ Mo			A 204 Gr. C (1)
$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	A 182 Gr. F2 (3)		
Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo		A 217 Gr. WC4 (2)(3)	
$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{3}{4}$ Cr-1Mo		A 217 Gr. WC5 (2)	

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	720	965	1445	2165	3610	6015
400	200	695	925	1385	2080	3465	5775
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	315	420	630	945	1575	2630
1000	20	200	270	405	605	1010	1685
1050	...	160	210	315	475	790	1315

Notas.

(1) La exposición prolongada a temperaturas sobre 875°F, puede afectar la fase carburo-molibdeno del acero se puede convertir al grafito. Permisible, pero no se recomienda para el uso prolongado sobre 875°F.

2) Emplear material normalizado y templado únicamente

(3) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 1000 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.9

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
1Cr-½Mo	A 182 Gr. F12 Cl. 2 (1)(2)		
1¼Cr-½Mo		A 217 Gr. WC6 (1)(3)	
1¼Cr-½Mo	A 182 Gr. F11 Cl. 2 (1)(2)		A 387 Gr. 11 Cl. 2 (2)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	720	965	1445	2165	3610	6015
400	200	695	925	1385	2080	3465	5775
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	320	425	640	955	1595	2655
1000	20	215	290	430	650	1080	1800
1050	...	145	190	290	430	720	1200
1100	...	95	130	190	290	480	800
1150	...	60	80	125	185	310	515
1200	...	40	50	75	115	190	315

Notas.

- (1) Emplear material normalizado y templado únicamente
- (2) Permissible, pero no se recomienda emplearse en temperaturas por arriba de los 1100 °F
- (3) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 1000 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.10

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
2¼Cr-1Mo	A 182 Gr. F22 Cl. 3 (2)	A 217 Gr. WC9 (1)(3)	A 387 Gr. 22 Cl. 2 (2)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	730	970	1455	2185	3640	6070
400	200	705	940	1410	2115	3530	5880
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	375	505	755	1130	1885	3145
1000	20	260	345	520	780	1305	2170
1050	...	175	235	350	525	875	1455
1100	...	110	145	220	330	550	915
1150	...	70	90	135	205	345	570
1200	...	40	55	80	125	205	345

Notas.

- (1) Emplear material normalizado y templado únicamente
- (2) Permissible, pero no se recomienda emplearse en temperaturas por arriba de los 1100 °F
- (3) No debe emplearse en temperaturas por arriba de los 1000 °F

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.13

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	A 182 Gr. F5 A 182 Gr. F5a	A 217 Gr. C5 (1)	

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	745	995	1490	2235	3725	6205
300	230	715	955	1430	2150	3580	5965
400	200	705	940	1410	2115	3530	5880
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	705	1055	1585	2640	4400
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	645	965	1450	2415	4030
900	50	370	495	740	1110	1850	3085
950	35	275	365	550	825	1370	2285
1000	20	200	265	400	595	995	1655
1050	...	145	190	290	430	720	1200
1100	...	100	135	200	300	495	830
1150	...	60	80	125	185	310	515
1200	...	35	45	70	105	170	285

Notas.

(1) Emplear material normalizado y templado únicamente

Cont. Tabla D2.

Grupo 1.14

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
9Cr-1Mo	A 182 Gr. F9	A 217 Gr. C12 (1)	

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	730	970	1455	2185	3640	6070
400	200	705	940	1410	2115	3530	5880
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	375	505	755	1130	1885	3145
1000	20	255	340	505	760	1270	2115
1050	...	170	230	345	515	855	1430
1100	...	115	150	225	340	565	945
1150	...	75	100	150	225	375	630
1200	...	50	70	105	155	255	430

Notas.

(1) Emplear material normalizado y templado únicamente

Cont. Tabla D2.

Grupo 2.1

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
18Cr-8Ni	A 182 Gr. F304 (1)	A 351 Gr. CF3 (2)	A 240 Gr. 304 (1)
	A 182 Gr. F304H	A 351 Gr. CF8 (1)	A 240 Gr. 304H

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	230	600	800	1200	1800	3000	5000
300	205	540	720	1080	1620	2700	4500
400	190	495	660	995	1490	2485	4140
500	170	465	620	930	1395	2330	3880
600	140	435	580	875	1310	2185	3640
650	125	430	575	860	1290	2150	3580
700	110	425	565	850	1275	2125	3540
750	95	415	555	830	1245	2075	3460
800	80	405	540	805	1210	2015	3360
850	65	395	530	790	1190	1980	3300
900	50	390	520	780	1165	1945	3240
950	35	380	510	765	1145	1910	3180
1000	20	320	430	640	965	1605	2675
1050	...	310	410	615	925	1545	2570
1100	...	255	345	515	770	1285	2145
1150	...	200	265	400	595	995	1655
1200	...	155	205	310	465	770	1285
1250	...	115	150	225	340	565	945
1300	...	85	115	170	255	430	715
1350	...	60	80	125	185	310	515
1400	...	50	65	95	145	240	400
1450	...	35	45	70	105	170	285
1500	...	25	35	55	80	135	230

Notas.

- (1) Emplear a temperaturas mayores a 1000°F solo cuando el contenido de carbón sea 0.04% o mayor.
- (2) No debe emplearse en temperaturas mayores a 800°F

Cont. Tabla D2.

Grupo 2.2

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
16Cr-12Ni-2Mo	A 182 Gr. F316 (1) A 182 Gr. F316H	A 351 Gr. CF3M (2) A 351 Gr. CF8M (1)	A 240 Gr. 316 (1) A 240 Gr. 316H
18Cr-13Ni-3Mo			A 240 Gr. 317 (1)
19Cr-10Ni-3Mo		A 351 Gr. CG8M (3)	

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	235	620	825	1240	1860	3095	5160
300	215	560	745	1120	1680	2795	4660
400	195	515	685	1025	1540	2570	4280
500	170	480	635	955	1435	2390	3980
600	140	450	600	900	1355	2255	3760
650	125	445	590	890	1330	2220	3700
700	110	430	580	870	1305	2170	3620
750	95	425	570	855	1280	2135	3560
800	80	420	565	845	1265	2110	3520
850	65	420	555	835	1255	2090	3480
900	50	415	555	830	1245	2075	3460
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	350	465	700	1050	1750	2915
1050	...	345	460	685	1030	1720	2865
1100	...	305	405	610	915	1525	2545
1150	...	235	315	475	710	1185	1970
1200	...	185	245	370	555	925	1545
1250	...	145	195	295	440	735	1230
1300	...	115	155	235	350	585	970
1350	...	95	130	190	290	480	800
1400	...	75	100	150	225	380	630
1450	...	60	80	115	175	290	485
1500	...	40	55	85	125	205	345

Notas.

- (1) Emplear a temperaturas mayores a 1000°F solo cuando el contenido de carbón sea 0.04% o mayor.
- (2) No debe emplearse en temperaturas mayores a 850°F
- (3) No debe emplearse en temperaturas mayores a 1000°F

Cont. Tabla D2.

Grupo 2.3

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
16Cr-12Ni-2Mo	A 182 Gr. F316L		A 240 Gr. 316L
18Cr-8Ni	A 182 Gr. F304L (1)		A 240 Gr. 304L (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	230	600	800	1200	1800	3000	5000
200	195	505	675	1015	1520	2530	4220
300	175	455	605	910	1360	2270	3780
400	160	415	550	825	1240	2065	3440
500	145	380	510	765	1145	1910	3180
600	140	360	480	720	1080	1800	3000
650	125	350	470	700	1050	1750	2920
700	110	345	460	685	1030	1715	2860
750	95	335	450	670	1010	1680	2800
800	80	330	440	660	985	1645	2740
850	65	320	430	645	965	1610	2680

Notas.

(1) No debe emplearse en temperaturas mayores a 800°F

Cont. Tabla D2.

Grupo 2.4

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
18Cr-10Ni-Ti	A 182 Gr. F321 (2) A 182 Gr. F321H (1)		A 240 Gr. 321 (2) A 240 Gr. 321H (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	245	645	860	1290	1935	3230	5380
300	230	595	795	1190	1785	2975	4960
400	200	550	735	1105	1655	2760	4600
500	170	515	685	1030	1545	2570	4285
600	140	485	650	975	1460	2435	4060
650	125	480	635	955	1435	2390	3980
700	110	465	620	930	1395	2330	3880
750	95	460	610	915	1375	2290	3820
800	80	450	600	900	1355	2255	3760
850	65	445	595	895	1340	2230	3720
900	50	440	590	885	1325	2210	3680
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	355	475	715	1070	1785	2970
1050	...	315	415	625	940	1565	2605
1100	...	270	360	545	815	1360	2265
1150	...	235	315	465	710	1185	1970
1200	...	185	245	370	555	925	1545
1250	...	140	185	280	420	705	1170
1300	...	110	145	220	330	550	915
1350	...	85	115	170	255	430	715
1400	...	65	85	130	195	325	545
1450	...	50	70	105	155	255	430
1500	...	40	50	75	115	190	315

Notas.

(1) En temperaturas mayores a 1000°F, usarse solo si el material es termo tratado a una temperatura de 2000°F

(2) No debe ser usado en temperaturas mayores a 1000°F
Cont. Tabla D2.

Grupo 2.5

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
18Cr-10Ni-Cb	A 182 Gr. F347 (2)	A 351 Gr. CF8C (3)	A 240 Gr. 347 (2)
	A 182 Gr. F347H (1)		A 240 Gr. 347H (1)
	A 182 Gr. F348 (2)		A 240 Gr. 348 (2)
	A 182 Gr. F348H (1)		A 240 Gr. 348H (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	255	660	880	1320	1980	3300	5500
300	230	615	820	1230	1845	3070	5120
400	200	575	765	1145	1720	2870	4780
500	170	540	720	1080	1620	2700	4500
600	140	515	685	1025	1540	2570	4280
650	125	505	670	1010	1510	2520	4200
700	110	495	660	990	1485	2470	4120
750	95	490	655	985	1475	2460	4100
800	80	485	650	975	1460	2435	4060
850	65	485	645	970	1455	2425	4040
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	365	485	725	1090	1820	3030
1050	...	360	480	720	1080	1800	3000
1100	...	325	430	645	965	1610	2685
1150	...	275	365	550	825	1370	2285
1200	...	170	230	345	515	855	1430
1250	...	125	165	245	370	615	1030
1300	...	95	125	185	280	465	770
1350	...	70	90	135	205	345	570
1400	...	55	75	110	165	275	455
1450	...	40	55	80	125	205	345
1500	...	35	45	70	105	170	285

Notas.

- (1) En temperaturas mayores a 1000°F, usarse solo si el material es termo tratado a una temperatura de 2000°F
- (2) No debe ser usado en temperaturas mayores a 1000°F
- (3) Emplear a temperaturas mayores a 1000°F solo cuando el contenido de carbón sea 0.04% o mayor.

Cont. Tabla D2.

Grupo 2.6

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
23Cr-12Ni			A 240 Gr. 309S (1)(2)(3) A 240 Gr. 309H
25Cr-12Ni		A 351 Gr. CH8 (1) A 351 Gr. CH20 (1)	

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	260	670	895	1345	2015	3360	5600
200	230	605	805	1210	1815	3025	5040
300	220	570	760	1140	1705	2845	4740
400	200	535	710	1065	1600	2665	4440
500	170	505	670	1010	1510	2520	4200
600	140	480	635	955	1435	2390	3980
650	125	465	620	930	1395	2330	3880
700	110	455	610	910	1370	2280	3800
750	95	445	595	895	1340	2230	3720
800	80	435	580	870	1305	2170	3620
850	65	425	565	850	1275	2125	3540
900	50	415	555	830	1245	2075	3460
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	335	450	670	1010	1680	2800
1050	...	290	390	585	875	1460	2430
1100	...	225	300	445	670	1115	1860
1150	...	170	230	345	515	860	1430
1200	...	130	175	260	390	650	1085
1250	...	100	135	200	300	495	830
1300	...	80	105	160	235	395	660
1350	...	60	80	115	175	290	485
1400	...	45	60	90	135	225	370
1450	...	30	40	60	95	155	260
1500	...	25	30	50	70	120	200

Notas.

- (1) Emplear a temperaturas mayores a 1000°F solo cuando el contenido de carbón sea 0.04% o mayor.
- (2) En temperaturas mayores a 1000°F usarse solo si el material es termo tratado al mínimo de la temperatura de la especificación pero no por debajo de 1900°F y apagado en agua o enfriamiento rápido por cualquier otro método.

(3) Este material deberá ser usado en servicios cuya temperatura sea de 1050 °F y mayores solo cuando exista la seguridad de que el tamaño del grano no sea mas fino que el ASTM 6
Cont. Tabla D2.

Grupo 2.7

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
25Cr-20Ni	A 182 Gr. F310 (1)(3)	A 351 Gr. CK20 (1)	A 240 Gr. 310S (1)(2)(3) A 240 Gr. 310H

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	260	670	895	1345	2015	3360	5600
200	235	605	810	1215	1820	3035	5060
300	220	570	760	1140	1705	2845	4740
400	200	535	715	1070	1605	2675	4260
500	170	505	675	1015	1520	2530	4220
600	140	480	640	960	1440	2400	4000
650	125	470	625	935	1405	2340	3900
700	110	455	610	910	1370	2280	3800
750	95	450	600	900	1345	2245	3740
800	80	435	580	875	1310	2185	3640
850	65	425	575	855	1280	2135	3560
900	50	420	555	835	1255	2090	3480
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	345	460	685	1030	1720	2865
1050	...	335	450	670	1010	1680	2800
1100	...	260	345	520	780	1305	2170
1150	...	190	250	375	565	945	1570
1200	...	135	185	275	410	685	1145
1250	...	105	135	205	310	515	855
1300	...	75	100	150	225	375	630
1350	...	60	80	115	175	290	485
1400	...	45	60	90	135	225	370
1450	...	35	45	65	100	165	275
1500	...	25	35	50	75	130	215

Notas.

- (1) Emplear a temperaturas mayores a 1000°F solo cuando el contenido de carbón sea 0.04% o mayor.
- (2) En temperaturas mayores a 1000°F, usarse solo si el material es termo tratado al menos a 1900 °F y apagado en agua o enfriamiento rápido por cualquier otro método.

(3) Este material deberá ser usado en servicios cuya temperatura sea de 1050 °F y mayores solo cuando exista la seguridad de que el tamaño del grano no sea más fino que el ASTM 6

Cont. Tabla D2.

Grupo 2.8

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
20Cr-18Ni-6Mo	A 182 Gr. F44	A 351 Gr. CK3MCuN	A 240 Gr. S31254
22Cr-5Ni-3Mo-N	A 182 Gr. F51 (1)		A 240 Gr. S31803 (1)
25Cr-7Ni-4Mo-N	A 182 Gr. F53 (1)		A 240 Gr. S32750 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	720	960	1440	2160	3600	6000
300	230	665	885	1330	1995	3325	5540
400	200	615	820	1230	1845	3070	5120
500	170	575	770	1150	1730	2880	4800
600	140	555	740	1115	1670	2785	4640
650	125	550	735	1100	1650	2750	4580
700	110	540	725	1085	1625	2710	4520
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430

Notas.

(1) Este acero puede ser frágil después de ser utilizado en temperaturas moderadamente altas. No debe emplearse arriba de los 600°F

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.1

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
28Ni-19Cr-Cu-Mo		A 351 Gr. CN7M (2)(3)	
35Ni-35Fe-20Cr-Cb	B 462 Gr. N08020 (1)		B 463 Gr. N08020 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	230	600	800	1200	1800	3000	5000
200	200	520	695	1045	1565	2610	4350
300	190	490	655	980	1470	2450	4080
400	190	490	655	980	1470	2450	4080
500	170	490	655	980	1470	2450	4080
600	140	490	655	980	1470	2450	4080
650	125	490	655	980	1470	2450	4080
700	110	490	655	980	1470	2450	4080
750	95	490	655	980	1470	2450	4080
800	80	490	655	980	1470	2450	4080

Notas.

- (1) Use material recocido únicamente
- (2) Use solución recocida únicamente
- (3) Aplica para 300 °F y menores

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.2

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
99.0Ni	B 160 Gr. N02200 (1)(2)		B 162 Gr. N02200 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	140	360	480	720	1080	1800	3000
200	140	360	480	720	1080	1800	3000
300	140	360	480	720	1080	1800	3000
400	140	360	480	720	1080	1800	3000
500	140	360	480	720	1080	1800	3000
600	140	360	480	720	1080	1800	3000

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.3

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
99.0Ni-Low C	B 160 Gr. N02201 (1)(2)		B 162 Gr. N02201 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	90	240	320	480	720	1200	2000
200	85	230	305	455	685	1140	1900
300	85	225	300	445	670	1115	1860
400	85	215	290	430	650	1080	1800
500	85	215	290	430	650	1080	1800
600	85	215	290	430	650	1080	1800
650	85	215	290	430	650	1080	1800
700	85	215	290	430	650	1080	1800
750	80	210	280	420	635	1055	1760
800	80	205	270	410	610	1020	1700
850	65	205	270	410	610	1020	1700
900	50	140	185	380	415	695	1155
950	35	115	150	230	345	570	950
1000	20	95	125	185	280	465	770
1050	...	75	100	150	220	370	615
1100	...	60	80	125	185	310	515
1150	...	45	60	95	140	230	385
1200	...	35	50	75	110	185	310

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.4

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
67Ni-30Cu	B 564 Gr. N04400 (1)		B 127 Gr. N04400 (1)
67Ni-30Cu-S	B 164 Gr. N04405 (1)(2)		

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	230	600	800	1200	1800	3000	5000
200	200	530	705	1055	1585	2640	4400
300	190	495	660	990	1485	2470	4120
400	185	480	635	955	1435	2390	3980
500	170	475	635	950	1435	2375	3960
600	140	475	635	950	1435	2375	3960
650	125	475	635	950	1435	2375	3960
700	110	475	635	950	1435	2375	3960
750	95	470	625	935	1405	2340	3900
800	80	460	610	915	1375	2290	3820
850	65	340	455	680	1020	1695	2830
900	50	245	340	495	740	1235	2055

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.5

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
72Ni-15Cr-8Fe	B 564 Gr. N06600 (1)		B 168 Gr. N06600 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	730	970	1455	2185	3640	6070
400	200	705	940	1410	2115	3530	5880
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	325	435	655	980	1635	2725
1000	20	215	290	430	650	1080	1800
1050	...	140	185	280	415	695	1155
1100	...	95	125	185	280	465	770
1150	...	70	90	135	205	340	565
1200	...	60	80	125	185	310	515

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.6

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
33Ni-42Fe-21Cr	B 564 Gr. N08800 (1)		B 409 Gr. N08800 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	255	660	885	1325	1990	3310	5520
300	230	625	830	1250	1870	3120	5200
400	200	600	800	1200	1800	3000	5000
500	170	580	770	1155	1735	2890	4820
600	140	575	765	1145	1720	2870	4780
650	125	570	760	1140	1705	2845	4740
700	110	565	750	1130	1690	2820	4700
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	505	675	1015	1520	2535	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	365	485	725	1090	1820	3030
1050	...	360	480	720	1080	1800	3000
1100	...	325	430	645	965	1610	2685
1150	...	275	365	550	825	1370	2285
1200	...	205	270	405	610	1020	1695
1250	...	130	175	260	390	650	1080
1300	...	60	80	125	185	310	515
1350	...	50	65	100	150	245	410
1400	...	35	45	70	100	170	285
1450	...	30	40	60	95	155	255
1500	...	25	35	50	75	125	205

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.7

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
65Ni-28Mo-2Fe	B 335 Gr. N10665 (1)(2)		B 333 Gr. N10665 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	280	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	730	970	1455	2185	3640	6070
400	200	705	940	1410	2115	3530	5880
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.8

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
54Ni-16Mo-15Cr	B 564 Gr. N10276 (1)(4)		B 575 Gr. N10276 (1)(4)
60Ni-22Cr-9Mo-3.5Cb	B 564 Gr. N06625 (3)(5)		B 443 Gr. N06625 (3)(5)
62Ni-28Mo-5Fe	B 335 Gr. N10001 (1)(2)(6)		B 333 Gr. N10001 (1)(6)
70Ni-16Mo-7Cr-5Fe	B 573 Gr. N10003 (2)(3)		B 434 Gr. N10003 (3)
61Ni-16Mo-16Cr	B 574 Gr. N06455 (1)(2)(6)		B 575 Gr. N06455 (1)(6)
42Ni-21.5Fe-3Cr-2.3Cu	B 564 Gr. N08825 (3)(7)		B 424 Gr. N08825 (3)(7)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	730	970	1455	2185	3640	6070
400	200	705	940	1410	2115	3530	5880
500	170	665	885	1330	1995	3325	5540
600	140	605	805	1210	1815	3025	5040
650	125	590	785	1175	1765	2940	4905
700	110	570	755	1135	1705	2840	4730
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	385	515	775	1180	1930	3220
1000	20	365	485	725	1090	1820	3030
1050	...	360	480	720	1080	1800	3000
1100	...	325	430	645	965	1610	2685
1150	...	275	365	550	825	1370	2285
1200	...	185	245	370	555	925	1545
1250	...	145	195	295	440	735	1220
1300	...	110	145	215	325	540	900

Notas.

(1) Use material recocido solución únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

(3) Use material recocido únicamente

(4) No debe usarse en temperaturas superiores a 1250 °F.

(5) No debe usarse arriba de 1200°F. Alloy no6625 recocido es susceptible a severas pérdidas de esfuerzo de impacto después de exponerse a un rango de 1000°F a 1400°F.

(6) No debe usarse arriba de 800°F.

(7) No debe usarse arriba de 1000°F.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.9

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
47Ni-22Cr-9Mo-18Fe	B 572 Gr. N06002 (1)(2)		B 435 Gr. N06002 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	750	1000	1500	2250	3750	6250
300	230	680	905	1360	2040	3395	5660
400	200	600	795	1195	1795	2990	4980
500	170	575	770	1150	1730	2880	4800
600	140	560	745	1120	1680	2795	4660
650	125	560	745	1120	1680	2795	4660
700	110	560	745	1120	1680	2795	4660
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	365	485	725	1090	1820	3030
1050	...	360	480	720	1080	1800	3000
1100	...	325	430	645	965	1610	2685
1150	...	275	365	550	825	1370	2285
1200	...	205	275	410	620	1030	1715
1250	...	180	245	365	545	910	1515
1300	...	140	185	275	410	685	1145
1350	...	105	140	205	310	515	860
1400	...	75	100	150	225	380	630
1450	...	60	80	115	175	290	485
1500	...	40	55	85	125	205	345

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.10

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
25Ni-46Fe-21Cr-5Mo	B 672 Gr. N08700 (1)(2)		B 599 Gr. N08700 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	260	720	960	1440	2160	3600	6000
300	230	680	905	1360	2040	3400	5670
400	200	640	855	1280	1920	3205	5340
500	170	610	815	1225	1835	3060	5100
600	140	595	790	1190	1780	2970	4950
650	125	570	760	1140	1705	2845	4740

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.11

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
44Fe-25Ni-21Cr-Mo	B 649 Gr. N08904 (1)(2)		B 625 Gr. N08904 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	245	640	855	1280	1920	3205	5340
200	230	600	800	1200	1805	3005	5010
300	210	545	725	1085	1630	2720	4530
400	190	495	660	995	1490	2485	4140
500	170	455	610	915	1370	2285	3810
600	140	430	575	865	1295	2160	3600
650	125	420	560	840	1265	2105	3510
700	110	410	545	820	1230	2050	3420

Notas.

(1) Use material recocido únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.12

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
26Ni-43Fe-22Cr-5Mo	B 621 Gr. N08320 (1)(2)		B 620 Gr. N08320 (1)
47Ni-22Cr-20Fe-7Mo	B 581 Gr. N06985 (1)(2)		B 582 Gr. N06985 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	260	670	895	1345	2015	3360	5800
200	240	625	830	1245	1870	3115	5190
300	225	585	780	1175	1760	2935	4890
400	200	535	715	1075	1610	2680	4470
500	170	500	665	1000	1500	2500	4170
600	140	475	635	950	1425	2375	3960
650	125	465	620	930	1395	2320	3870
700	110	450	600	900	1350	2250	3750
750	95	445	590	885	1330	2215	3690
800	80	430	575	865	1295	2160	3600

(1) Use material recocido solución únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM la fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.13

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
49Ni-25Cr-18Fe-6Mo	B 581 Gr. N06975 (1)(2)		B 582 Gr. N06975 (1)
Ni-Fe-Cr-Mo-Low Cu	B 564 Gr. N08031 (3)		B 625 Gr. N08031 (3)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	290	750	1000	1500	2250	3750	6250
200	260	705	940	1410	2115	3530	5880
300	230	660	885	1325	1985	3310	5520
400	200	635	845	1265	1900	3170	5280
500	170	595	790	1190	1780	2970	4950
600	140	560	750	1125	1685	2810	4680
650	125	555	735	1105	1660	2765	4605
700	110	545	725	1085	1630	2720	4530
750	95	530	710	1065	1595	2660	4430
800	80	510	675	1015	1525	2540	4230

(1) Use material recocido solución únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B56

(3) Use material recocido únicamente

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.14

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
47Ni-22Cr-19Fe-6	MoB 581 Gr. N06007 (1)(2)		B 582 Gr. N06007 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	245	645	860	1290	1935	3230	5380
300	230	600	795	1195	1795	2990	4980
400	200	560	750	1125	1685	2810	4680
500	170	535	715	1070	1605	2675	4460
600	140	520	690	1035	1555	2590	4320
650	125	510	680	1020	1535	2555	4260
700	110	505	675	1015	1520	2530	4220
750	95	500	670	1005	1505	2510	4180
800	80	495	660	995	1490	2485	4140
850	65	485	650	975	1460	2435	4060
900	50	450	600	900	1350	2245	3745
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	365	485	725	1090	1820	3030

(1) Use material recocido solución únicamente

(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.15

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
33Ni-42Fe-21Cr	B 564 Gr. N08810 (1)		B 409 Gr. N08810 (1)

Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	230	600	800	1200	1800	3000	5000
200	205	540	720	1080	1620	2700	4500
300	195	505	675	1015	1520	2530	4220
400	185	480	640	960	1440	2400	4000
500	170	455	610	910	1370	2280	3800
600	140	440	585	880	1320	2195	3660
650	125	425	565	850	1275	2125	3540
700	110	420	560	840	1260	2100	3500
750	95	415	550	825	1240	2065	3440
800	80	410	545	815	1225	2040	3400
850	65	400	530	795	1195	1990	3320
900	50	395	530	790	1190	1980	3300
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	365	485	725	1090	1820	3030
1050	...	325	435	650	975	1625	2710
1100	...	320	430	640	965	1605	2675
1150	...	275	365	550	825	1370	2285
1200	...	205	275	410	620	1030	1715
1250	...	180	245	365	545	910	1515
1300	...	140	185	275	410	685	1145
1350	...	105	140	205	310	515	860
1400	...	75	100	150	225	380	630
1450	...	60	80	115	175	290	485
1500	...	40	55	85	125	205	345

(1) use material recocido solución únicamente

Cont. Tabla D2.

Grupo 3.16

Designación	acero forjado	acero fundido	placa
35Ni-19Cr-1¼Si	B 511 Gr. N08330 (1)(2)		B 536 Gr. N08330 (1)

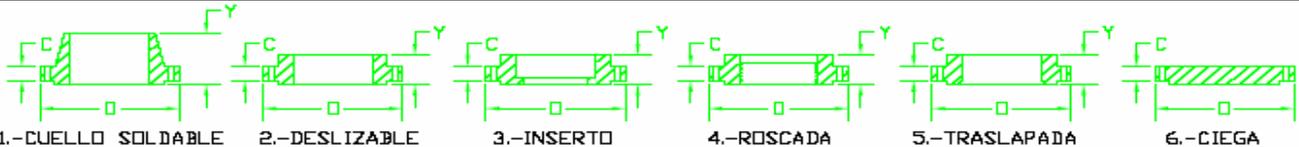
Presiones de trabajo por clase (lb/pg2g)

Temp. °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	245	635	850	1270	1910	3180	5300
300	225	590	785	1175	1765	2940	4900
400	200	550	735	1105	1655	2760	4600
500	170	525	700	1050	1575	2630	4380
600	140	500	670	1005	1505	2510	4180
650	125	490	655	980	1470	2450	4080
700	110	480	645	965	1445	2410	4020
750	95	470	625	940	1410	2350	3920
800	80	465	620	925	1390	2315	3860
850	65	455	605	905	1360	2270	3780
900	50	445	590	885	1330	2215	3690
950	35	385	515	775	1160	1930	3220
1000	20	365	485	725	1090	1820	3030
1050	...	310	410	615	925	1545	2570
1100	...	240	320	480	720	1205	2005
1150	...	185	245	370	555	925	2545
1200	...	145	195	290	435	725	1210
1250	...	115	155	235	350	585	975
1300	...	95	130	190	285	480	795
1350	...	75	100	150	220	370	615
1400	...	55	75	110	165	280	465
1450	...	45	60	95	140	230	385
1500	...	35	45	70	100	170	285

(1) Use material recocido solución únicamente

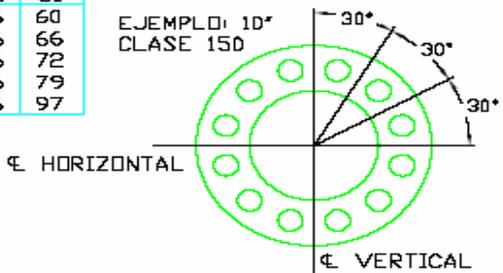
(2) La composición química, propiedades mecánicas, requerimientos de tratamiento térmico y tamaño del grano deberá ser acorde al ASTM. La fabricación, tolerancias, pruebas, certificación y marcado deberá cumplir con ASTM B564.

Tabla D3. Dimensiones de Bridas.



Ø NDM.	BRIDAS CLASE 150						BRIDAS CLASE 300						BRIDAS CLASE 600								
	□	C	Y		CIRC. STORN.	AGUJEROS No. Ø	□	C	Y		CIRC. STORN.	AGUJEROS No. Ø	□	C	Y		CIRC. STORN.	AGUJEROS No. Ø			
			1	2,3,4,5					1	2,3,4,5					1	2,3,4,5					
0.5	89	11	48	16	60	4	16	95	14	52	22	67	4	16	95	20	58	28	67	4	16
0.75	93	13	52	16	70	4	16	117	16	57	25	83	4	19	117	22	63	31	83	4	19
1	108	14	56	18	79	4	16	124	18	62	27	89	4	19	124	24	68	33	89	4	19
1.5	127	18	62	21	93	4	16	155	21	68	30	114	4	22	155	28	76	38	114	4	22
2	152	19	64	25	121	4	19	165	22	70	33	127	8	19	165	31	79	43	127	8	19
2.5	178	22	70	28	140	4	19	191	25	76	38	149	8	22	191	34	85	47	149	8	22
3	191	24	70	30	152	4	19	210	28	79	43	168	8	22	209	38	89	52	166	8	22
4	229	24	76	33	191	8	19	254	32	86	48	200	8	22	273	44	108	60	216	8	25
6	279	25	89	37	241	8	19	318	37	99	52	270	12	22	356	54	123	73	292	12	28
8	343	28	102	44	298	8	19	381	41	111	62	330	12	25	419	62	139	82	349	12	32
10	406	30	102	49	362	12	25	445	48	117	67	387	16	28	508	70	158	92	432	16	35
12	483	32	114	56	432	12	25	521	51	130	73	451	16	32	559	73	161	98	489	20	35
14	533	35	127	57	476	12	28	584	54	143	76	514	20	32	603	76	171	105	527	20	38
16	597	37	127	64	540	16	28	648	57	146	83	572	20	35	686	82	184	112	603	20	41
18	635	40	140	68	578	16	32	711	60	159	89	629	24	35	743	89	190	123	654	20	44
20	699	43	145	73	635	20	32	775	64	162	95	686	24	35	813	95	197	133	724	24	44
24	813	48	152	83	749	20	35	914	70	168	106	813	24	41	940	108	209	146	838	24	51
30	984	75	137		914	28	35	1092	92	210		997	28	48	1130	120	254		1022	28	54
36	1168	89	157		1086	32	41	1270	105	241		1168	32	54	1314	130	288		1194	28	67
42	1346	97	171		1257	36	41	1289	119	200		1207	32	44	1403	172	285		1283	28	67
48	1511	108	191		1422	44	41	1467	133	224		1372	32	51	1594	195	322		1461	32	73
60	1803	132	240		1759	52	43	1810	164	273		1702	32	60	1994	239	395		1822	36	92

Ø NDM.	BRIDAS CLASE 900						BRIDAS CLASE 1500						BRIDAS CLASE 2500								
	□	C	Y		CIRC. STORN.	AGUJEROS No. Ø	□	C	Y		CIRC. STORN.	AGUJEROS No. Ø	□	C	Y		CIRC. STORN.	AGUJEROS No. Ø			
			1	2,3,4,5					1	2,3,4,5					1	2,3,4,5					
0.5	121	28	66	38	82	4	22	121	28	66	37	83	4	22	133	36	79	45	89	4	22
0.75	130	31	76	41	89	4	22	130	31	76	41	89	4	22	140	38	85	49	95	4	22
1	148	34	79	47	102	4	25	148	34	79	47	102	4	25	210	41	95	54	108	4	25
1.5	178	38	89	50	111	4	25	177	37	89	50	124	4	25	203	50	130	67	146	4	32
2	216	44	108	63	165	8	28	216	44	108	63	161	8	28	229	57	133	76	171	8	28
2.5	244	47	111	70	191	8	25	244	47	111	69	191	8	25	254	63	154	85	196	8	32
3	241	44	108	60	191	8	28	266	54	123	79	203	8	28	305	73	154	103	229	8	34
4	292	50	120	76	235	8	25	311	60	130	96	241	8	35	419	95	235	136	324	8	48
6	381	62	146	91	318	12	32	394	89	177	125	318	8	38	552	133	324	184	438	12	54
8	470	70	168	108	394	12	35	483	98	219	165	394	12	25	622	171	425	235	540	12	67
10	546	76	190	114	470	16	32	584	114	260	187	483	12	51	762	190	470	260	619	12	73
12	610	85	206	123	533	20	38	673	130	288		572	12	51							
14	641	92	218	144	559	20	38	870	139	304		635	16	60							
16	705	95	222	139	616	20	38	825	152	317		705	16	66							
18	787	108	235	160	686	20	41	914	168	333		775	16	72							
20	857	114	254	165	749	20	44	984	184	362		832	16	79							
24	1041	146	298	209	902	20	50	1168	209	412		990	16	97							
30	1231	155	317		1086	20	54														
36	1461	177	368		1289	20	92														
42	1562	212	377		1391	24	92														
48	1784	239	425		1588	24	104														



EJEMPLO: 10° CLASE 150

NOTAS:

- 1.-LAS DIMENSIONES PARA LAS BRIDAS HASTA 24" SON DE ACUERDO AL ASME/ANSI B16.5
- 2.-LAS DIMENSIONES PARA BRIDAS MAYORES DE 24" SON DE ACUERDO AL MS-SP44
- 3.-EN LOS PEDIDOS SIEMPRE SE DEBE ESPECIFICAR EL BORE O EL ESPESOR DE LA TUBERIA
- 4.-LOS VALORES DE *C* Y *Y* INCLUYEN 1.5mm DE CARA REALZADA PARA LAS CLASES 150 Y 300, SE INCLUYEN LOS 6mm PARA CLASES MAYORES (ASME B16.5)
- 5.-EL MATERIAL BASE SERA ASTM A105 A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA.
- 6.-TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN mm, EL DIAMETRO NOMINAL EN PULGADAS.
- 7.-LOS AGUJEROS PARA LOS PERNOS SIEMPRE SE CONSIDERAN DESPLAZADOS SIMETRICAMENTE DE LA Ø

Bibliografía:

API 5L "Specification for Pipe Line"

API 6D "Pipe Line Valves"

API 602 "Steel Gate, Globe and Check Valves for size DN 100 and smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries"

API 609 "Butterfly Valves: Double Flanged, Lug and Wafer-Type"

ASME B16.5 "Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 through NPS 24"

ASME B16.10 "Face to Face and End to End Dimensions of Valves"

ASME B16.11 "Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded"

ASME B16.20 "Metallic Gaskets for Pipe Flanges"

ASME B16.21 "Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges"

ASME B16.34 "Valves-Flanged, Threaded and Welding End"

ASME B.1.20.1 "Pipe Threads, General Purpose (inch)"

ASME B31.3 "Process Piping ASME Code for Pressure Piping"

ASME B31.4 "ASME Code Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons"

ASME B31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems"

ASME B36.10 "Welded and Seamless Steel Pipe"

ASME B36.19 "Stainless Steel Pipe"

ASTM A53 "Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless"

ASTM A106 "Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service"

ASTM A312 "Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipe"

ASTM A358 "Specification for Electric-Fusion-Welded Austenitic Chromium-Nickel Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service and General Applications"

ASTM A376 "Specification for Seamless Austenitic Steel Pipe for High-temperature Central-Station Service"

ASTM A409 "Specification for Welded Large Diameter Austenitic Steel Pipe for Corrosive or High-Temperature Service"

ASTM B564 "Specification for Nickel Alloy Forgings"

NACE "Corrosion Data Survey"

Instituto Mexicano del Petróleo IMP EABB-102 "Tubería de Proceso y Servicios Auxiliares. Clasificación de Materiales por Servicio"

Introducción a la Metalurgia física
Sidney h. Avner

MSS-SP-44 "Steel Pipeline Flanges"

MSS-SP-75 "Specification for High Test, Wrought, Butt Welding Fittings"

NACE MR-103 "Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refining Environments"

NACE MR-01-75 "Sulfide Stress Cracking Resistant Metallic Materials for Oilfield Equipment"