

<b>N° de Documento:</b> NRF-027-PEMEX-2001	 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>
<b>Rev.: 0</b>	
<b>Fecha: 16-12-2001</b>	
<b>PÁGINA 1 DE 32</b>	<b>SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS</b>

**ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE  
ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO  
INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE  
ALTA Y BAJA TEMPERATURA**



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y  
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE  
ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO  
INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE  
ALTA Y BAJA TEMPERATURA

No. de Documento  
NRF-027-PEMEX-2001

Rev.: 0  
PÁGINA 2 DE 32

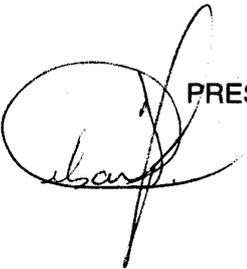
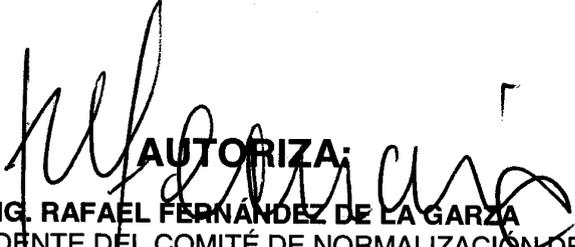
## HOJA DE APROBACION

  
**ELABORA:**

**ING. NABORA MORALES GONZÁLEZ**  
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO  
PEMEX-GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

  
**PROPONE:**

**ING. MARCOS RAMIREZ SILVA**  
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN  
DE PEMEX-GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

  
  
**AUTORIZA:**

**ING. RAFAEL FERNÁNDEZ DE LA GARZA**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

16 de diciembre de 2001



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y  
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE  
ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO  
INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE  
ALTA Y BAJA TEMPERATURA

No. de Documento  
NRF-027-PEMEX-2001

Rev.: 0  
PÁGINA 3 DE 32

## CONTENIDO

Capítulos	Página
0. INTRODUCCIÓN	4
1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. ACTUALIZACIÓN	4
4. CAMPO DE APLICACIÓN	4
5. REFERENCIAS	5
6. DEFINICIONES	5
7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	7
8. REQUISITOS PARA LA ORDEN DE COMPRA	8
9. ESPECIFICACIONES	8
9.1 PROCESO DE FABRICACIÓN	8
9.2 TRATAMIENTO TERMICO	9
9.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA	11
9.4 ANALISIS DE LA COLADA	11
9.5 ANALISIS DEL PRODUCTO	11
9.6 PROPIEDADES MECANICAS	11
9.7 CALIDAD, ACABADO Y APARIENCIA	13
9.8 CRITERIOS DE REPROCESO	13
9.9 ESPECIMENES DE PRUEBA	13
9.10 TUERCAS	15
9.11 ROSCAS	15
9.12 INSPECCIÓN	16
9.13 RECHAZO Y RE - EVALUACIÓN	16
9.14 CERTIFICACIÓN	16
9.15 MARCADO DEL PRODUCTO	16
9.16 RECUBRIMIENTOS	17
9.17 REQUERIMIENTOS SUPLEMENTARIOS	17
10. RESPONSABILIDADES	17
11. CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS	18
12. BIBLIOGRAFÍA	18
13. ANEXOS	19

0. INTRODUCCIÓN.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 4 DE 32</b>

En las instalaciones industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, se cuenta con recipientes a presión, recipientes atmosféricos, equipos dinámicos y sistemas de tuberías para servicios de alta y baja temperatura que contienen juntas bridadas, que requieren para su unión el uso de espárragos, tornillos o birlos (sujetadores roscados).

Por lo anterior, y tomando en cuenta que estas instalaciones son consideradas de alto riesgo en virtud de los productos que manejan, es necesario definir los criterios para la selección y especificación de espárragos, tornillos y tuercas de aleación y de aceros inoxidables.

#### 1. OBJETIVO.

Esta norma de referencia, establece los requisitos para la selección y especificación de compra de espárragos, tuercas y tornillos para servicio de alta y baja temperatura.

#### 2. ALCANCE.

- 2.1 Este Documento de Referencia cubre los espárragos y tornillos (sujetadores roscados) de aceros de aleación templados y revenidos, y aceros inoxidables, para uniones bridadas en servicios de alta y baja temperatura, en los límites establecidos en las tablas de requerimientos Tablas 1 a 8.
- 2.2 Se cubren varios grados, incluyendo aceros ferríticos y austeníticos con grado B5, B7, B16, B8 y L7 entre otros. La selección dependerá del diseño, condiciones de servicio, propiedades mecánicas, y de la temperatura del servicio.

Los requerimientos mecánicos para los sujetadores que trabajan en servicio de baja temperatura están indicados en la tabla 5, donde se muestran los diámetros para los cuales aplican las propiedades mecánicas mínimas para las diferentes clases y en la tabla 6 se estipulan los requerimientos de absorción de energía para la prueba Charpy.

#### 3. ACTUALIZACIÓN.

Las sugerencias para la revisión de esta norma de referencia deben ser enviadas al Secretario Técnico del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (CNP MOS), quien a su vez, las canaliza al grupo de trabajo correspondiente para que lleve a cabo la actualización. Esta norma de referencia debe revisarse y actualizarse, al menos, cada 5 años o antes, si las sugerencias o recomendaciones de cambio lo ameritan.

#### 4. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta norma de referencia es de aplicación general y observancia obligatoria para la adquisición de los bienes objeto de la misma, que lleven a cabo los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Por lo tanto, debe ser incluida en las Bases de Licitación Pública, procedimientos de Invitación o Adjudicación directa y en las solicitudes de Cotización, así como en los Contratos correspondientes; como parte de los requisitos que debe cumplir el interesado y, en su caso el fabricante o proveedor.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA          TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 5 DE 32</b>

## 5. REFERENCIAS.

Norma Mexicana NMX-H-123-1990 "Tornillos de acero aleado, templados y revenidos para juntas de acero estructural". Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.

Norma Mexicana NMX-H-122-1990 "Tornillos, birlos y sujetadores roscados externamente, de acero aleado, templados y revenidos". Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.

Norma oficial mexicana NOM-008-SCFI-2000 "Sistema Generales de Unidades de Medida"

## 6. DEFINICIONES.

**Acero de aleación.**- Un acero de aleación es un acero que contiene los elementos, con excepción del carbón, que se han agregado en cantidades suficientes para obtener mejores características mecánicas o físicas definidas, tales como más alta resistencia en temperaturas elevadas y dureza entre otros.

**Barras formadas en frío (Estiradas en Frío)**- Son barras laminadas en caliente que posteriormente se someten a un proceso de formado en frío (estirado y/o laminado) a fin de dar tolerancias dimensionales más cerradas, mejorar el acabado superficial y las propiedades mecánicas, así como darle la forma de sección transversal y dimensiones: redonda, cuadrada, cuadrada con esquinas redondeadas, hexagonal, octagonal y rectangular (soleras)

**Ensayo de Dureza.**- Prueba que mide la resistencia de la superficie de un material metálico a la penetración por un objeto duro. Se han inventado una diversidad de pruebas de dureza.

**Ensayo de Dureza Brinell (HB)**- Una esfera de acero duro (por lo general 10 mm de diámetro), se oprime sobre la superficie del material. Se mide el diámetro de la impresión generada, comúnmente de 2 a 6 mm y se calcula el número de dureza o índice de dureza Brinell.

**Ensayo de Dureza Rockwell (HR)**- Se utiliza una bola de acero para materiales blandos un cono de diamante para materiales más duros. La profundidad de la penetración es medida automáticamente por el instrumento y se convierte al índice de dureza Rockwell (HR) Se utilizan diversas variantes del ensayo Rockwell, la escala de Rockwell C se utiliza para aceros duros y Rockwell B para aceros de baja resistencia..

**Límite elástico.**- Es el esfuerzo mayor de un material es capaz de soportar, sin dejar deformaciones permanentes después de liberarlo completamente de dicho esfuerzo.

**Límite de fluencia.**- Es el esfuerzo, en el que se presenta un súbito alargamiento o deformación sin incrementar el esfuerzo en la prueba de tensión. Se debe hacer notar que solamente los materiales que presentan el fenómeno de cedencia, pueden tener un límite de fluencia.

**Longitud de Cuerda útil.**- Longitud de cuerda adyacente a la punta a cuerda adyacente al otro extremo de la punta y no incluye la longitud de la punta

**Longitud de la punta.**- Los espárragos deben terminar en punta y tener un acabado de calidad, las puntas deben ser cónicas o redondeada a opción del fabricante. La longitud de la punta en los tornillos y espárragos debe ser no menor a un hilo de rosca completa y no mayor a dos hilos. Esta punta es para facilitar la entrada de sujetadores en los agujeros en el ensamblaje.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA          TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 6 DE 32</b>

Cuando el acabado de la punta sea cónico, la punta es un cono truncado, el extremo de la cual es aproximadamente plano y perpendicular al eje del sujetador. Estas puntas en los sujetadores roscados tienen generalmente ángulos de 45 a 90 grados.

**Lote.-** Se entiende por lote el conjunto de unidades de producto sometidas a inspección en una sola vez, del mismo tipo específico, tamaño, longitud, grado y serie de cuerda, que han sido fabricadas bajo las mismas condiciones de proceso.

**Macro ataque (Macroetch)-** El macro ataque es un ensayo que se usa para revelar la heterogeneidad metales y aleaciones, variaciones de composición química como evidencias de segregación, bandas de carburos y ferrita, segregación central e inclusiones de profundidad de carburización. Después de preparada la superficie se limpia con solventes y se aplican soluciones específicas para cada aleación. La información proporcionada con respecto a las variaciones en la composición química es estrictamente cualitativa.

**Normalizado.-** Un proceso en el cuál un metal es calentado a una temperatura apropiada arriba del rango de transformación y es subsecuentemente enfriado en aire calmado hasta la temperatura ambiente.

**Recocido.-** Proceso de calentamiento a que se somete el metal a una temperatura ligeramente superior a la temperatura crítica, se mantiene arriba de estas temperaturas durante un tiempo apropiado y enseguida se le da un enfriamiento lento controlado en horno. Este proceso releva esfuerzos pero incrementa el tamaño del grano. Baja la resistencia a la tensión y el límite elástico, y eleva la temperatura de transición.

**Recocido de una solución.-** Retención de metal durante un tiempo, a una temperatura en la que el carburo de hierro u otros carburos presentes van en la solución. Después se enfría al aire o en un medio líquido a un límite que evite la precipitación. La solución es inestable y supersaturada y puede subsecuentemente exhibir envejecimiento por sumergimiento.

**Relevado de esfuerzos.-** Es el calentamiento uniforme de un metal a una temperatura superior a la temperatura de recuperación que permite sin cambio de estructura metalográfica eliminar los esfuerzos residuales, seguido de un enfriamiento uniforme.

**Resistencia de Fluencia.-** Es el esfuerzo sobre un material, específicamente limitado para desviarse de la proporcionalidad de los esfuerzos y las deformaciones. Se expresa en términos de deformación: 0.2 % de la deformación por el método de desalojamiento; 0.5% de la deformación por el método de la extensión total bajo la carga.

**Resistencia a la tensión.-** Es el esfuerzo de tensión máximo que un material es capaz de soportar. La resistencia de tensión se calcula con la carga máxima registrada durante una prueba de tensión que se lleva hasta la rotura de la sección transversal original del espécimen.

**Revenido.-** Es el tratamiento térmico debajo de la temperatura de transformación de un metal que ha sido previamente endurecido mediante un tratamiento de templado para reducir su dureza.

**Sujetador.-** es un dispositivo mecánico para unir dos o más cuerpos en posiciones definidas con respecto a cada uno.

**Tamaño de lote.-** Es el número de unidades de producto contenidas en un lote. El tamaño de un lote determina el tamaño de la muestra.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 7 DE 32</b>

**Tamaño de muestra.**- Es el número de unidades que constituyen la muestra, y se debe determinar sobre la base del tamaño de lote.

**Tratamiento térmico.**- Es una secuencia de calentamiento y enfriamiento controlado en intensidad y tiempo que se da a los metales industriales a fin de mejorar sus propiedades para el uso a que se destinan.

**Temple.**- Es el calentamiento de un metal a una temperatura arriba de la temperatura de transformación y rápido enfriamiento para obtener una dureza elevada.

**Templabilidad.**- Facilidad con la cuál se puede templar un acero para formar la martencita. Los aceros con alta templabilidad forman la martensita incluso en enfriamiento lento.

**Varilla.**- Barra cilíndrica que se utiliza para fabricar tornillos.

## 7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.

ANSI American National Standards Institute. Instituto Americano Nacional de Estándares

ASME.- Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos(American Society of Mechanical Engineers)

ASTM American Society For Testing & Materials; Sociedad Americana de Pruebas y Materiales

CNPMOS. Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

DCSIPA. Dirección Corporativa de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

EMA Entidad Mexicana de Acreditación

ft-lb Pies- Libras

HB Dureza Brinell

HRB ó C Dureza Rockwell Grado B ó C

J Julios

Kg. Kilogramos

NMX Norma Mexicana

NOM Norma oficial mexicana

Pulg. Pulgadas

°C Grados Centígrados

°F) Grados Farenheigh

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 8 DE 32</b>

## 8. REQUISITOS PARA LA ORDEN DE COMPRA.

El requerimiento para la orden de compra de materiales amparados bajo esta Norma debe incluir lo siguiente:

- 8.1 Especificación del material, designación y grado con referencia a esta Norma, indicando fecha y revisión
- 8.2 Condiciones de tratamiento térmico las cuales deben apegarse a lo indicado en el párrafo 9.2
- 8.3 Cantidad (es el número de piezas)
- 8.4 Descripción de artículos requeridos (barra, espárrago, tornillo, tuercas)
- 8.5 Dimensiones: diámetro, longitud de cuerda útil (ANSI B16.5 o equivalente), recubrimiento, tipo de acabado, tipo de rosca, número de hilos por pulgada. El roscado debe ser conforme a lo indicado en la especificación A5 de ANSI B.1.1 o equivalente, para rosca de serie gruesa y de acuerdo a la clase 2A. Cuando se especifique, debe usarse en los espárragos y tornillos de diámetro mayor a 25.4 mm (1 pulgada) rosca de serie de 8 hilos.
- 8.6 Tuercas, deben ser de acuerdo a lo establecido en el punto 9.10 de este documento.
- 8.7 Requerimientos suplementarios si hay alguno debe indicarlo y estar amparado en esta Norma
- 8.8 Requerimientos especiales de acuerdo a los párrafos 9.2.4, 9.11 y 9.13 de esta Norma.

## 9. ESPECIFICACIONES

### 9.1 Proceso de Fabricación

El acero debe ser producido por cualquiera de los procesos siguientes: horno de hogar abierto, básico al oxígeno, horno eléctrico o inducción de fusión por vacío. En la fundición primaria puede incorporarse la desgasificación separada o refinamiento. El vaciado (en molde) del acero puede ser tratado con vacío previo o durante el vaciado del lingote o el moldeado de la barra. El proceso de oxígeno básico está limitado a los aceros que contengan no más de 6% de Cromo.

#### 9.1.1 Calidad

Para asegurar la integridad de las barras de acero ferrítico y las varillas deben de ser probadas con el método ASTM E 381 o equivalente. Cuando se suministren barras o varillas, ambos deben cumplir con las pruebas. El procedimiento de control de calidad debe demostrar que las pruebas se efectuaron y que los resultados son aceptables. Un lote de barras consistente en una colada de 4500 Kg (10,000 libras) o menor, debe ser representado por un macro ataque. La revisión visual de la sección transversal no debe mostrar imperfecciones mayores a las de la macrografía del método ASTM E 381 S4-R4-C4 o equivalente. No deber existir distintas zonas de solidificación.

#### 9.1.2 Desechos.

Asegurar que el producto esté libre de imperfecciones, rebabas y segregaciones indebidas, por lo que se debe desechar lo necesario a fin de asegurar la calidad del producto cuando se esta fabricando la barra. Ver nota 1 del punto 9.2.3.4

### 9.2 Tratamiento Térmico

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 9 DE 32</b>

(Los párrafos 9.2, 9.2.1, 9.2.2, 9.2.3, 9.2.3.1, 9.2.3.2, 9.2.3.3, 9.2.3.4, 9.2.4, 9.2.5 inclusive, aplican para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M)

Los aceros ferríticos deben recibir el tratamiento térmico indicado por este documento para darles las características apropiadas para el trabajo en alta temperatura de cada grado. Inmediatamente después de un rolado o forjado, el material para los espárragos debe enfriarse hasta una temperatura inferior al rango de transformación. Los materiales templados por inmersión en líquidos deben ser revenidos a la temperatura adecuada (Tabla 2) y de manera uniforme para refinar el grano y nuevamente sumergidos en el líquido bajo condiciones uniformes. El uso de agua como líquido para el templado por inmersión está estrictamente prohibido para cualquier grado de acero ferrítico, cuando el tratamiento térmico es parte del proceso de fabricación del sujetador. Esta restricción no aplica a las barras tratadas térmicamente ni a los sujetadores tratados después del maquinado. El material grado B16 debe ser calentado a una temperatura entre 925 y 954°C (1700 y 1750 °F) y templados por inmersión en aceite.

Los materiales indicados como normalizados o templados en aire, deben ser recalentados a la temperatura adecuada para refinar el grano y enfriados uniformemente al aire hasta una temperatura inferior al rango de temperatura de transformación. El material ya sea templado por inmersión en líquidos o normalizado debe ser recalentado uniformemente para revenirlo. La temperatura mínima del revenido debe ser la especificada en la Tabla 2.

- 9.2.1** Los materiales ferríticos templados y revenidos, normalizados y revenidos, que han sido posteriormente sometidos a estiramientos en frío para el control dimensional, deben relevarse de esfuerzos después de haber sido estirados en frío. La temperatura mínima para el relevado de esfuerzos debe ser 55 °C (100°F) por debajo de la temperatura de revenido. Una prueba de las propiedades mecánicas debe efectuarse después del relevado de esfuerzos.
- 9.2.2** Los materiales B6 y B6X deben mantenerse a la temperatura de revenido por al menos una hora. El símbolo de identificación de material B6X se le designará cuando el material ha sido rolado y templado. El trabajado en frío está permitido con la limitación de la dureza (26 HRC máximo) ver Tabla 2 para el grado B6X.
- 9.2.3** Todos los aceros inoxidables austeníticos deben recibir un tratamiento térmico para solución de carburo (ver clases 1, 1B, 1C, grados B8R y B8S y Clase 2, 2B y 2C) párrafos 9.2.3.1, 9.2.3.4 para requerimientos específicos para cada clase. La Clases 1, 1B, 1C (Solamente grados B8R y B8S) y 2, 2B y 2C pueden aplicar a barras, varillas y sujetadores terminados. La Clase 1A (todos los grados) y Clase 1C (Solamente grados B8RA y B8SA) aplica a sujetadores terminados. La Clase 1D aplica únicamente a barras, varillas y sujetadores terminados que son maquinados directamente de barras o varillas de clase 1D sin ningún subsecuente trabajo en frío o calentamiento posterior.
- 9.2.3.1** Clases 1 y 1B, y clases 1C grados B8R y B8S  
Después del rolado, forjado o formación de la cabeza ya sea en frío o caliente, el material debe ser calentado desde la temperatura ambiente hasta la temperatura a la cual el carburo de cromo se disuelva y mantenerlo el tiempo suficiente para posteriormente enfriarlo a una velocidad suficiente para evitar la precipitación del carburo.
- 9.2.3.2** Clase 1D.  
Las barras de grados B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, B8N, B8MN, B8R y B8S roladas o forjadas deben enfriarse inmediatamente después de ser trabajadas en caliente, cuando la temperatura esté por arriba de los 955°C [1750°F] de manera que los carburos en los límites de grano

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 10 DE 32</b>

permanezcan en solución. La aplicación de Clase 1D debe restringirse a temperaturas menores a 455°C [850°F]

**9.2.3.3** Clase 1A y Clase 1C grados B8RA y B8SA.

Los sujetadores terminados deben tratarse térmicamente para mantener en disolución de carburos después de que el rolado, forjado descabezado y maquinado de la cuerda se hayan terminado, los espárragos o tornillos deben calentarse desde la temperatura ambiente hasta la temperatura a la cual el carburo de cromo se disuelva y mantenerlo el tiempo suficiente para posteriormente enfriarlo a una velocidad suficiente que evite la precipitación de carburos.

**9.2.3.4** Clases 2, 2B y 2C

Los materiales deben tratarse para mantener en solución los carburos, calentándolos desde la temperatura ambiente hasta la temperatura a la cual el carburo de cromo se disuelva y mantenerlos el tiempo suficiente, posteriormente enfriarlo a una velocidad suficiente para prevenir la precipitación del carburo. Seguido a este tratamiento térmico, el material debe ser estirado en frío para adquirir las propiedades requeridas.

Nota 1. - El tratamiento térmico posterior efectuado a una porción (limitada) del producto, como es la formación de cabeza, puede tener un tamaño de grano y propiedades mecánicas no uniformes a través de esta sección afectada.

**9.2.4** Si se requiere un acabado brillante libre de rebabas (escamas), debe ser especificado en la orden de compra.

**9.2.5** El material para espárragos y tornillos B7 y B7M debe ser tratado térmicamente para temple por inmersión en un líquido y luego revenido. Para espárragos B7M el tratamiento térmico final puede ser el revenido si se efectúa a una temperatura mínima de 620°C [1150°F]; debe realizarse después de terminada la operación de maquinado y formado, incluyendo el maquinado de la rosca

Salvo que se especifique otra cosa, el material grado B7, debe tratarse térmicamente en horno por los métodos de inducción o resistencia eléctrica.

Nota 2. - Debe tomarse en consideración que las propiedades de liberación de esfuerzos pueden variar de lote a lote o de colada a colada y de método de tratamiento térmico a otro en cada colada. A opción del comprador, él podrá especificar el requerimiento si requiere relevado de esfuerzos adicionales, si requiere que se efectúe una prueba de las propiedades de liberación de esfuerzos.

**9.2.6** ( Este y los párrafos 9.2.7 y 9.2.8, son aplicables a los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A320/ A 320M). El "material para espárragos" debe ser enfriado a temperatura ambiente después del rolado o forjado. Los grados L7, L7A, L7B, L7C, L7M, L43, L1, L70, L71, L72 y L73 deben ser recalentados por encima de su temperatura crítica, templados por inmersión y revenidos. Los grados B8, B8C, B8M, B8T, B8F, B8P, B8LN y B8MLN, deben ser tratados para disolución de carburo. Los productos hechos de este material, son conocidos como clase 1. Esto consiste en mantener el material el tiempo suficiente a la temperatura a la cual el carburo de cromo se disuelva y luego enfriarlo al aire o en un medio líquido a una velocidad suficiente para evitar la reprecipitación del carburo. Los materiales así tratados son conocidos como clase 1. Si en la orden de compra se solicitan los materiales con tratamiento térmico con disolución de carburos después del acabado; los materiales con este tratamiento son conocidos como clase 1A.

**9.2.7** Cuando se desea incrementar las propiedades mecánicas, el material austenítico para espárragos deben ser recocidos y estirados en frío, si se especifica en la orden de compra.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 11 DE 32</b>

**9.2.8** Para espárragos L7M, el tratamiento térmico final, pueden ser el templado o el revenido, operaciones efectuadas a una temperatura mínima de 620°C [1150°F], debe realizarse después del maquinado de las cuerdas.

### **9.3 Composición Química.**

**9.3.1** Cada aleación debe de cumplir con los requerimientos de composición química indicados en la Tabla 1 y tabla 7 no deben emplearse aceros a los que se les ha adicionado plomo.

**9.3.2** El acero no debe contener ningún elemento no especificado en el grado ordenado, para evitar extenderse a los requerimientos de otro grado para el cual este elemento está especificado. Aquellos elementos presentes en concentraciones superiores al 0.75 % en peso, deben ser reportados. El análisis químico debe efectuarse de acuerdo al método de prueba ASTM A 751 o equivalente.

### **9.4 Análisis de la colada**

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M) El análisis de cada colada del acero debe efectuarse por el fabricante, para determinar el porcentaje de los elementos especificados en la sección 9.3. Este análisis debe efectuarse a un espécimen de prueba tomado durante el vaciado de la colada. La composición química determinada debe ser reportada al comprador o a su representante y debe cumplir con los requerimientos especificados en la sección 9.3 y Tabla 7. Para materiales de colada continua, los requerimientos de 8.2 y 8.3 de la especificación ASTM A 788 o equivalente, deben ser satisfechos. Se requiere que se eliminen las zonas de transición entre dos coladas seguidas.

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A A320/ A 320M). El análisis de cada colada del acero debe efectuarse por el fabricante, para determinar el porcentaje de los elementos especificados en la tabla 8. Este análisis debe efectuarse a un espécimen de prueba tomado durante el vaciado de la colada. La composición química determinada debe ser reportada al comprador o a su representante y debe cumplir con los requerimientos especificados en la sección 9.3 y Tabla 7.

### **9.5 Análisis del Producto.**

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 320/ A 320M) El análisis de una muestra representativa del producto debe efectuarla el fabricante. La composición química determinada debe cumplir con los requerimientos especificados en la tabla 7.

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M) Una análisis de una muestra representativa del lote de espárragos debe efectuarse obligatoriamente por el fabricante o maquilador.

Si el comprador así lo requiere, podrá hacer también el análisis de una muestra representativa.

### **9.6 Propiedades Mecánicas**

#### **9.6.1 Propiedades de tensión.**

##### **9.6.1.1 Requerimientos**

El material representado por las muestras para pruebas de tensión, deben cumplir con los requerimientos indicados en la Tablas 2 y 5 y debe efectuarse a temperatura ambiente y después

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 12 DE 32</b>

del tratamiento térmico. Para el caso de sujetadores de acero inoxidable la tabla 6 indica los requerimientos de absorción de energía para la prueba de impacto Charpy

#### 9.6.1.2 Métodos de Prueba.

Las pruebas de tensión se deben de efectuarse de acuerdo al método de prueba ASTM A 370 o equivalente, aplicable a las muestras de material maquinado. La velocidad de la prueba no debe exceder los límites especificados en el método de prueba ASTM A 370. Debe determinarse el esfuerzo de cedencia correspondiente al límite de deformación permanente cuyo valor no debe ser menor de 0.2% de la longitud del espécimen.

#### 9.6.1.3 Prueba de sujetadores en sección completa a la tensión con cuñas.

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM-A- 193/ A 193M)

Cuando aplique el párrafo 9.9.4, los sujetadores deben ser probados por el método a la tensión por cuña en sección completa y de acuerdo al ASTM A 370 y deben cumplir con los valores de resistencia a la tensión mostradas en las Tablas 2.

#### 9.6.2 Pruebas de impacto

(Los párrafos 9.6.2.1, 9.6.2.2 y 9.6.3 inclusive aplican para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM- 193/ A 193M)

##### 9.6.2.1 Requerimientos

El material de grados L7, L7A, L7B, L7C, L7M, L43, L70, L71, L72 y L73 deben mostrar una energía mínima de impacto absorbida de 27J (20 ft-lb) y el grado L1 una energía mínima de impacto absorbida de 54 J (40 ft-lb.) a la temperatura de prueba mostrados en la Tabla 8, cuando son probados por los procedimientos especificados en las partes aplicables de las secciones 19 a 28 del Método y Definiciones de Prueba ASTM A-370. La temperatura del refrigerante empleado para enfriar las probetas de prueba se deben controlar entre  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  ( $3^{\circ}\text{F}$ ). La prueba de impacto es requerida para los materiales grado B8, B8F, B8P, B8M, B8T, B8LN y B8MLN tratados con disolución de carburo o trabajados en frío para temperaturas por arriba de los  $-200^{\circ}\text{C}$  ( $-325^{\circ}\text{F}$ ), para materiales grado B8, B8P, B8C y B8LN tratados con disolución para temperaturas por arriba de los  $-255^{\circ}\text{C}$  ( $-425^{\circ}\text{F}$ ); ni para espárragos de 12.5 mm [1/2 pulgadas] y menores de aceros ferríticos y austeníticos. Todos los demás materiales fabricados bajo esta especificación, deben ser probados. Las temperaturas de prueba para los grados ferríticos, están listadas en la Tabla 8. Son permitidas las excepciones a este requerimiento, y las pruebas de impacto podrán realizarse a temperaturas específicas diferentes a las mostradas en la Tabla 8, siempre que la temperatura de prueba sea al menos tan baja como la temperatura de servicio y el espárrago sea marcado de tal manera que indique la temperatura de prueba reportada. Cuando se requiera una prueba de impacto para aceros de grado austenítico, los criterios de prueba deben ser acordados entre el proveedor y el comprador.

**9.6.2.2** Los requerimientos para la prueba de impacto de la probeta para la prueba Charpy estándar y probeta de tamaño reducido, se indican en la tabla 6.

#### 9.6.3 Ensayo de Dureza

##### 9.6.3.1 Requerimientos

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M) La dureza debe cumplir con los requerimientos indicados en la Tabla 2. La prueba de dureza debe efectuarse de acuerdo al método de prueba descrito en ASTM A 370 o equivalente.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 13 DE 32</b>

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 320/ A 320M)  
La dureza debe cumplir con los requerimientos indicados en la Tabla 5. La prueba de dureza debe efectuarse de acuerdo al método de prueba ASTM F 606. En el caso de que surja alguna controversia referente al esfuerzo mínimo, la prueba de tensión debe prevalecer sobre la de dureza. La preparación de la superficie para la prueba de dureza por el método de penetración deberá de hacerse de acuerdo al método de prueba E 18 o equivalente.

#### **9.6.3.2 Grado B7M**

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M)  
La máxima dureza de este grado debe ser 235 HB o 99 HRB. La dureza mínima no debe ser menor a 200 HB o 93 HRB. El cumplimiento de dureza debe asegurarse mediante la prueba de dureza a cada tuerca o espárrago por los métodos Brinell o Rockwell B de acuerdo al párrafo 9.6.3.1 Si cualquiera de las muestras está fuera de los límites de dureza máximo o mínimo especificados, el lote debe de ser rechazado y reprocesado o probado en su totalidad (100%). Los productos que han sido probados al 100% y se encontraron aceptables, deben tener una línea abajo del símbolo del grado.

**9.6.3.3** (Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A A320/ A 320M). La máxima dureza de los espárragos Grado L7M debe ser 235 HB ó 99 HBR (La conversión de acuerdo con la tabla 2B pagina 6 Métodos Pruebas y Definiciones ASTM-A-370 o equivalente). La mínima dureza no debe ser menor que 200 HB o 93 HRB. La aceptación de la dureza será asegurada probando la dureza de cada espárrago o birlo por los métodos de dureza Brinell o Rockwell B según lo descrito en las secciones de pruebas Brinell, prueba mecánicas de dureza, y la prueba de dureza Rockwell de los métodos de prueba y definiciones ASTM A 370 o equivalente.

La Tabla 8 muestra las temperaturas recomendadas para partes de almacén.

**9.6.3.4** La prueba de dureza debe efectuarse en el extremo del espárrago, sujetadores y tuerca. Cuando esto no sea práctico, debe efectuarse en alguna otra parte.

#### **9.7 Calidad, Acabado y Apariencia.**

Los espárragos deben terminar con extremos biselados y tener un acabado de calidad, los extremos deben ser biselados, cónicos o redondeados a opción del cliente. La longitud de la punta en los tornillos y espárragos debe ser no menor a un hilo de rosca completa y no mayor a dos hilos, la longitud de la cuerda útil debe ser medida desde el primer hilo de rosca hasta el último hilo de rosca en el otro extremo terminal debiendo ser paralelo al eje.

#### **9.8 Criterios de Reproceso**

Si los resultados de las pruebas mecánicas de cualquier lote no cumplen con los requerimientos especificados, el fabricante podrá procesar ese lote no más de dos veces, en tal caso, dos pruebas adicionales de tensión se deben efectuar al lote y estas deben cumplir con los requerimientos especificados.

#### **9.9 Especímenes de Prueba .**

Los especímenes de prueba de espárragos, tornillos y tuercas deben ser maquinados a la forma y dimensiones del método de prueba ASTM A 370 o equivalente

#### **9.9.1 Numero de Pruebas.**

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M)

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA          TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 14 DE 32</b>

Para los espárragos de servicio de alta temperatura, las barras tratadas térmicamente, deben de hacerse una prueba de tensión por cada diámetro de cada colada representada en cada carga de revenido. Cuando el tratamiento térmico se efectúa sin interrupción en un horno continuo, el material de un lote, debe ser de la misma colada, con las mismas condiciones, mismo tamaño y mismo tratamiento térmico. No se requieren más de dos pruebas de tensión por cada lote de 9000 kg (20,000 lb) o menor. Cada 4,500 kg (10,000 lb) adicionales o fracciones requieren una prueba adicional.

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 320/ A 320M). Para el caso de espárragos de servicio de baja temperatura, a las barras con tratamiento térmico se les debe efectuar una prueba de tensión y una de impacto a tres probetas de cada diámetro de cada colada representada en cada carga de revenido. En los tratamientos de tipo continuo una carga se define como 2,700 kg (6,000lb)

#### 9.9.2 Tamaño de Lote

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M) Para tuercas, tornillos y espárragos, etc., se debe realizar una prueba de tensión para cada diámetro de cada colada que forme parte del lote. Cada lote debe conformarse por:

Diámetro, mm (pulg.)	Tamaño del Lote
30 (1 1/8) y menores	780 kg (1,500 lb) o fracción
De más de 30 (1 1/8) a 42 (1 3/4) incluido	2,000 kg (4,500 lb) o fracción
De más de 42 (1 3/4) a 64 (2 1/2) incluido	2,700 kg (6,000 lb) o fracción
De más de 64 (2 1/2)	100 piezas o fracción

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A A320/ A 320M)

Para el caso de sujetadores o espárragos para servicio de baja temperatura, debe efectuarse una prueba de tensión y una prueba de impacto a tres probetas de cada diámetro de cada colada que intervengan en el lote. Cada lote se conforma por:

Diámetro, mm (pulg.)	Tamaño del Lote
30 (1 1/8) y menores	680 Kg (1,500 lb) o fracción
De más de 30 (1 1/8) a 42 (1 3/4) incluido	2,040 Kg (4,500 lb) o fracción
De más de 42 (1 3/4) a 65 (2 1/2) incluido	2,700 Kg (6,000 lb) o fracción
De más de 65 (2 1/2)	100 piezas o fracción

**9.9.3** No se requiere la prueba de tensión a tuercas y espárragos que hayan sido fabricados a partir de barras tratadas térmicamente, suministradas de acuerdo a los requerimientos de esta Norma y probadas de acuerdo con 9.9.1, cuidando que no hayan sido sometidas a un tratamiento térmico posterior.

#### 9.9.4 Probetas de tamaño completo

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M). Los sujetadores con cabeza de 1 1/2 pulgadas de diámetro y menores, y con longitud de tres o más veces el diámetro y que son fabricados por forja fría o caliente, deben sujetarse a una prueba en sección completa de acuerdo a 9.6.1.3 . Estas pruebas deben efectuarse en adición a la prueba de tensión como se especifica en 9.6.1.1 y 9.6.1.2. El tamaño del lote debe ser como se muestra en 9.9.2. Las fallas deben presentarse en el cuerpo o sección roscada, las fallas o indicaciones tales como grietas no deben presentarse en la junta de la cabeza y cuerpo del sujetador

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 15 DE 32</b>

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A A320/ A 320M). Para el caso de sujetadores roscados para servicio de baja temperatura la muesca debe estar localizada en la superficie de la probeta de prueba que más se aproxime a una dirección radial. La base de la muesca debe estar tan cerca como sea práctico en forma perpendicular a la superficie de la barra.

### 9.10 Tuercas

Los espárragos deben suministrarse con dos tuercas y los tornillos con una, cuando se especifique en la orden de compra. Las tuercas deben de cumplir con lo establecido en las especificaciones ASTM A 194/A 194M y deben tener el mismo tipo de rosca que el espárrago o tornillo.

**9.10.1** (Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A A320/ A 320M). Los tornillos, espárragos y birlos de los Grados L7, L7A, L7B, L7C, L43, L1, L70, L71, L72 y L73 deben suministrarse con tuercas de aleaciones ferríticas en Grado 4 o Grado 7, conforme a la Especificación A-194/A 194M, equivalente o con un acero de grado similar al de los espárragos. Las tuercas Grado 7M con dureza que no exceda de 235 HB, deben ser usados con espárragos, birlos y tornillos Grado L7M. Todos los materiales de tuercas, incluyendo aquellos que pueden ser suministrados bajo la Especificación ASTM A 194/A 194M, deben someterse a los requerimientos de impacto de esta norma de la siguiente manera: las pruebas de impacto deben ser hechas en probetas de prueba tomadas de barra o placa de la misma colada de acero usados para la fabricación de las tuercas, y tratadas térmicamente en alguna etapa de fabricación.

**9.10.2** (Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A A320/ A 320M). Los tornillos y espárragos de Grados B8, B8C, B8T, B8P, B8F, B8M, B8LN, y B8MLN deben ser suministrados con tuercas de aleación austenítica conforme a los Grados 8, 8C, 8T, 8F, 8M, 8LN, y 8MLN de acuerdo a la especificación A 194/A 194M. Las pruebas de impacto no son requeridas para los Grados 8F, 8M, 8T, y 8MLN para temperaturas arriba de -200°C (-325°F) y para los Grados 8, 8P, 8C, y 8LN en temperaturas arriba -255°C(-425°F)

Si el comprador requiere tuercas con prueba Charpy, la energía de impacto absorbida no debe ser menor a 27 J (20 ft-lb) a una temperatura por abajo-100°C (-150° F), y puede solicitar que las tuercas sean suministradas conforme a los Grados 8, 8C, 8M, 8P, 8T, 8F, 8LN, o 8MLN de acuerdo a la especificación A 194/A 194M o equivalente.

Las roldanas para uso con sujetadores ferríticos deben cumplir con ASTM F 436 o equivalente.

### 9.11 Roscas

Todos los espárragos, tornillos, y tuercas que los acompañen, salvo que se especifique otra cosa en la orden de compra, deben de ser roscados de acuerdo a la clase 2A ASME ANSI B 1.1 o equivalente, en diámetros de 25 mm (1 pulgada) y menores con serie de hilos roscas gruesas, y para diámetros de 28.5 mm (1 1/8 de pulgada) y mayores con rosca de serie de 8 hilos por pulgada.

Cuando se ordenen productos en unidades métricas, las roscas deben ser de la serie de roscas gruesas como se especifica en el ANSI B 1.13M o equivalente, y deben tener la tolerancia del grado 6G. (Para espárragos y/o sujetadores de servicio de alta temperatura).

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA          TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 16 DE 32</b>

Cuando sea práctico, todas las cuerdas de roscas serán maquinadas después del tratamiento térmico. Todos los grados de la clase 1A y los grados B8RA y B8SA de la clase 1C, son tratados para solución de carburos en la condición de terminado.

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M)  
 Cuando sea práctico, todas las cuerdas deberán ser formadas después del tratamiento térmico. Los grados B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA, B8MNA Y B8MLCuNA de la clase 1A, y los grados B8RA y B8SA de la clase 1C, deberán ser tratados para disolución de carburos en la condición de acabados.

(Este párrafo aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 320/ A 320M)  
 Para espárragos y/o sujetadores de servicio de baja temperatura. Cuando sea práctico, todas las roscas deben ser formadas después del tratamiento térmico. Los grados B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8FA, B8TA, B8LNA B8MLNA, de la clase 1A deben ser tratados para disolución de carburos en la condición de acabados.

#### **9.12. Inspección**

El inspector representante del comprador, debe tener acceso en todo momento a todas las áreas de las instalaciones del fabricante relacionadas con la manufactura del material ordenado y mientras el trabajo se esté realizando. El fabricante debe ofrecer al inspector todas las facilidades razonables, a fin de asegurarle que el material está siendo fabricado de acuerdo a esta Norma. Todas las pruebas (a excepción del análisis del producto) e inspecciones deben ser efectuadas en las instalaciones del fabricante antes del embarque, salvo que se especifique otra cosa en la orden de compra, y debe efectuarse de tal manera que no interfiera innecesariamente con la operación de los trabajos.

#### **9.13 Rechazo y Reevaluación**

**9.13.1** Cualquier rechazo sobre las pruebas efectuadas en el inciso 9.5, debe ser reportado al fabricante de inmediato, salvo que en las bases de compra se establezca otra cosa.

**9.13.2** Los materiales que muestren defectos posteriores a su aceptación, se deben rechazar y notificar al fabricante.

**9.13.3** Las muestras probadas de acuerdo al inciso 9.5 que representen material rechazado, deben ser conservadas durante dos semanas a partir de la fecha del reporte de la prueba. En caso de insatisfacción con los resultados de la prueba, el fabricante puede solicitar la "reevaluación" durante este tiempo, siempre que el material pueda ser corregido. Esta operación será bajo el costo del fabricante.

#### **9.14. Certificación**

**9.14.1** El proveedor de la materia prima o producto terminado, debe entregar al comprador o a su representante, un certificado emitido por una empresa certificada y registrada ante la EMA que muestre los requerimientos de esta norma, así como los resultados del análisis químico, pruebas mecánicas y las condiciones del método empleado para el tratamiento térmico, el cual será la base de aceptación del material. La designación incluida en el reporte de prueba, debe incluir el año de emisión y revisión.

**9.14.2** El certificado debe incluir también lo siguiente:

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 17 DE 32</b>

**9.14.2.1** Una declaración de que el material o el producto terminado o ambos fueron fabricados, probados e inspeccionados de acuerdo a esta norma y cualquier requerimiento suplementario establecido en la orden de compra.

**9.14.2.2** El número de especificación, la fecha y el símbolo de identificación.

### **9.15 Marcado del Producto**

#### **9.15.1 Espárragos y tornillos para servicio de alta temperatura, ASTM A 193/A 193M o equivalente:**

El grado, clase y símbolo de identificación del fabricante, deben de ser marcados en uno de los extremos de los espárragos de 10 mm (3/8 pulg.) de diámetro y mayores, y en la cabeza de los tornillos de 6 mm (1/4 pulg.) de diámetro y mayores si el área disponible es inadecuada, el símbolo del grado debe ser marcado en un extremo y el símbolo de identificación del fabricante en el otro. Los símbolos de identificación se deben mostrar en las tablas 3 y 4. El grado B7M que ha sido evaluado al 100% conforme a esta norma, debe tener una línea debajo del símbolo del grado.

#### **9.15.2 Espárragos y tornillos para servicio de baja temperatura, ASTM A 320/A 320M o equivalente:**

El símbolo de identificación está mostrado en la Tabla 7. En el caso de la clase 2 grado B8, B8C, B8M, B8P, B8F y B8T, endurecidos como lo indica la tabla 5, y se debe estampar una línea debajo del símbolo del grado para distinguir los espárragos de la clase 1 y 1A, los cuales no han sido endurecidos. En el caso de la clase 1A el marcado de los espárragos grado B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8NA y B8MLNA identifica a los materiales que han tenido tratamiento de disolución de carburo en la condición de terminados.

El grado L7M, el cual se ha evaluado al 100%, debe llevar una línea debajo del símbolo del grado para distinguir el grado L7M, para indicar que no requiere prueba de dureza al 100%.

**9.15.3** Cuando los espárragos y tornillos, sean suministrados en atados o cajas, etiquetas y cajas deben tener el símbolo de identificación del grado del material, y la marca de identificación del fabricante, o su nombre.

**9.15.4** Para efectos del marcado e identificación, el fabricante es el responsable de garantizar que los espárragos y tornillos estén fabricados, probados e inspeccionados de acuerdo a esta norma y que cumplen con los requerimientos de la misma.

### **9.16 Recubrimiento**

Los espárragos, tornillos y tuercas de acero al carbón y baja aleación se deben proveer con recubrimiento resistente a la corrosión hecho a partir de politetrafluoroetileno (PTFE) de 20 micras de espesor, electrodeposición hecho basándose en zinc 20 micras de espesor (ASTM B 633 o equivalente), cadmio (ASTM B 766 o equivalente), aleación níquel – cobalto – boro con 20 micras de espesor en el recubrimiento. Salvo que se especifique otra cosa en la orden de compra.

**9.17 Requerimientos Suplementarios.** (Este punto sólo aplica a sujetadores y espárragos roscados para servicio de alta temperatura.

S1. Prueba de alta temperatura.

S1.1 Las pruebas para determinar las propiedades a alta temperatura deben efectuarse de acuerdo a los ASTM E 21, E 139, E 292, E 150 y E 151 o equivalentes.

S2. Prueba de impacto Charpy.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 18 DE 32</b>

S2.1 La prueba de impacto Charpy debe estar basada en los requerimientos de la especificación ASTM A 320/A 320M o equivalente, secciones 9.2 y 9.3, y debe efectuarse previo acuerdo entre el fabricante y el comprador. Cuando la temperatura de prueba es tan baja como la indicada en la especificación citada, los espárragos se deben ordenar sobre la base de esta especificación.

S3. Prueba de dureza al 100% del Grado B7M

S3.1 Cada espárrago o tornillo de grado B7M debe ser sometidos a la prueba de dureza por el método de penetración y debe cumplir con los requerimientos especificados en la Tabla 2

S4. Prueba de dureza para el Grado B16

S4.1 Para espárragos o tornillos de grado B16 de 65 mm ( 1 ½ de pulgada) y menor, la dureza debe ser medida en o cerca del extremo (final) de cada espárrago o tornillo, empleando uno de los métodos prescritos en 9.6.2.1 para la prueba Brinell o Rockwell C. La dureza debe estar en el rango 253-319 HB o 25-34 HRC.

S5 Marcado (estampado) del Producto.

S5.1 El grado y el símbolo de identificación del fabricante, deben ser marcados en uno de los extremos de los espárragos y en la cabeza de los tornillos de todos los tamaños. (Si el área disponible es inadecuada, el símbolo del grado debe ser marcado en un extremo y el símbolo de identificación del fabricante en el otro) Para tornillos menores a 6 mm (1/4 pulg.) de diámetro y espárragos menores a 10 mm (3/8 pulg. pulgada) de diámetro que requieran mas de 3 símbolos, el marcado debe ser acordado entre el comprador y el fabricante.

## 10 Responsabilidades

Será responsabilidad del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios darle seguimiento al proceso de actualización de esta Norma. La aplicación de esta Norma, es responsabilidad de todo el personal de Petróleos Mexicanos que solicite y compre para el mantenimiento, diseño y construcción, y audite la integridad mecánica de las instalaciones industriales.

## 11 CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS

Esta norma de referencia tiene como base las especificaciones ASTM A 193/A 193M, ASTM A 194/A 194M y ASTM A 320/ A 320M.

12 **BIBLIOGRAFIA:** Esta Norma se fundamenta y complementa con las referencias técnicas bibliográficas que se indican a continuación:

Ley Federal de Metrología y Normalización		
Reglamento de la Ley Federal de metrología y Normalización		
ASTM A 193/A 193M	Especificación de material para pernos de acero aleado y acero inoxidable para servicio de alta temperatura.	Specification for alloy steel and stainless steel bolting materials for high temperature service.
ASTM A 194/A 194M	Especificación de material para tuercas de acero aleado y al carbón para alta temperatura o presión.	Specification for carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure or high temperature.
ASTM A 320/A 320M	Especificación de material para pernos para servicio de	Specification for alloy steel bolting materials for



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y  
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  
DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  
PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  
TEMPERATURA**

No. de Documento  
**NRF-027-PEMEX -2001**  
Rev.: 0  
**PÁGINA 19 DE 32**

	baja temperatura.	low temperature service
ASTM A 370	Métodos de pruebas y definiciones para pruebas mecánicas de productos de acero.	Test methods & definitions for mechanical testing of steel products .
ASTM A 751	Métodos de pruebas, prácticas y terminología para análisis químicos de productos de acero.	Test methods, practices and terminology for chemical analysis of steel products .
ASTM A 788	Especificación para forjas de acero. Requisitos generales.	Specification for steel forgings general requirements
ASTM B 633	Especificación para recubrimiento de zinc electrodepositado en aceros y hierros	Especificación for electrodeposited coatings of zinc on iron and steel
ASTM B 766	Especificación de recubrimiento de Cadmio electrodepositado	Especificación for electrodeposited coatings os cadmi un.
ASTM E 18	Métodos de prueba para dureza Rockwell y dureza superficial de materiales metálicos	Test Methods for Rockwell hardness and Rockwell superficial hardness of metallic materials
ASTM E 21	Métodos para prueba de tracción a alta temperatura de materiales metálicos.	Test methods for elevated temperature tension tests of metallic materials
ASTM E 139	Métodos de prueba para determinar la deformación, ruptura y esfuerzo de ruptura de materiales metálicos	Test methods for conducting, creep, creep-rupture, and stress-rupture tests of metallic materials
ASTM E 150	Práctica para determinar por prueba de tracción la deformación y la ruptura bajo condiciones de calentamiento rápido y tiempo reducido.	Practice for conducting creep and creep-rupture tension tests of metallic materials under conditions of rapid heating and short times
ASTM E 151	Práctica para prueba de tracción a materiales metálicos a elevada temperatura, calentamiento rápido y deformación normal o rápida.	Practice for tension tests of metallic materials and elevated temperature with rapid heating and conventional or rapid strain rates
ASTM E 276	Especificación para barras y perfiles de acero inoxidable	Specification for stainless steel bars and shapes.
ASTM E 292	Práctica para realizar pruebas de tracción en muestras con entalla para determinar el tiempo de ruptura de materiales.	Practice for conducting time-for-rupture notch tension tests of materials.
ASTM E 381	Prueba de macro ataque, inspección y clasificación de productos de acero para barras, palanquillas, soleras y forjas.	Macroetch testing, inspection, and rating steel products, comprising bars, billets, blooms and forgings.
ASTM F 436	Especificación para arandelas de acero endurecido.	Specification for hardened steel washers
ASTM E 566	Práctica de electromagnetismo (corrientes de Eddy) para selección de materiales ferrosos.	Practice for electromagnetic (Eddy current) sorting of ferrous metals
ANSI B 1.1	Roscas para tornillos.	Screw threads
ANSI B 1.13M	Roscas para tornillos métricos.	Metric screw threads
ANSI B 18.2.1	Tornillos y pernos de cabeza hexagonal y cuadrada.	Square and hex bolts and screws
ANSI B 18.22.2	Arandelas planas	Plain washers.
ANSI B 18.3	Tornillos de cabeza de enchufe hexagonal o estriado	Hexagon socket and spline socket screws.

**13 ANEXOS**

**13.1 Tablas:**

- Tabla 1      Requerimientos Químicos**
- Tabla 2      Requerimientos Mecánicos**
- Tabla 3      Marcado de Aceros Ferríticos**
- Tabla 4      Marcado de Aceros Austeníticos**
- Tabla 5      Requerimientos Mecánicos**
- Tabla 6      Requerimientos de Absorción de Energía de Impacto**
- Tabla 7      Requerimientos Químicos**
- Tabla 8      Temperaturas de Prueba Recomendadas para Partes Almacenadas**
- Tabla 9      Variaciones permisibles en Dimensiones de Barras Roladas en Caliente**



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y  
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  
DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  
PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  
TEMPERATURA**

No. de Documento  
**NRF-027-PEMEX -2001**  
Rev.: 0  
**PÁGINA 20 DE 32**

**Tabla 1 Requerimientos Químicos (Composición, Porcentaje)**

(Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M)

Tipo		Aceros ferríticos				
Grado		B5		B6 y B6X		
Descripción		5% Cromo		12% Cromo		
		AISI Tipo 410				
	Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>		Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	
Carbón	0.10 min.	0.01 por debajo		0.15 máx	0.01 por arriba	
Manganeso, máx.	1.00	0.03 por arriba		1.00	0.03 por arriba	
Fósforo, máx	0.040	0.005 por arriba		0.040	0.005 por arriba	
Azufre, máx.	0.030	0.005 por arriba		0.030	0.005 por arriba	
Silicio	1.00 máx	0.05 por arriba		1.00 máx	0.05 por arriba	
Cromo	4.0-6.0	0.10		11.5-13.5	0.15	
Molibdeno	0.40-0.65	0.05		.....	.....	

Tipo		Aceros ferríticos				
Grado		B7,B7M		B16		
Descripción		Cromo-Molibdeno <sup>C</sup>		Cromo-Molibdeno-Vanadio		
	Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>		Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	
Carbón	0.37-0.49 <sup>D</sup>	0.02		0.36-0.47	0.02	
Manganeso, máx.	0.65-1.10	0.04		0.45-0.70	0.03	
Fósforo, máx.	0.035	0.005 por arriba		0.035	0.005 por arriba	
Azufre, máx.	0.040	0.005 por arriba		0.040	0.005 por arriba	
Silicio	0.15-0.35	0.02		0.15-0.35	0.02	
Cromo	0.75-1.20	0.05		0.80-1.15	0.05	
Molibdeno	0.15-0.25	0.02		0.50-0.65	0.03	
Vanadio	.....	.....		0.25-0.35	0.03	
Aluminio, máx % <sup>E</sup>	.....	.....		0.015	.....	

Tipo.....		Aceros Austeníticos, <sup>F</sup> Clases 1, 1A, 1D y 2						
Grado.....		B8, B8A		B8C, B8CA		B8M, B8MA, B8M2, B8M3		B8P, B8PA
Descripción..		AISI Tipo 304		AISI Tipo 347		AISI Tipo 316		AISI Tipo 305 con restricción de carbón
	Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>		Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>		Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>
Carbón, máx.	0.08	0.01 por arriba		0.08	1.01 por arriba		0.08	0.01 por arriba
Manganeso, máx.	2.00	0.04 por arriba		2.00	0.04 por arriba		2.00	0.04 por arriba
Fósforo, máx.	0.045	0.010 por arriba		0.045	0.010 por arriba		0.045	0.010 por arriba
Azufre, máx.	0.030	0.005 por arriba		0.030	0.005 por arriba		0.030	0.005 por arriba
Silicio, máx	1.00	0.05 por arriba		1.00	0.05 por arriba		1.00	0.05 por arriba
Cromo	18.0-20.0	0.20		17.0-19.0	0.20		16.0-18.0	0.20
Níquel	8.0-11.0	0.15		9.0-12.0	0.15		10.0-14.0	0.15
Molibdeno	.....	.....		.....	2.00-3.00		0.10	.....
Columbio + Tantalio	.....	.....		10 x Contenido, mínimo de carbón; 1.10 máx.	0.05 por debajo		.....	.....



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y  
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO  
DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE  
PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA  
TEMPERATURA**

**No. de Documento  
NRF-027-PEMEX -2001  
Rev.: 0  
PÁGINA 21 DE 32**

**Continuación Tabla 1**

Tipo..... Aceros Austeníticos, <sup>F</sup> Clases 1A, 1B, 1D y 2					
Grado..... B8N, B8NA		B8MN, B8MNA		B8MLCuN, B8MLCuNA	
Descripción.. AISI Tipo 304N		AISI Tipo 316N		Sin estabilizador, 20 Cromo, 18 Níquel 6 Molibdeno, con restricción de carbón	
	Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango
Carbón, máx.	0.08	0.01 por arriba	0.08	0.01 por arriba	0.020
Manganeso, máx.	2.00	0.04 por arriba	2.00	0.04 por arriba	1.00
Fósforo, máx.	0.045	0.010 por arriba	0.045	0.010 por arriba	0.030
Azufre, máx.	0.030	0.005 por arriba	0.030	0.005 por arriba	0.010
Silicio, máx.	1.00	0.05 por arriba	1.00	0.05 por arriba	0.80
Cromo	18.0-20.0	0.20	16.0-18.0	0.20	19.5-20.5
Níquel	8.0-11.0	0.15	10.0-13.0	0.15	17.5-18.5
Molibdeno	.....	.....	2.00-3.00	0.10	6.0-6.5
Nitrógeno	0.10-0.16	0.01	0.10-0.16	0.01	0.18-0.22
Cobre	.....	.....	.....	.....	0.50-1.00

Tipo..... Aceros Austeníticos, <sup>F</sup> Clases 1, 1A y 2		
Grado..... B8T, B8TA		
Descripción.. AISI Tipo 321		
	Rango	Variación del Producto, Por arriba o
Carbón, máx.	0.08	0.01 por arriba
Manganeso, máx.	2.00	0.04 por arriba
Fósforo, máx.	0.045	0.010 por arriba
Azufre, máx.	0.030	0.005 por arriba
Silicio, máx.	1.00	0.05 por arriba
Níquel	9.0-12.0	0.15
Cromo	17.0-19.0	0.20
Titanio	5 x (C+N) min, 0.70 max	0.05 por debajo

Tipo..... Aceros Austeníticos, <sup>F</sup> Clases 1C y 1D				
Grado..... B8R, B8RA		B8S, B8SA		
Descripción.. 22 Cromo-13 Níquel-5 Manganeso		18 Cromo-8 Níquel-4 Silicio + Nitrógeno		
	Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango	Variación del Producto, Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>
Carbón, máx.	0.06	0.01 por arriba	0.10	0.01 por arriba
Manganeso	4.0-6.0	0.05	7.0-9.0	0.06
Fósforo, máx.	0.045	0.005 por arriba	0.060	0.005 por arriba
Azufre, máx.	0.030	0.005 por arriba	0.030	0.005 por arriba
Silicio	1.00 máx	0.05 por arriba	3.5-4.5	0.15
Cromo	20.5-23.5	0.25	16.0-18.0	0.20
Níquel	11.5-13.5	0.15	8.0-9.0	0.10
Molibdeno	1.50-3.00	0.10	.....	.....
Nitrógeno	0.20-0.40	0.02	0.08-0.18	0.01
Columbio + Tantalio	0.10-0.30	0.05	.....	.....
Vanadio	0.10-0.30	0.02	.....	.....

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 22 DE 32</b>

**Continuación Tabla 1**

Tipo.....	Aceros Austeníticos, <sup>F</sup> Clases 1, 1A y 1D			
Grado.....	B8LN, B8LNA		B8MLN, B8MLNA	
Descripción..	AISI Tipo 304N con restricción de carbón		AISI Tipo 316N con restricción de carbón	
	Rango	Variación del Producto, <sup>B</sup> Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango	Variación del Producto, <sup>B</sup> Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>
Carbón, máx.	0.030	0.005 por arriba	0.030	0.005 por arriba
Manganeso	2.00	0.04 por arriba	2.00	0.04 por arriba
Fósforo, máx.	0.045	0.010 por arriba	0.045	0.010 por arriba
Azufre, máx.	0.030	0.005 por arriba	0.030	0.005 por arriba
Silicio	1.00	0.05 por arriba	1.00	0.05 por arriba
Cromo	18.0-20.0	0.20	16.0-18.0	0.20
Níquel	8.0-11.0	0.15	10.0-13.0	0.15
Molibdeno	.....	.....	2.00-3.00	0.10
Nitrógeno	0.10-0.16	0.01	0.10-0.16	0.01

<sup>A</sup> La adición intencional de Bi, Se, Te y Pb no está permitida

<sup>B</sup> Análisis del producto- algunas veces las determinaciones individuales varían con respecto a los límites de los rangos mostrados en las tablas. Las determinaciones múltiples de cualquier elemento individual en una colada no deben variar ni por arriba ni por debajo del rango especificado.

<sup>C</sup> La Composición típica del acero empleado para este grado incluye: 4140, 4142, 4145, 4140H, 4142H y 4145H.

<sup>D</sup> Para barras de 90 mm [3 1/2 pulgadas] y mayores, el contenido de carbón debe ser máximo de 0.50%. Para el grado B7M, es permitido un contenido mínimo de Carbón del 0.28%, siempre que los requerimientos de las propiedades de tensión sean alcanzados en la sección del tamaño involucrada; está permitido el uso de A ISI 4130 o 4130H.

<sup>E</sup> Total de soluble e insoluble.

<sup>F</sup> Las clases 1 y 1D deben ser tratadas con solución. Los productos de las clases 1, 1B y algunos Grados de la 1C (B8R y B8S) serán fabricados de material tratado por solución. Los productos de las Clases 1A (B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8NA y B8MNA) y algunos grados de la clase 1C (B9RA y B8SA) son tratados por solución en el acabado. Los productos de clase 2 son tratados por solución y estirados en frío.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 23 DE 32</b>

**Tabla 2 Requerimientos Mecánicos.**

(Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M)

Grado	Diámetro mm (pulg.)	Temperatura mínima de Revenido, °C (°F)	Resistencia Mínima a la Tensión MPa (ksi)	Resistencia Mínima a la Fluencia 0.2 % de balance MPa (ksi)	% mínimo de Elongación en 4 D	% mínimo de Reducción de área	Dureza Máxima	
<b>Aceros Ferríticos</b>								
B5	M100 (4") y mayores	593 (1100)	690 (100)	550 (80)	16	50	.....	
4 a 6 % cromo	B6	M100 (4") y mayores	593 (1100)	760 (100)	585 (85)	15	50	.....
13 % cromo	B6X	M100 (4") y mayores	593 (1100)	620 (90)	485 (70)	16	50	26 HRC
13 % cromo	B7	M64 (2.5") y menores	593 (1100)	860 (125)	720 (105)	16	50	321 HB o 35 HRC
cromo molibdeno		arriba de M64 (2.5") y hasta M100 (4")	593 (1100)	795 (115)	655 (95)	16	50	302 HB o 33 HRC
		arriba de M100 (4") y hasta M180 (7")	593 (1100)	690 (100)	515 (75)	18	50	277 HB o 29 HRC
B7M <sup>Δ</sup>	M64 (2.5") y menores	620 (1150)	690 (100)	550 (80)	18	50	235 HB o 99 HRB	
cromo molibdeno		M100 (4") y menores	620 (1150)	690 (100)	550 (80)	18	50	235 BHN o 99 R/B
		arriba de M100 (4") y hasta M180 (7")	620 (1150)	690 (100)	515 (75)	18	50	235 BHN o 99 R/B
B16	M64 (2.5") y menores	650 (1200)	860 (125)	725 (105)	18	50	321 HB o 35 HRC	
cromo molibdeno vanadio		arriba de M64 (2.5") y hasta M100 (4")	650 (1200)	760 (110)	655 (95)	17	45	302 HB o 33 HRC
		arriba de M100 (4") y hasta M180 (7")	650 (1200)	690 (100)	586 (85)	16	45	277 HB o 29 HRC

Grado, diámetro mm (pulg.)	Tratamiento Térmico	Resistencia Mínima a la Tensión MPa (ksi)	Resistencia Mínima a la Fluencia 0.2 % de balance MPa (ksi)	% mínimo de Elongación en 4 D	% mínimo de Reducción de área	Dureza Máxima
<b>Aceros Austeníticos</b>						
Clase 1 y 1D; B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos en condición final	515 (75)	205 (30)	30	50	223 HB <sup>c</sup> o 96 HRB
Clase 1: B8C, B8T, en todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos	515 (75)	205 (30)	30	50	233 HB <sup>c</sup> o 96 HRB
Clase 1A: B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA, B8MNA, B8MLCuNA, en todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos en la condición final	515 (75)	205 (30)	30	50	192 HB o 90 HRB

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 24 DE 32</b>

**Continuación Tabla 2.**

Grado, Diámetro mm (pulg.)	Tratamiento Térmico <sup>B</sup>	Resistencia Mínima a la Tensión Mpa (ksi)	Resistencia Mínima a la Fluencia 0.2 % de balance Mpa (ksi)	% mínimo de Elongación en 4 D	% mínimo de Reducción de área	Dureza Máxima
Aceros Austeníticos						
Clases 1B y 1D: B8N, B8MN y B8MLCuN en todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos	550 (80)	240 (35)	30	40	233 HB <sup>C</sup> o 96 HRC
Clases 1C y 1D: B8R, en todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos	690 (100)	380 (55)	35	55	271 HB o 28 HRC
Clase 1C : B8RA, en todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos en la condición final	690 (100)	380 (55)	35	55	271 HB o 28 HRC
Clases 1C y 1D: B8S, en todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos	655 (95)	345 (50)	35	55	271 HB o 28 HRC
Clases 1C : B8SA, en todos los diámetros	Tratamiento para solución de carburos en la condición final	655 (95)	345 (50)	35	55	271 HB o 28 HRC
Clase 2: B8, B8C, B8P, B8T y B8N <sup>D</sup> M20 (3/4") y menores	Tratamiento para solución de carburos y "estirado en fríos"	860 (125)	690 (100)	12	35	321 HB o 35 HRC
mayores a M20 (3/4") y hasta M24 (1") incluido		795 (115)	550 (80)	15	35	321 HB o 35 HRC
mayores a M24 (1") y hasta M30 (1 1/4") incluido		725 (105)	450 (65)	20	35	321 HB o 35 HRC
mayores a M30 (1 1/4") y hasta M36 (1 1/2") incluido		690 (100)	345 (50)	28	45	321 HB o 35 HRC

Grado, Diámetro mm (in)	Tratamiento Térmico <sup>B</sup>	Resistencia Mínima a la Tensión Mpa (ksi)	Resistencia Mínima a la Fluencia 0.2 % de balance Mpa (ksi)	% mínimo de Elongación en 4 D	% mínimo de Reducción de área	Dureza Máxima
Aceros Austeníticos						
Clases 2 y B8M, B8MN, B8MLCuN <sup>D</sup> , M20 (3/4") y menores	Tratamiento por solución de carburos y "estirado en fríos"	760 (110)	665 (96)	15	45	321 HB o 35 HRC
mayores a M20 (3/4") y hasta M24 (1") incluido		690 (100)	550 (80)	20	45	321 HB o 35 HRC
mayores a M24 (1") y hasta M30 (1 1/4") incluido		655 (95)	450 (65)	25	45	321 HB o 35 HRC
mayores a M30 (1 1/4") y hasta M36 (1 1/2") incluido		620 (90)	345 (50)	30	45	321 HB o 35 HRC
Clase 2B: B8, B8M2 <sup>D</sup> , M48 (2") y menores	Tratamiento por solución de carburos y "estirado en fríos"	655 (95)	515 (75)	25	40	321 HB o 35 HRC
mayores a M48 (2") y hasta M64 (2 1/2") incluido		620 (90)	450 (65)	30	40	321 HB o 35 HRC
mayores a M64 (2 1/2") y hasta M72 (3") incluido		550 (80)	380 (55)	30	40	321 HB o 35 HRC
Clase 2C: B8M3 <sup>D</sup> , M48 (2") y menores	Tratamiento por solución de carburos y "estirado en fríos"	585 (85)	450 (65)	30	60	321 HB o 35 HRC
mayores a M48 (2")		585 (85)	415 (60)	30	60	321 HB o 35 HRC

<sup>A</sup>.- Para cumplir con los requerimientos de "Tenacidad", la dureza Brinell debe estar por encima de 200 HB (93 HRB)

<sup>B</sup>.- Clase 1 es tratada por "solución". Clase 1A Es tratada por "solución" en el acondicionamiento final para darle resistencia a la corrosión. El tratamiento Térmico es crítico con motivo de las propiedades físicas requeridas. Clase 2 es tratada por solución y "estirado en fríos". Los

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y          BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 25 DE 32</b>

Aceros Austeníticos en el "endurecimiento" puede ser que no muestren propiedades uniformes a través de su sección transversal, particularmente en diámetros mayores a 20 mm (3/4")

C.- Para diámetros de 20 mm (3/4") y menores, la dureza máxima permitida es de 241 HB (100 HRB)

D.- Para diámetros de 38 mm (1 1/2") y superiores, las propiedades en el centro de la probeta pueden ser menores que las indicadas en los reportes de pruebas basadas en valores determinados a 1/2 radio.

**Tabla 3 Mercado de Aceros Ferríticos**

(Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 193/ A 193M)

<b>Grado</b>	<b>Marca</b>
B5	B5
B6	B6
B6X	B6X
B7	B7
B7M <sup>A</sup>	B7M BTM
B16	B16

A.- Ver 9.6.2.2 y .9.15

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y          BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 26 DE 32</b>

**Tabla 4 Marcado de Aceros Austeníticos<sup>A</sup>**

(Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM-A - 320/ A 320M)

<b>Clase</b>	<b>Grado</b>	<b>Marca</b>	<b>Clase</b>	<b>Grado</b>	<b>Marca</b>
Clase 1	B8	B8	Clase 1D	B8	B94
	B8C	B8C		B8M	B95
	B8M	B8M		B8P	B96
	B8P	B8P		B8LN	B97
	B8T	B8T		B8MLN	B98
	B8LN	B8F		B8N	B99
	B8MLN	B8G		B8MN	B100
Clase 1A	B8A	B8A	Clase 2	B8R	B101
	B8CA	B8B		B8S	B102
	B8MA	B8D		B8	B8
	B8PA	B8H		B8C	<u>B8C</u>
	B8TA	B8J		B8P	<u>B8P</u>
	B8LNA	B8L		B8T	<u>B8T</u>
	B8MLNA	B8K		B8N	<u>B8N</u>
Clase 1B	B8NA	B8V	B8M	B8M	
	B8MNA	B8W	B8MN	<u>B8Y</u>	
	B8MLCuNA	B9K	B8MLCuN	<u>B9J</u>	
	B8N	B8N	B8M2	<u>B9G</u>	
Clase 1C	B8MN	B8Y	B8	<u>B9</u>	
	B8MLCuN	B9J	Clase 2C	B8M3	<u>B9H</u>
	B8R	B9A			
B8RA	B9B				
	B8S	B9D			
	B8SA	B9F			

A.- Clases 1, 1A, 1B, 1C, 2, 2B y 2C, pueden ser marcados ya sea con el grado o la marca listada.  
 Clase 1D solo podrá ser marcado con la marca listada.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 27 DE 32</b>

**Tabla 5 Requerimientos Mecánicos**

(Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM -A- 320/ A 320M)

Clases y Grados, Diámetro, mm (pulg.)	Tratamiento Térmico	Esfuerzo a la Tensión, min., Mpa [ksi]	Esfuerzo a la Flexión, min., Mpa [ksi] (0.2 % balanceado)	Elongación en 50 mm o en 2 pulgadas, min., %	Reducción de Área, min., %	Dureza, máx
<b>Aceros Ferríticos</b>						
L7, L7A, L7B, L7C, L70, L71, L72, L73 65 (2 ½") y menores <sup>A</sup>	Templado y revenido	860	[125] 725 [105]	16	50	.....
L43 100 (4") y menores <sup>A</sup>	Templado y revenido	860	[125] 725 [105]	16	50	.....
L7M 65 (2 ½") y menores <sup>A</sup>	Templado y revenido 1150°F [620°C], min.	690	[100] 550 [80]	18	50	235 HB <sup>B</sup> o 99 HRB
L1 25 (1") y menores <sup>A</sup>	Templado y revenido	860	[125] 725 [105]	16	50	.....
<b>Aceros Austeníticos<sup>C</sup></b>						
Clase 1: B8, B8C, B8M, B8P, B8F, B8T, B8LN, B8MLN; Todos los diámetros	Tratamiento con solución de carburo	515	[75] 205 [30]	35	50	223 HB <sup>D</sup> o 96 HRB
Clase 1 <sup>A</sup> : B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8FA, B8TA, B8LNA, B8MLNA; Todos los diámetros	Tratamiento con solución de carburo en el acabado	515	[75] 205 [30]	35	50	192 HB o 90 HRB
Clase 2: B8, B8C, B8P, B8F, B8T : 20 (¾") y menores mayor a 20 (¾") y hasta 25 (1") incl mayor a 25 (1") y hasta 32 (1 ¼"), incl mayor a 32 (1 ¼") y hasta 40 (1 ½"), incl <sup>A</sup>	Tratamiento con solución de carburo y tenso endurecimiento	860 [125] 795 [115]	690 [100] 550 [80]	12 15	35 30	321 HB o 35 HRC 321 HB o 35 HRC
Clase 2: B8M : 20 (¾") y menores mayor a 20 (¾") y hasta 25 (1"), incl mayor a 25 (1") y hasta 32 (1 ¼"), incl mayor a 32 (1 ¼") y hasta 40 (1 ½"), incl <sup>A</sup>	Tratamiento con solución de carburo y tenso endurecimiento	760 [110] 690 [100]	655 [95] 550 [80]	15 20	45 45	321 HB o 35 HRC 321 HB o 35 HRC
		655 [95]	450 [65]	25	45	321 HB o 35 HRC
		620 [90]	345 [50]	30	45	321 HB o 35 HRC

<sup>A</sup> Estos límites máximos de diámetros se establecen en base a que estos son los tamaños más grandes existentes que cumplen con estos requerimientos. No se establecen con la intención que sean fronteras limitativas absolutas de los materiales para la fabricación de espárragos cubiertos por esta Norma.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y          BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 28 DE 32</b>

<sup>B</sup> Para cumplir con los requerimientos de esfuerzo a la tensión, la dureza Brinel I no deberá de ser menor a 200 HB o 93 HRB.

<sup>C</sup> Los productos Clase 1 son fabricados con material tratado por solución. Los productos Clase 1A reciben un tratamiento de acabado con solución para darles resistencia a la corrosión; el tratamiento térmico es crítico para mejorar estas propiedades físicas y alcanzar los requerimientos mecánicos. Los productos Clase 2 son fabricados con material tratado por solución, estos materiales han sido endurecidos a la "tensión". Los aceros austeníticos en la condición de tenso endurecimiento, pueden no mostrar uniformidad en sus propiedades a lo largo de su sección transversal, particularmente en tamaños mayores a 20 mm [3/4 de pulgada] de diámetro.

<sup>D</sup> Para diámetros de 20 mm [3/4 de pulgada] y menores, es permitida una dureza máxima de 241 HB (100 HBR)

**Tabla No 6: Requerimientos de Absorción de Energía de Impacto**  
 (Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM-A- 320/ A 320M)

Tamaño de la Probeta (mm)	Valor mínimo de impacto requerido para el promedio de cada grupo de tres Probetas, J [ft*lb <sup>f</sup> ]	Valor mínimo de impacto permitido para una sola Probeta de un grupo, J [ft*lb <sup>f</sup> ]
Todos los Grados Excepto L1 <sup>A</sup>		
10 por 10	27 [20]	20 [15]
10 por 7.5	22 [16]	16 [12]
Grado L1		
10 por 10	54 [40]	41 [30]
10 por 7.5	44 [32]	32 [24]
A Ver 9.6.1.4 para excepciones		

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 29 DE 32</b>

**Tabla 7 Requerimientos Químicos (composición, %) <sup>A</sup>**

Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM-A-320/ A: 320M)

Tipo	Acero Ferrítico											
	L7,L7M,L70	L7A,L71	L7B,L72	L7C,L73	L43	L1						
Símbolo de Identificación	Cromo-Molibdeno (AISI 4140, 4142 o 4145)		Carbón-Molibdeno (AISI 4037)		Cromo-Molibdeno (AISI 4137)		Níquel-Cromo-Molibdeno (AISI 8740)		Níquel-Cromo-Molibdeno (AISI 4340)		Bajo Carbón Boro	
Grado	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>
Carbón	0.38-0.48 <sup>C</sup>	0.02	0.35-0.40	0.02	0.35-0.40	0.2	0.38-0.43	0.02	0.38-0.43	0.02	0.17-0.24	0.01
Manganeso	.75-1.00	0.04	0.70-0.90	0.03	0.70-0.90	0.03	0.75-1.00	0.04	0.60-0.85	0.03	0.70-1.40	0.04
Fósforo, máx	0.035	0.005	0.035	0.005	0.035	0.005	0.035	0.005	0.035	0.005	0.035	0.005
Azufre, máx	0.04	por arriba 0.005	0.04	por arriba 0.005	0.04	por arriba 0.005	0.04	por arriba 0.005	0.04	por arriba 0.005	0.05	por arriba 0.005
Silicio	0.15-0.35	0.02	0.15-0.35	0.02	0.15-0.35	0.02	0.15-0.35	0.02	0.15-0.35	0.02	0.15-0.30	
Níquel	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.40-0.70	0.03	1.65-2.00	0.05	.....	.....
Cromo	0.80-1.10	0.05	.....	.....	0.80-1.10	0.05	0.40-0.60	0.03	0.70-0.90	0.03	.....	.....
Molibdeno	0.15-0.25	0.02	0.20-0.30	0.02	0.15-0.25	0.02	0.20-0.30	0.02	0.20-0.30	0.02	.....	.....
Boro	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.001-0.003	.....

Tipo	Acero austenítico. Clase 1. 1A y 2 <sup>D</sup>			
	B8,B8A		B8C,B8CA	
Símbolo de Identificación	Inestabilizado 18 Cromo- 8 Níquel (AISI Tipo 304)		Estabilizado 18 Cromo- 8 Níquel (AISI Tipo 347)	
Grado	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>
Carbón, máx	0.08	0.01 por arriba	0.08	0.01 por arriba
Manganeso, máx	2.00	0.04 por arriba	2.00	0.04 por arriba
Fósforo, máx	0.045	0.010 por arriba	0.045	0.010 por arriba
Azufre, máx	0.030	0.005 por arriba	0.030	0.005 por arriba
Silicio, máx	1.00	0.05 por arriba	1.00	0.05 por arriba
Níquel	8.0-10.5	0.15	9.0-13.0	0.15
Cromo	18.0-20	0.20	17.0-19.0	0.20
Columbio + Tantalio	.....		10 x carbón, contenido min.	0.05 por debajo

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> NRF-027-PEMEX-2001
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 30 DE 32</b>

**Continuación Tabla 7**

Tipo Acero Austenítico, Clase 1, 1A y 2 <sup>D</sup>										
Símbolo de Identificación	B8T,B8TA		B8P,B8PA		B8F,B8FA		B8M,B8MA			
Grado	Estabilizado 18 Cromo- 8 níquel (AISI tipo 321)		Inestabilizado 18 Cromo- 8 níquel (AISI tipo 305 con restricción de carbón)		Con adición de azufre (Tipo 303)		Con adición de selenio (Tipo 303 Sé)		18 Cromo- 10 Níquel 2-Molibdeno (AISI Tipo 316)	
	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>
Carbón, máx	0.08	0.01 arriba	0.08	0.01 arriba	0.15	0.01 arriba	0.15	0.01 arriba	0.08	0.01 arriba
Manganeso, máx	2.00	0.04 arriba	2.00	0.04 arriba	2.00	0.04 arriba	2.00	0.04 arriba	2.00	0.04 arriba
Fósforo, máx	0.05	0.010 arriba	0.05	0.010 arriba	0.20	0.010 arriba	0.20	0.010 arriba	0.045	0.010 arriba
Azufre	0.030, Máx	0.005 arriba	0.030, Máx	0.005 arriba	0.15, mín	0.020	0.06, máx	0.010 arriba	0.030, máx	0.005 arriba
Silicio, máx	1.00	0.05 arriba	1.00	0.05 arriba	1.00	0.05 arriba	1.00	0.05 arriba	1.00	0.05 arriba
Níquel	9.0-12.0	0.15	10.5-13.0	0.15	8.0-10.0	0.10	8.0-10.0	0.10	10.0-14.0	0.15
Cromo	17.0-19.0	0.20	17.0-19.0	0.20	17.0-19.0	0.20	17.0-19.0	0.20	16.0-18.0	0.20
Molibdeno	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2.00-3.00	0.10
Selenio	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.15-0.35	0.03 menor	.....	.....
Titanio	5 x contenido o mín de Carbón	0.05 menor	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tipo Acero austenítico, Clase 1, 1A y 2 <sup>D</sup>				
Símbolo de Identificación	B8LN,B8LNA		B8MLN,B8MLNA	
Grado	Inestabilizado 18 Cromo- 8 Níquel con nitrógeno (AISI Tipo 304N con restricción de Carbón)		Inestabilizado 18 Cromo- 10 Níquel-2 molibdeno con nitrógeno (AISI Tipo 316N con restricción de Carbón)	
	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>	Rango %	Variación del Producto Por arriba o Por debajo <sup>B</sup>
Carbón, máx	0.030	0.005 por arriba	0.030	0.005 por arriba
Manganeso, máx	2.00	0.04 por arriba	2.00	0.04 por arriba
Fósforo, máx	0.045	0.010 por arriba	0.045	0.010 por arriba
Azufre, máx	0.030	0.005 por arriba	0.030	0.005 por arriba
Silicio, máx	1.00	0.05 por arriba	1.00	0.05 por arriba
Níquel	8.0-10.5	0.15	10.0-14.0	0.15
Cromo	18.0-20	0.20	16.0-18.0	0.20
Molibdeno	.....	.....	2.00-3.00	0.10
Nitrógeno	0.10-0.16	0.01	0.10-0.16	0.01

<sup>A</sup>.- La adición intencional de Bi, Se, Te y Pb no está permitida, excepto para el Grado B8F, en el cual la adición de Selenio es requerida.

<sup>B</sup>.- Durante el análisis del producto, determinaciones individuales pueden salirse de los rangos establecidos en la tabla. Múltiples análisis de una colada no deben de sobrepasar los límites establecidos en las tablas.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE          PETRÓLEOS MEXICANOS Y          ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ACERO          DE ALEACIÓN Y ACERO INOXIDABLE          PARA SERVICIOS DE ALTA Y          BAJATEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-027-PEMEX-2001</b>
		<b>Rev.: 0</b> <b>PÁGINA 31 DE 32</b>

<sup>C</sup>.- Para el grado L7M, un contenido mínimo de 0.28% de carbón es permitido a fin de cumplir con las propiedades de tensión de la sección implicada, el uso de AISI 4130 o 4130H está permitido.

<sup>D</sup>.- Clase 1 están elaborados de material tratado por solución. Los productos de Clase 1A (B8A, B8CA, B8MA, B8PA Y B8TA) son tratados por solución durante el acabado. Los productos de Clase 2 son tratados por solución durante el proceso de tenso endurecimiento.

**Tabla 8: Temperaturas De Pruebas Recomendadas Para Las Partes Almacenadas**

Esta tabla aplica para los espárragos y tornillos fabricados con el código ASTM A 320/ A 320M

Grado	Temperatura de Prueba	
	° C	° F
L7M, L70, L71, L72 y L73	-73	-100
L7, L7A, L7B y L7C	-101	-150
L43	-101	-150
L1	-73	-100

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>ESPÁRRAGOS Y TORNILLOS DE ALEACIÓN DE ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA</b>	<b>No. de Documento NRF-027-PEMEX -2001</b>
		<b>Rev.: 0 PÁGINA 32 DE 32</b>

**Tabla 9 Variaciones Permisibles en Dimensiones de Barras Roladas en Caliente**

Diámetro Especificado mm (Pulg.)	Variaciones Permisibles Para Diámetros Especificados				Fuera De Circunferencia	
	Superior		Inferior		MM	Pulgadas
	Mm	Pulgadas	Mm	Pulgadas		
8 (5/16") e Inferiores	0.13	0.005	0.13	0.005	0.20	0.008
Mayor a 8 (5/16") hasta 11 (7/16")	0.15	0.006	0.15	0.006	0.23	0.009
Mayor a 11 (7/16") hasta 16 (5/8")	0.18	0.007	0.18	0.007	0.25	0.010
Mayor a 16 (5/8") hasta 22 (7/8")	0.20	0.008	0.20	0.008	0.30	0.012
Mayor a 22 (7/8") hasta 25 (1")	0.23	0.009	0.23	0.009	0.33	0.013
Mayor a 25 (1") hasta 29 (1 1/8")	0.25	0.010	0.25	0.010	0.38	0.015
Mayor a 29 (1 1/8") hasta 32 (1 1/4")	0.28	0.011	0.28	0.011	0.41	0.016
Mayor a 32 (1 1/4") hasta 35 (1 3/8")	0.30	0.012	0.30	0.012	0.46	0.018
Mayor a 35 (1 3/8") hasta 38 (1 1/2")	0.36	0.014	0.36	0.014	0.53	0.021
Mayor a 38 (1 1/2") hasta 50 (2")	0.40	1/64	0.40	1/64	0.58	0.023
Mayor a 50 (2") hasta 65 (2 1/2")	0.79	1/32	0	0	0.58	0.023