



**WL101**  
**Información de unión y de campo**  
**para**

**Tuberías**

**PE4710**

**PE3608**

**PE3408**

**PE2708**

**PE2406**

**de WL Plastics**

## AVISO

*Esta publicación está destinada únicamente a fines informativos, por lo que no debe utilizarse en lugar del criterio o recomendación de un ingeniero profesional y no pretende ser un manual de instalación. WL Plastics Corporation se ha esforzado por incluir información precisa y actualizada. Sin embargo, es posible que la información contenida en esta publicación sea incompleta, inaplicable u obsoleta. Debido a que las condiciones de uso están fuera de nuestro control y la información de esta publicación no constituye una garantía ni un aval para las instalaciones de tubería, esta información no puede garantizarse. El usuario de esta información asume todos los riesgos asociados con su uso. Esta publicación puede estar sujeta a cambios cada cierto tiempo sin aviso previo. Comuníquese con WL Plastics Corporation para verificar si usted tiene la edición más actualizada. Está permitida su reproducción sin modificaciones.*

## Índice

Descarga y manipulación de las tuberías .....	4
Descarga .....	4
Almacenamiento, desembalaje y manipulación de las tuberías en el lugar de trabajo .....	4
Peso de las tuberías .....	5
Subcongelamiento e inclemencias del tiempo .....	5
Curvado en el campo .....	5
Corte en el campo .....	5
Entornos peligrosos .....	6
Descarga electrostática .....	6
Excavación subterránea .....	6
Espacios confinados.....	6
Fusión, unión y compatibilidad.....	6
Capacitación y competencia sobre la fusión .....	6
Unión de tuberías WL Plastics con productos de otros fabricantes.....	7
Tubería impregnada con hidrocarburo líquido .....	7
Fusión a tope.....	8
Consideraciones generales .....	8
Restricciones de las uniones por fusión a tope .....	8
Compatibilidad de diámetro exterior .....	8
Compatibilidad de grosor de pared (DR) .....	8
Verificación de la calidad de la fusión: registro de datos y pruebas .....	8
Pruebas de evaluación de fusión: Evaluación no destructiva (NDE).....	10
Pruebas de evaluación de fusión: Pruebas mecánicas de campo y de laboratorio.....	10
Pautas acerca de las condiciones climáticas .....	10
Efectos del viento.....	10
Precipitaciones y contaminantes en el aire .....	11
Efectos de la temperatura.....	11
Preparación para la fusión a tope .....	12
Temperatura de calentamiento y presión de interfaz .....	12
Procedimiento de fusión a tope .....	13

Procedimientos de unión y de campo para tuberías	3
Paso 1: Limpie y luego fije los componentes en el equipo de fusión a tope	13
Paso 2: Rectifique los extremos de los componentes	13
Paso 3: Alinee los extremos de los componentes rectificadas	14
Paso 4: Funda los extremos de los componentes	14
Paso 5: Retire la herramienta de calentamiento, revise el fundido, haga la unión, ejerza y mantenga la fuerza de unión por fusión	15
Paso 6: Controle visualmente el cordón de la fusión y la apariencia de la unión	17
Índices aproximados de unión por fusión a tope	18
Eliminación de los cordones	18
Fusión de silleta (pared lateral), fusión de receptáculos y electrofusión	19
Soldadura por extrusión y aire caliente (gas caliente)	19
Roscas cónicas para tuberías	19
Conexiones mecánicas	19
Restricción de unión y bloques de empuje	20
Pruebas de presión	21
Pruebas de presión hidrostática para fugas	21
Prueba de presión neumática para fugas	21
Pruebas de régimen de presión de campo	21
Instalación	22
Reparación	22
Procedimientos de operación	22
Desinfección de las tuberías de agua potable	22
Compresión	22
Limpieza	22
Referencias	24

## DESCARGA Y MANIPULACIÓN DE LAS TUBERÍAS

### Descarga

Antes de descargar la tubería de WL Plastics del camión, el conductor debe darle al personal de descarga una copia de las *Pautas para la descarga de tuberías WL Plastics WL111* y el personal debe leerla. El conductor del camión recibe las *Pautas para la descarga de tuberías WL Plastics WL111* al aceptar la carga en la planta de fabricación y tiene instrucciones de dárselas al personal de descarga en el lugar de la descarga. También puede obtener las *Pautas para la descarga de tuberías WL Plastics WL111* en el sitio web de WL Plastics, [www.wlplastics.com](http://www.wlplastics.com) o contactándose con WL Plastics.

***El personal de descarga debe tener mucho cuidado al descargar los productos de tuberías de WL Plastics. Una descarga inadecuada puede provocar daños en el producto, otros daños materiales, lesiones e incluso la muerte. Para conocer las precauciones de seguridad sugeridas al descargar los productos de tuberías de WL Plastics, los clientes pueden leer las Pautas para la descarga de tuberías WL Plastics WL111.***

### Almacenamiento, desembalaje y manipulación de las tuberías en el lugar de trabajo

El área de almacenamiento de las tuberías en el lugar de trabajo debe tener una superficie nivelada y lisa, y debe ser lo suficientemente amplia como para permitir el movimiento seguro de las tuberías y del equipo de manipulación. En general, las tuberías deben almacenarse embaladas hasta que deban instalarse.

Una vez en el suelo nivelado, no apile los paquetes grandes por encima de la altura a la que estaban apilados en el camión. En el caso de un suelo menos nivelado, los paquetes grandes no deben apilarse sino apoyarse individualmente en el suelo.

Solo deben retirarse los flejes una vez que los paquetes grandes estén en el suelo.

Las tuberías enrolladas deben almacenarse embaladas sobre una superficie nivelada y lisa. No apile rollos a una altura superior a la del embalaje original. Los rollos individuales deben levantarse utilizando un equipo de elevación adecuado. La elevación suele realizarse introduciendo las horquillas acolchadas de una carretilla elevadora en el centro del rollo o levantando el rollo con eslingas de tela (no con cadenas ni cable de acero) que se enlazan a través del centro del rollo. Las horquillas pueden forrarse colocando encima de ellas secciones de tubería de plástico de la longitud de la horquilla.

Los rollos embalados sobre paletas deben sacarse uno por uno, desde arriba hacia abajo. Solo retire suficiente fleje para liberar el rollo superior y luego deslice el rollo por encima, para depositarlo sobre las horquillas de la carretilla. Las horquillas deben ser lo suficientemente largas para el diámetro completo del rollo y deben tener una separación tan amplia como resulte práctico. No empuje los rollos del silo al suelo.

***Tome medidas de seguridad para proteger a las personas contra lesiones antes de retirar los flejes de cada rollo; la tubería enrollada se desplegará con fuerza y repentinamente al quitar los flejes de sujeción. Se deben tomar medidas de seguridad como colocar el rollo en un equipo que lo aisle (jaulas), cortar los flejes desde adentro del rollo u otras. Si coloca rollos en un equipo de confinamiento, nunca coloque partes del cuerpo como manos, brazos, pies, piernas ni cabeza entre el rollo y el equipo de confinamiento.***

- Las personas que no participen de la manipulación de los productos de tubería WL Plastics deben mantenerse alejadas de las operaciones de manipulación.
- Cuando los productos de tubería y el equipo de manipulación están en movimiento, todas las personas que participan de la manipulación de los productos de tubería WL Plastics deben poder ver al resto de las personas en todo momento. *Si no puede ver a una de las personas a cargo de la manipulación, detenga el movimiento del equipo y de los productos de inmediato y localice a esa persona. No prosiga hasta que se hayan reportado todas las personas y estén a la vista.*
- Solo utilice equipos de elevación y manipulación adecuados, en condiciones de funcionamiento seguro, con una clasificación adecuada para la carga y diseñados para ese fin.
- No levante ni mueva productos WL Plastics con equipos con alambre o cadena que puedan dañar la tubería. Los equipos que entren en contacto con las tuberías deben ser eslingas de tela o deben tener puntas redondeadas o almohadillas para evitar daños a las tuberías.
- El movimiento descontrolado de productos o equipos puede ser peligroso. Nunca empuje, haga rodar, vuelque ni suelte tramos de tuberías, bultos ni rollos del camión, de equipos de manipulación ni en una fosa. Siempre utilice equipos adecuados para levantar, mover y bajar la tubería.

## Peso de las tuberías

La tubería de polietileno puede ser pesada, en particular en tamaños y longitudes mayores y en rollos grandes. La información de peso de los productos de tubería de polietileno de WL Plastics está disponible en las siguientes publicaciones: WL102A y WL102B, para obtener información acerca de la tubería tamaño IPS; WL104, para obtener información acerca de la tubería tamaño DIPS; WL130, para obtener información acerca de la tubería aprobada por FM; y WL108, para obtener información acerca de las cantidades de cargamentos y embalajes estándar de tuberías enrolladas y uniones de tuberías.

## Subcongelamiento e inclemencias del tiempo

En condiciones de subcongelamiento, los termoplásticos como el polietileno se vuelven más vulnerables al daño por impactos repentinos y más resistentes al curvado y al desenrollado. Todos los materiales, incluido el polietileno, pierden flexibilidad y son más sensibles al corte y al impacto en condiciones de congelamiento y subcongelamiento. En condiciones muy frías, será más difícil enderezar o doblar una tubería de polietileno. Al mover equipos de enderezamiento o redondeo, la velocidad de tracción debe reducirse a la mitad en condiciones climáticas frías.

Al cortar una tubería de polietileno con una sierra, el doblar la tubería para abrir el corte puede hacer que la tubería se fracture antes de finalizar el corte. Las tuberías de polietileno deben manipularse y colocarse adecuadamente donde sea necesario. En climas muy fríos, la caída de la tubería puede quebrarla, especialmente si cae en un terreno irregular o rocoso. En general, cuando una tubería se cae, primero impacta uno de sus extremos y luego el otro, lo que multiplica o incluso hace repetir el impacto. No deje caer la tubería ni la empuje de un remolque de manera que caiga en el suelo o en una zanja.

En temperaturas de subcongelamiento, el impacto repentino de la caída de la tubería, un golpe forzado, la caída de objetos pesados sobre la tubería o un aumento repentino extremo de la presión pueden romper la tubería. *Cuando se ejerce fuerza para doblar o desenrollar la tubería, la recuperación elástica por una liberación repentina accidental puede ser muy enérgica.*

Las tuberías congeladas deben descongelarse por calor. La temperatura de calentamiento no debe ser superior a los 48 °C (120 °F).

***No intente eliminar un tapón de hielo aumentando la presión; esto puede hacer que el tapón de hielo baje rápidamente por la tubería, se detenga abruptamente en una obstrucción como un empalme u otro accesorio y produzca un golpe de ariete que explote y fragmente la tubería. Los fragmentos que salen volando pueden causar lesiones o daño a la propiedad.***

El HDPE (polietileno de alta densidad) se contrae cuando se enfría. El diámetro y la longitud de la tubería se reducen a temperaturas bajas. (Las dimensiones y especificaciones de la tubería son para una tubería a 23 °C [73 °F] y son diferentes para una tubería a mayor o menor temperatura).

*Precaución: no se suba ni camine sobre la tubería. La tubería puede ser resbaladiza al estar seca, húmeda o cubierta con nieve.*

## Curvado en el campo

La tubería de HDPE puede doblarse en el campo para adaptarse y seguir curvas de zanja o contornos del terreno, aunque las curvas más estrechas pueden necesitar relleno de soporte. Para obtener información acerca del radio de curvado en el campo, consulte WL113 y la Calculadora PPI (<http://plasticpipe.org/publications/software-ppi-calculator.html>).

*Se requiere tener cuidado y tomar precauciones de seguridad para mantener el control sobre la tubería durante la instalación del curvado en el campo, para evitar la recuperación elástica hasta que la tubería esté sujeta en su configuración de curva de campo final.*

## Corte en el campo

Se puede cortar las tuberías de polietileno de WL Plastics utilizando diversas herramientas de corte manuales y eléctricas. Se puede cortar las tuberías de menor diámetro con cortadoras de tuberías de plástico y sierras manuales. Las cortadoras manuales de tuberías de hasta 2 pulgadas (50,8 mm) y menores suelen atravesar una cuchilla de guillotina a través de la tubería con un mecanismo de trinquete. Las sierras de dientes bastos dejan espacio para las virutas y pueden utilizarse para cualquier tamaño. Las cuchillas de dientes finos pueden acumular las virutas. También se puede utilizar herramientas manuales eléctricas como sierras recíprocas y sierras de cadena. **No utilice lubricante para barra y cadena si corta la tubería con una sierra de cadena. El lubricante para barra y cadena contamina la superficie de la tubería. Se debe eliminar la contaminación. Si no se elimina la contaminación, esta puede disminuir la calidad de la unión o pasarse al equipo de fusión y disminuir la calidad de las uniones subsiguientes.**

No se recomienda el uso de herramientas de corte eléctricas portátiles con disco abrasivo, ya que los discos abrasivos acumulan polietileno fundido y son susceptibles a los contragolpes. No se recomienda el uso de sierras circulares eléctricas portátiles porque las tuberías de polietileno pueden adherirse a la hoja de sierra y las sierras circulares son susceptibles a los contragolpes.

Los orificios para perforaciones o salidas de derivaciones pueden realizarse con brocas de taladrado estándar para corte de madera o metal, o con sierras circulares de perforación y herramientas de taladrado manuales o eléctricas portátiles. Las brocas de corte del tipo pala para madera no deben usarse con polietileno. Las sierras circulares de perforación para cortar tubería de polietileno tienen pocos dientes y espacio amplio para virutas; puede adquirirlas a través de proveedores de equipos de fusión.

Cualquier herramienta manual y eléctrica portátil debe utilizarse según las instrucciones del fabricante, incluidos todos los equipos de protección personal que correspondan.

## ENTORNOS PELIGROSOS

A veces, las tuberías de HDPE se instalan o se utilizan en entornos que pueden ser peligrosos. Tome precauciones de seguridad para evitar daños a la tubería y la propiedad, lesiones y la muerte.

### Descarga electrostática

Las tuberías de HDPE no son conductoras de electricidad. En condiciones secas de poca humedad pueden generarse cargas electrostáticas en la superficie de una tubería de HDPE expuesta. Evite manipular o utilizar una tubería de HDPE expuesta en un entorno donde haya gases inflamables o polvos explosivos. Si no puede evitar esto, tome medidas para disipar las cargas electrostáticas de la superficie de la tubería. **En un entorno de gas inflamable o polvo explosivo, una descarga electrostática puede provocar una explosión o un incendio.** Como medidas de disipación de electricidad estática puede humedecer la tubería expuesta hasta un punto con conexión a tierra (enterrado) con un líquido conductor, envolver la superficie mojada de la tubería con una tela (como arpillera) o con una lámina conductora, y volver a humedecer la superficie para mantener la conductividad de la superficie a tierra.

Los equipos y las herramientas que pueden entrar en contacto con la tubería cargada con estática deben estar conectados a tierra. *Siga las políticas de seguridad, los procedimientos y los requisitos regulatorios en lo que respecta al equipo de protección y vestimenta personal en conformidad con las políticas y normas de instalación u operación de la compañía.*

En general, los equipos eléctricos como las herramientas de fusión no son a prueba de explosiones. No manipule herramientas de fusión ni equipos eléctricos que no sean a prueba de explosiones en entornos con gas inflamable o polvo explosivo. **En un entorno de gas inflamable o polvo explosivo, una chispa de un equipo eléctrico puede provocar una explosión o un incendio.**

### Excavación subterránea

En suelos inestables, las paredes de la fosa pueden colapsar y poner en peligro la vida de las personas dentro de la fosa. Consulte a la autoridad regulatoria adecuada y cumpla con todos los requisitos de seguridad al excavar o hacer trabajos en una fosa. Puede ser necesario el uso de equipos y dispositivos de protección, como ademados, encofrados o cajas de entibación.

### Espacios confinados

En algunas aplicaciones de tuberías de HDPE, como la rehabilitación o el revestimiento, puede ser necesario el trabajo en espacios confinados como pozos de inspección. Pueden ser necesarias medidas de seguridad como el uso de equipos de respiración personal, equipos de descenso y elevación personal, equipos para probar las condiciones atmosféricas seguras en el pozo, equipos y vestimenta de protección personal, y la presencia de personal de seguridad ubicado en la parte superior del pozo de inspección, además de otras medidas. Cumpla con todos los requisitos para la protección y seguridad personal en espacios confinados especificados por las compañías de instalación y operación y las autoridades regulatorias.

## FUSIÓN, UNIÓN Y COMPATIBILIDAD

### Capacitación y competencia sobre la fusión

Las uniones por fusión en campo deben ser realizadas por personal capacitado según ASTM F2620 y este documento, de acuerdo con el estándar ASTM F3190 Calificación de operador de equipo de fusión. El personal experimentado debe demostrar que puede realizar uniones adecuadas siguiendo el procedimiento de unión y usando el equipo de unión. La competencia de esta tarea se demuestra (1) proporcionando una prueba escrita que especifique que la persona recibió en el último año una capacitación sobre el procedimiento y los equipos de fusión que fue adecuada para el tamaño de

tubería que se unirá y que también demuestre que las uniones que realizó en la capacitación fueron probadas y aprobadas; o (2) si la persona ha llevado a cabo uniones por fusión del tamaño adecuado en el último año y no le han rechazado más de 3 uniones durante ese período. En general, las pruebas de competencia incluyen una inspección visual y pruebas mecánicas destructivas, como pruebas de curvatura y tracción. La información de la inspección visual para fusiones a tope se presenta en la información de fusión a tope a continuación.

### **Unión de tuberías WL Plastics con productos de otros fabricantes**

La fusión utiliza calor controlado para fundir las superficies de componentes preparados de la tubería y luego une las superficies fundidas bajo presión controlada, lo que hace que las superficies fundidas se mezclen y se fusionen. Las uniones por fusión realizadas correctamente cumplirán o superarán los requisitos de tracción y presión de la tubería y no tendrán fugas. Los procedimientos de fusión se consideran calificados cuando se hacen y prueban uniones para comprobar el rendimiento a corto y largo plazo.

*Las uniones por fusión hechas correctamente no tienen fugas. Una fuga en una unión por fusión de una tubería de presión indica una unión defectuosa que se puede separar abruptamente. Si encuentra una fuga en una unión por fusión de una tubería de presión, aléjese de inmediato y despresurice la tubería. No vuelva a aplicar presión hasta haber reemplazado la unión defectuosa.*

La fusión requiere de un equipo especializado para cada procedimiento. Las personas a cargo de las uniones por fusión deben estar capacitadas y tener experiencia en el procedimiento calificado de unión y en la configuración, operación y mantenimiento de los equipos.

- Los productos de tubería de polietileno de WL Plastics se unen entre sí o con otros productos por medio de fusión térmica, siguiendo los procedimientos calificados de fusión a tope o fusión de silleta. Las tuberías de polietileno de WL Plastics están hechas de compuestos de polietileno con designaciones de material como PE4710, PE3608, PE3408, PE2708 y PE2406.
- La información relativa a los procedimientos de fusión a tope incluida en esta publicación es coherente con los procedimientos genéricos de fusión a tope ASTM F2620 y PPI TR-33 para unir productos de polietileno compatibles de diferentes compuestos y fabricantes, y se basa en ellos. Al hacer uniones con productos de otros fabricantes, siempre verifique que los procedimientos genéricos de fusión a tope ASTM F 2620 y PPI TR-33 sean adecuados para el uso con esos productos de otros fabricantes.
- Al unir una tubería WL Plastics con productos de fusión de silletas de otros fabricantes, se deben seguir los procedimientos de fusión de silletas recomendados por el fabricante de los accesorios de fusión de silletas.
- Al unir productos de tubería WL Plastics mediante fusión de receptáculos (socket), empalmes de electrofusión o accesorios de silleta, se deben seguir los procedimientos de fusión de receptáculos o electrofusión especificados por el fabricante del accesorio.

***AVISO sobre la electrofusión: para lograr una unión por electrofusión satisfactoria es necesario seguir estrictamente las instrucciones de unión del fabricante del accesorio de electrofusión. Si no sigue todas las instrucciones y los procedimientos de unión especificados por el fabricante del accesorio de electrofusión, el resultado puede ser una unión insatisfactoria que tenga fugas o que falle. Consulte la publicación WL124.***

- En el caso de unir productos de tubería WL Plastics con dispositivos mecánicos, deben usarse los componentes del fabricante del dispositivo de unión mecánica y seguirse sus procedimientos.

### **Tubería impregnada con hidrocarburo líquido**

Las concentraciones altas (de más de 2 %) de hidrocarburos líquidos como el petróleo crudo, gasolina, queroseno, diesel, condensados de gas natural y otros similares que pasan por la tubería o se encuentran en el terreno aledaño pueden permear a través de la pared de la tubería e impregnarla. Pueden generarse uniones débiles, poco seguras, cuando se utiliza fusión térmica para unir tuberías de poliolefina que están impregnadas de hidrocarburos líquidos.

En el campo, la impregnación de hidrocarburo líquido se detecta por una superficie con burbujas o marcas cuando se retira la herramienta de calentamiento durante la unión por fusión. En algunos casos puede detectarse por el olor a hidrocarburo líquido proveniente de la tubería o del terreno aledaño o por el agrandamiento del diámetro exterior de la tubería.

La investigación señala que las uniones por fusión realizadas en tuberías que han sufrido impregnación de hidrocarburo líquido pueden ser poco seguras y de baja resistencia.

Cuando se detecta la presencia de burbujas o marcas en la superficie fundida durante la fusión o en los cordones de fusión después de la fusión, la unión debe considerarse poco confiable. Este tipo de uniones no deben ponerse en funcionamiento. *Si se detecta una impregnación de hidrocarburo líquido, se debe realizar la unión por medio de un*

método mecánico aprobado.

## FUSIÓN A TOPE

### Consideraciones generales

La fusión a tope une accesorios y tuberías de polietileno de extremo liso de un extremo a otro sin empalmes, anexos ni otros materiales. La unión de fusión a tope requiere de equipos de fusión a tope que sostengan los componentes en la alineación correcta y los acerque y aleje el uno del otro durante la preparación, el calentamiento y la unión. El equipo incluye herramientas para rectificar (cepillar) y calentar los extremos de los componentes. En el caso de tuberías pequeñas, el equipo de fusión a tope se opera generalmente de forma manual; para tuberías grandes, se opera hidráulicamente. El equipo es compatible con tuberías de diversos tamaños y debe configurarse para el tamaño mediante el ajuste de las pinzas de sujeción de la tubería y la determinación de la temperatura de la herramienta de calentamiento y, en el caso del equipo hidráulico, la determinación de la presión de unión por fusión. Según el equipo, puede ser necesario otro tipo de configuración.

- El equipo de fusión a tope debe configurarse, usarse y mantenerse según las instrucciones del fabricante del equipo. La configuración, el uso o el mantenimiento inadecuados del equipo de fusión pueden producir uniones defectuosas.

Se necesitarán otros equipos como soportes de tubería y otros equipos adecuados para la manipulación de la tubería y los accesorios.

### Restricciones de las uniones por fusión a tope

Las fusiones a tope normalmente requieren que los extremos de las tuberías y de los otros componentes que se unen como accesorios, adaptadores de brida, adaptadores MJ, etc., tengan (1) el mismo diámetro exterior y (2) paredes de grosor comparable.

#### Compatibilidad de diámetro exterior

- Se utilizan diversos sistemas de tamaño controlado de diámetro exterior para los componentes de tuberías de polietileno. Estos son el tamaño de tubería de hierro (iron pipe size, IPS), el tamaño de tubería de hierro dúctil (ductile iron pipe size, DIPS), el diámetro exterior de hierro dúctil (ductile iron outside diameter, DIOD), el tamaño de tubo de cobre (copper tubing size, CTS), el diámetro exterior en pulgadas o el diámetro exterior en milímetros, según corresponda. Para la unión por fusión a tope, los extremos de los componentes que se unen deben tener la misma medida de diámetro exterior y el mismo sistema. Por ejemplo, ambas tuberías deben tener el mismo diámetro IPS o el mismo diámetro DIPS. Los diferentes sistemas de tamaño de diámetro exterior no son compatibles. Por ejemplo, no se puede fusionar a tope una tubería IPS y otra DIPS. Las tuberías de diámetro interior controlado (SIDR) se unen utilizando accesorios mecánicos que se insertan y no son adecuadas para la unión por fusión a tope. Consulte la publicación **WL116** para obtener información acerca de los estándares de tuberías de polietileno correspondientes.

#### Compatibilidad de grosor de pared (DR)

- La relación de dimensión (dimension ratio, DR) del extremo del componente DR inferior no debe ser inferior a 0,79 veces la DR del extremo del componente DR superior. Para determinar si puede unir componentes con diferentes DR, multiplique la DR superior por 0,79. Si la DR inferior es igual a esta cifra o mayor, puede unir los componentes, como en este procedimiento de ejemplo.

*EJEMPLO: ¿Cuál es la DR mínima a la que puede unirse una DR 19?*

*$DR\ 19 \times 0,79 = DR\ 15$ ; por lo tanto, la unión es aceptable de tubería a tubería o de tubería a accesorio, en el caso de que los extremos que se unan tengan una DR de 15 a 19.*

- Si existe una diferencia de DR muy amplia, la unión debe realizarse por medio de una boquilla de transición, un acoplamiento mecánico, acoplamiento por electrofusión o con bridas. La boquilla de transición es un trozo pequeño de tubería en el que uno de los extremos tiene la DR inferior y el otro se rectifica para corresponder con la DR superior.

### Verificación de la calidad de la fusión: registro de datos y pruebas

Las máquinas hidráulicas de fusión a tope deben estar equipadas con tecnología de registro de datos para controlar y registrar el tiempo, la temperatura y la presión durante la fusión. Los registros de datos tomados en la fusión de campo que se comparan favorablemente con los registros de datos tomados en ensayos destructivos de fusión pueden indicar la calidad de la fusión en el campo.

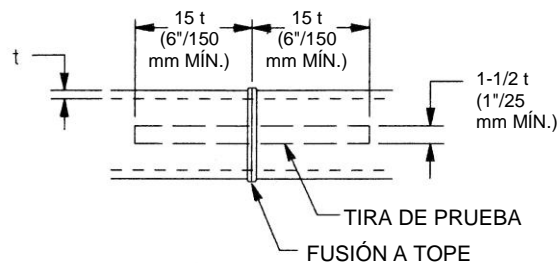
La calidad de la fusión puede evaluarse preparando una fusión de ensayo y realizando pruebas destructivas. Estas pruebas pueden realizarse ya sea en el lugar en el campo o en el laboratorio. Para las pruebas de campo hay dos opciones: la prueba de tira doblada ASTM F2620, que se puede utilizar en tuberías con un grosor de pared menor de 1",



o la prueba de doblado lateral guiado ASTM F3183, que se puede realizar en tuberías con un grosor de pared mayor de 1". Para la evaluación en laboratorio pueden utilizarse tanto la prueba de tracción ASTM D638 como la prueba de impacto de tracción ASTM F2634 de las muestras cortadas de la fusión, a fin de determinar la calidad de la fusión. Antes de las pruebas, las muestras deben acondicionarse completamente a una temperatura de 23 °C/73 °F.

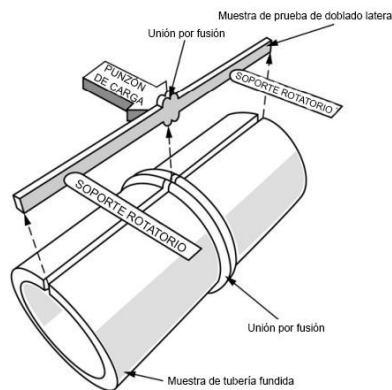
La prueba ASTM F2620 incluye una prueba de doblado para tuberías con una pared de 1 pulgada (25 mm) de grosor o menor. Las fusiones a tope pueden evaluarse cortando tiras de una fusión de prueba y haciendo una prueba de doblado ASTM F2620. Consulte la Figura 1. Debe examinar visualmente el corte que atraviesa la fusión. No debe tener vacíos ni zonas sin unir en el plano de fusión. Las muestras de tiras se doblan una vez con el diámetro exterior o interior de la tubería hacia el interior del doblado, de manera que los extremos de la tira entren en contacto. La zona de fusión no debe desunirse.

**Figura 1: Muestra de prueba de doblado de fusión a tope para tubería con una pared de grosor (t) de 1 pulgada (25 mm) o menos**



La prueba de doblado lateral guiado ASTM F3183 es un doblado lateral de tres puntos realizado en una muestra transversal cortada de una unión de fusión a tope. Vea la Figura 2. Esta prueba de campo se realiza en tuberías con un grosor de pared de 1 pulgada (25 mm) o más. WL Plastics recomienda utilizar una relación "R/T" entre el radio del punzón de carga "R" y el grosor "T" de 2,0 o más para muestras con una deformación máxima del 20 %. El ángulo de doblado no debe exceder de 90°. Estos valores se pueden encontrar en ASTM F3183, en la Tabla X3.1. La mayoría de las máquinas de prueba de doblado lateral de tres puntos adquiridas o alquiladas incluyen un punzón de carga de 1 pulgada de diámetro. Eso requiere un grosor de muestra de 0,25" para lograr una relación R/T de 2,0. Según el tipo de cepilladora utilizada, puede ser difícil alcanzar un grosor uniforme de 0,25" en toda la muestra cuando se prepara en el campo. Si ese es el caso, WL Plastics recomienda usar una muestra de 0,50" de grosor, que requerirá un punzón de carga de 2 pulgadas de diámetro para mantener la relación R/T en 2,0. Las muestras de prueba deben acondicionarse completamente a 23 °C/73 °F antes de realizar la prueba. No se permiten roturas ni desgarros en la zona de fusión.

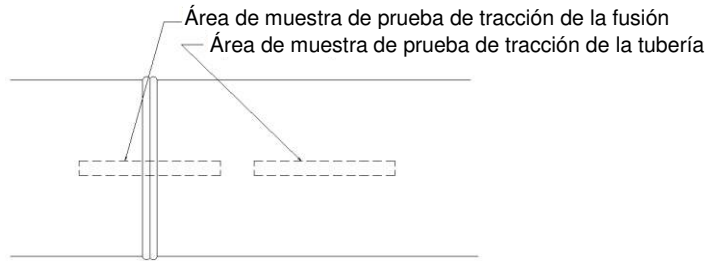
**Figura 2 Muestra de doblado lateral**



Las pruebas de tracción ASTM D638 se pueden realizar con muestras de barras de tracción ASTM (preferentemente Tipo III o IV), maquinadas por cortes longitudinales de cada cuadrante de una fusión de prueba, con la fusión en el centro del área reducida de la muestra de barra de tracción. Consulte la figura 3. Los lados del área reducida de la muestra de barra de tracción deben estar lisos y sin muescas, cortes, irregularidades en la superficie ni ninguna marca de maquinado que no sea paralela a la dirección de la tracción. Puede ser necesario lijar con una lija muy fina (00), con movimientos

paralelos a la dirección de la tracción. Si se reduce el grosor de la pared, el área fusionada de la muestra de tracción debe tomarse del medio de la pared de la tubería. Después de la preparación de la muestra, prepare las muestras de prueba mediante inmersión en aire circulante con temperatura controlada durante al menos 4 horas o en agua circulante con temperatura controlada durante al menos una hora. Haga la prueba a 23 °C (73 °F) y con un índice de separación de 50 mm/min (2 pulgadas/min). Se debe demostrar la ductilidad de las muestras por deformación permanente y reducción visible de la sección. ASTM F2634 es una prueba de impacto de tracción de muestras tomadas de fusiones a tope.

**Figura 3: Muestra de prueba de tracción de fusión a tope**



### Pruebas de evaluación de fusión: Evaluación no destructiva (NDE)

Al momento de la redacción de esta publicación, se adjudican la capacidad de inspección de la calidad de las uniones por fusión diversos métodos no patentados de evaluación no destructiva (non-destructive evaluation, NDE), como ultrasónico y por rayos X, y otros métodos de evaluación no destructiva (non-destructive evaluation, NDE) patentados como el de difracción del tiempo de recorrido (time of flight diffraction, TOFD), sistema en fase (phased array, PA) y técnica de microondas (Evisive). Sin embargo, a pesar de que las diversas técnicas de evaluación no destructiva se vienen investigando desde hace más de 40 años, ninguna ha comprobado su funcionamiento como indicador confiable de la calidad de la unión por fusión de HDPE. La investigación continúa, pero actualmente WL Plastics no recomienda estos métodos de evaluación no destructiva no comprobados como indicadores de la calidad de fusión, ya que la prueba de confiabilidad independiente a cargo de colegas no existe. Hasta el momento, la única técnica de inspección por evaluación no destructiva confiable es la inspección visual del cordón de fusión a tope.

### Pruebas de evaluación de fusión: Pruebas mecánicas de campo y de laboratorio

Se recomienda utilizar pruebas que cumplan con los estándares ASTM para evaluar la calidad de la unión por fusión. Se ha confirmado y desarrollado por colegas que los procedimientos de las pruebas publicadas en conformidad con la ASTM dan resultados confiables y reproducibles. Pruebas y técnicas para otros materiales o que están en desarrollo no han sido comprobadas y son experimentales; y además, pueden ser muy exigentes o poco efectivas, y no son indicadores confiables de la calidad de la fusión. Se recomienda el uso de pruebas publicadas por una organización de desarrollo de estándares certificada por la ANSI, como la ASTM.

- Las pruebas para soldaduras de metal, como el doblado de una tira o cupón en una prensa de banco, el doblado repetido en uno y otro sentido o el martilleo de muestras dobladas o no dobladas, no son indicadores confiables de la calidad de una fusión a tope.
- A pesar de que existen equipos comerciales disponibles, las pruebas de tracción en campo constituyen una tecnología experimental no comprobada, por lo que no se consideran indicadores confiables de calidad de una unión por fusión.

**AVISO:** el uso de equipos y técnicas experimentales no comprobadas para las pruebas de fusión se realiza por cuenta y riesgo exclusivos del usuario.

### Pautas acerca de las condiciones climáticas

Algunas condiciones climáticas, el viento y la temperatura pueden afectar la operación o el desempeño de los equipos o introducir contaminantes que pueden comprometer la calidad de la unión cuando se realiza una fusión a tope. Puede ser necesario modificar los procedimientos de unión para tener en cuenta los efectos del viento, el clima o la temperatura. Las tuberías y los accesorios de polietileno se expanden y se contraen con los cambios de temperatura. Si el cierre de la pinza de tubería de la máquina de fusión a tope es limitado, puede ser necesario usar cuñas de material elastomérico para fijar una tubería muy fría y evitar el resbalamiento. En el caso de máquinas de cuatro pinzas, solo se deben usar cuñas en las pinzas exteriores.

#### Efectos del viento

La *Escala Beaufort de intensidad del viento* puede ser una pauta útil para determinar el efecto de la intensidad del viento en las operaciones de fusión.

- Debe utilizar un rompevientos o un refugio cuando la intensidad del viento en el lugar de trabajo sea superior a la categoría Brisa suave ("gentle breeze").
- Quizá deba suspender la fusión si la intensidad está por encima de la categoría Brisa fuerte ("strong breeze").

**Figura 4: Escala Beaufort de intensidad del viento**

Beaufort*	Km por hora promedio	Nudos	Alrededores
0 Calmado		0 - 1	El humo asciende verticalmente y el mar refleja como espejo.
1 Aire ligero	1,9 - 4,8	1 - 3	El humo se mueve ligeramente con la brisa y muestra la dirección del viento.
2 Brisa ligera	6,0 - 12,1	4 - 6	Se puede sentir la brisa en la cara y escuchar las hojas agitarse.
3 Brisa suave	12,9 - 20,1	7 - 10	El humo se mueve horizontalmente y las ramas pequeñas empiezan a balancearse. El viento ondea una bandera ligera.
4 Moderado	20,9 - 29,9	11 - 16	El polvo o arena sueltos en el suelo se mueven y las ramas más grandes se agitan; las hojas sueltas de papel vuelan.
5 Brisa fresca	31,1 - 40,2	17 - 21	Se forman ondas en la superficie del agua y los árboles pequeños se balancean.
6 Brisa fuerte	41,0 - 49,9	22 - 27	Los árboles empiezan a doblarse con la fuerza del viento y se produce un silbido en los cables telefónicos. Salpica un poco el agua del mar.
7 Viento moderado	51,5 - 61,1	28 - 33	Los árboles grandes se balancean. Salpicaduras moderadas del agua del mar.
8 Viento fresco	62,8 - 74,0	34 - 40	Se rompen ramas pequeñas en los árboles y aparecen largas formaciones de espuma en el océano.
9 Viento fuerte	75,6 - 88,5	41 - 47	Se rompen ramas en los árboles.
10 Temporal	90,1 - 103,0	48 - 55	Los árboles son arrancados del suelo y el mar adopta una apariencia blanquecina.
11 Tormenta	104,6 - 119,1	56 - 63	Daños generalizados.
12 Huracán	121 +	64 +	Daños estructurales en tierra y oleaje de tormenta en el mar.

La exposición de la placa de calentamiento de fusión o de partes de ella a un viento de intensidad alta puede hacer que la temperatura varíe en la superficie de la placa de calentamiento y producir un calentamiento irregular en el extremo de la tubería. Un viento de intensidad alta puede enfriar prematuramente los extremos fundidos de la tubería que están expuestos durante la extracción de la placa de calentamiento o puede desparramar contaminantes como polvo, tierra y otra suciedad sobre los extremos fundidos de la tubería. El calentamiento irregular, el enfriamiento prematuro y la contaminación pueden comprometer la calidad de la unión por fusión. Puede necesitar refugios o cortinas laterales los días con mucho viento, incluso los días de viento cálido, para protegerse del enfriamiento por efecto del viento.

El viento puede ingresar por los extremos expuestos de la tubería, pasar a través del orificio de la tubería y enfriar las superficies del calentador y el extremo fundido de la tubería, o depositar contaminación en la unión. Para evitar que corra aire a través del orificio de la tubería, puede ser necesario colocar tapones o cubiertas a los extremos abiertos de la tubería.

#### Precipitaciones y contaminantes en el aire

Las operaciones de unión por fusión deben estar protegidas de precipitaciones como la lluvia, nieve, aguanieve, granizo y de agentes contaminantes en el aire como polvo, tierra, arena y otras partículas. En caso de precipitación leve, será suficiente un toldo. Cuando la precipitación es más intensa, se recomienda utilizar un refugio completamente cerrado. Se suele producir contaminación en el aire cuando hay vientos de intensidad moderada. Debe suspender las operaciones de fusión si no puede protegerlas de una precipitación, una precipitación con viento o de agentes contaminantes en el aire.

#### Efectos de la temperatura

- **Temperaturas cercanas a 32 °C (90 °F) y mayores: se recomienda un toldo para sombra encima de donde se realice la fusión para evitar el calor excesivo generado por la luz solar. Se recomienda el uso de guantes para la manipulación de los equipos y de la tubería.**

- **Temperaturas entre 13 °C y 32 °C (55 °F y 90 °F):** normalmente no se requiere ninguna precaución especial para este rango de temperaturas. Si el día está soleado, una tubería de color negro puede tener una temperatura mucho mayor que la temperatura ambiente. Se recomienda el uso de guantes para la manipulación de la tubería.
- **Temperaturas entre 0 °C y 13 °C (32 °F y 55 °F):** en climas más fríos, el primer cordón fundido tardará más en desarrollarse completamente alrededor de los extremos de las tuberías ya que la tubería se encuentra a una temperatura más baja.

**NUNCA AUMENTE LA PRESIÓN DURANTE EL CALENTAMIENTO PARA COMPENSAR LA TEMPERATURA BAJA DE LA TUBERÍA.** Deje pasar más tiempo para que se desarrolle el primer cordón fundido.

En climas más fríos, tomará más tiempo para que el cordón fundido se expanda y llegue al tamaño adecuado porque la tubería tiene una temperatura más baja. La temperatura de la superficie de la placa de calentamiento debe encontrarse dentro del rango especificado de 204 a 232 °C (400 a 450 °F), independientemente de la temperatura ambiente o de la temperatura de la tubería.

**NUNCA AUMENTE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DE LA PLACA DE CALENTAMIENTO PORQUE LA TUBERÍA ESTÉ FRÍA.**

- **Temperaturas entre 0 °C (32 °F) y menores:** se pueden necesitar aceites de motor o fluidos hidráulicos para temperaturas bajas, y quizá deba calentar el equipo antes de usarlo. Los generadores portátiles eléctricos a gasolina o diésel deben operarse fuera de cualquier recinto de protección. En condiciones de congelamiento o casi congelamiento, la fusión debe realizarse dentro de un recinto cerrado. En condiciones de subcongelamiento (entre -20 °C [-4 °F] y menores), debe disponer de un recinto completamente cerrado con calefacción auxiliar. Debe calentar los extremos de las tuberías con una manta de calentamiento o con dispositivos de aire caliente para aumentar la temperatura de la tubería. Los dispositivos de calentamiento no deben superar los 49 °C (120 °F). Las mantas de calentamiento deben envolverse completamente alrededor del extremo de la tubería para un calentamiento uniforme. Los dispositivos de calentamiento con aire tibio deben colocarse de manera tal que calienten uniformemente toda la circunferencia del extremo de la tubería. Otro método alternativo para calentar una tubería consiste en colocar con pinzas los extremos de las tuberías en la máquina de fusión a tope, instalar la placa de calentamiento, colocar los extremos de las tuberías a una distancia de 6 a 12 mm ( $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  pulgada) de la cara de la placa del calentador y dejar que los extremos de las tuberías se calienten durante medio minuto a un minuto y medio. Los diámetros grandes y las paredes con mayor grosor deben recibir calor durante más tiempo.

## **NUNCA CALIENTE LA TUBERÍA DE HDPE CON UNA LLAMA ABIERTA DIRECTA.**

### **Preparación para la fusión a tope**

Temperatura de calentamiento y presión de interfaz

- **Temperatura de la superficie de la herramienta de calentamiento: 204-232 °C (400-450 °F)**

La temperatura de la superficie de la herramienta de calentamiento es la temperatura de las superficies que entran en contacto con los extremos del componente. Todas las áreas de contacto de la superficie de la herramienta de calentamiento deben encontrarse dentro del rango de temperatura de 204-232 °C (400-450 °F). La temperatura de la superficie de la herramienta de calentamiento se verifica con un pirómetro o con un termómetro infrarrojo (se recomienda la calibración periódica del pirómetro y del termómetro). En general, las herramientas de calentamiento disponen de un termómetro que lee la temperatura interna, que suele ser superior a la temperatura de la superficie. Controle el termómetro para asegurarse de que la temperatura de la herramienta de calentamiento sea constante durante la operación. Una desviación en la lectura del termómetro puede indicar un fallo en el funcionamiento de la herramienta de calentamiento o pérdida de energía.

Las superficies de la herramienta de calentamiento que entran en contacto con los extremos de la tubería tienen un revestimiento o recubrimiento antiadhesivo. El revestimiento o recubrimiento antiadhesivo debe estar limpio y en buen estado para una fusión adecuada. La contaminación como residuos de plástico de fusiones anteriores puede quitarse con palos de madera o trapos limpios, sin tratamiento, secos, sin pelusa y no sintéticos. Nunca utilice accesorios metálicos o abrasivos para limpiar las superficies de la herramienta de calentamiento, ya que estos accesorios dañarán el revestimiento o recubrimiento antiadhesivo. Debe eliminar cualquier material quemado o carbonizado siguiendo las instrucciones del fabricante del equipo. Nunca coloque químicos en las superficies de la herramienta de calentamiento. La superficie antiadhesiva puede absorber determinados químicos y estos se pueden transferir a los extremos de las tuberías durante la fusión y contaminar la unión.

- **Presión de la interfaz de la máquina de fusión hidráulica: 60-90 psi (4,1-6,2 bar)**

**La presión de la interfaz se utiliza para calcular los ajustes del equipo de fusión hidráulico; no es el ajuste de la máquina de unión por fusión.** En el caso de las máquinas hidráulicas de fusión a tope, normalmente se determina el

ajuste de presión de fuerza de unión para una presión de la interfaz de 60-90 psi (4,1-6,2 bar) y el diámetro y la DR de la tubería. Se pueden agregar al ajuste de la presión de unión las presiones de fricción interna de la máquina y de resistencia de la tubería. Siga las instrucciones del fabricante del equipo para calcular y configurar la presión de unión para un equipo hidráulico de fusión a tope. En general, los fabricantes de equipos de fusión a tope incluyen un nomograma, una regla de cálculo o un programa de computadora para calcular el valor de la presión de la fuerza de unión según el tamaño y la DR de las tuberías que se unirán. Se ingresa la presión de la interfaz, el diámetro y la DR de la tubería (o accesorio) para calcular el ajuste del regulador de presión de la fusión de la máquina de fusión a tope.

### Procedimiento de fusión a tope

- Antes de comenzar con el procedimiento, asegúrese de que los generadores portátiles estén llenos de combustible y de que las superficies de la herramienta de calentamiento se encuentren a la temperatura indicada.

Estos son los pasos para la unión por fusión a tope:

1. Limpie los extremos de los componentes y fije los componentes en el equipo de fusión a tope (consulte Corte en el campo, p. 5);
2. Rectifique (cepille) los extremos de los componentes.
3. Alinee los extremos de los componentes rectificadas.
4. Funda los extremos de los componentes y compruebe que se fundieron correctamente.
5. Una los extremos fundidos de los componentes; aplique y mantenga presión de unión durante el enfriamiento.
6. Revise la unión completada.

Paso 1: Limpie y luego fije los componentes en el equipo de fusión a tope

Limpie el interior y el exterior de los componentes (tubería o accesorio) con un trapo limpio, sin tratamiento, seco y sin pelusa. En el lugar donde se deben sujetar los extremos de la tubería con pinzas para colocarlos en la máquina de fusión, las superficies del diámetro exterior de la tubería deben estar limpias, secas y sin ningún material extraño como hielo, nieve, escarcha, agua, tierra o cualquier otro tipo de agente contaminante. Las superficies interiores de las tuberías a 300 mm (12 pulgadas) de los extremos de la tubería deben estar limpias, secas y sin material extraño como hielo, nieve, escarcha, agua, tierra o cualquier otro tipo de agente contaminante. (Si hay contaminación de grasa o aceite en el extremo del componente, córtelo o no utilice el componente. No utilice lubricante de cadenas en sierras de cadena).

Alinee los componentes limpios con las pinzas de la máquina y luego sujete bien los componentes con las pinzas en la máquina. Es necesario que los extremos de los componentes se extiendan más allá de las pinzas para su rectificado y unión. Una los extremos sujetos con las pinzas y aplique fuerza de unión para asegurarse de que los componentes no se deslicen de las pinzas. Deje de hacer presión de unión.

- ***Nunca fuerce los extremos de las tuberías para que se alineen si las pinzas del equipo de fusión a tope están abiertas. La tubería puede soltarse de la pinza abierta y causar lesiones o la muerte. Siempre alinee la tubería a las pinzas, coloque la tubería en las pinzas y luego fíjela con las pinzas al equipo.***
- La tubería enrollada suele estar un poco ovalada por haber sido enrollada. La ovalidad se puede minimizar o eliminar haciendo pasar la tubería enrollada a través de un equipo de enderezamiento y redondeo que está disponible para la venta (Para la ASTM D 2513 es necesario que el instalador enderece y redondee la tubería). Si la tubería previamente enrollada no se endereza ni redondea, debe colocarla en las pinzas de la máquina de fusión a tope de manera tal que la parte ancha ovalada quede en posición vertical. Luego, debe ajustar las pinzas para que redondeen la tubería en la unión. Puede ser más fácil fijar las tuberías enrolladas en el equipo de fusión a tope si los rollos se colocan formando una curva en "S" a través de la máquina de fusión a tope; es decir, con la tubería en un extremo de la unión con la curva hacia la izquierda (o derecha) y la tubería en el otro extremo con la curva hacia la dirección opuesta, hacia la derecha (o izquierda).
- En el caso de las tuberías más pesadas, será necesario uno o varios soportes bajo la tubería y a cierta distancia de la máquina de fusión, de manera que las tuberías se alineen de manera recta entre sí en la unión por fusión. La falta de soporte puede dar como resultado una alineación angular errónea en la unión por fusión y provocar una fuerza de unión irregular cuando se unen los extremos fundidos de las tuberías.

Paso 2: Rectifique los extremos de los componentes

Los extremos de las tuberías se rectifican (cepillan) para formar superficies de unión limpias y paralelas para el calentamiento y la unión. El equipo de fusión a tope incluye una herramienta de rectificado que se coloca entre los extremos de los componentes. La herramienta de rectificado tiene cuchillas giratorias en ambos lados que cepillan el material simultáneamente en ambos extremos de los componentes.

Aleje los extremos de los componentes el uno del otro, coloque la herramienta de rectificado entre los extremos, actívela y acerque los extremos de los componentes a la herramienta de rectificado. Rectifique los extremos de los componentes hasta que salgan virutas de manera continua de ambos extremos y la distancia entre los extremos de los componentes sea el espacio especificado por el fabricante del equipo. Una vez terminado el rectificado, deje de acercar los extremos de los componentes a la herramienta de rectificado y apáguela cuando ya no salgan virutas. Separe los extremos de los componentes y retire la herramienta de rectificado.

Con un trapo limpio, sin tratamiento, seco y sin pelusa, retire las astillas y virutas de los extremos de los componentes por dentro y por fuera y de la zona del equipo entre los extremos de los componentes.

*Nunca toque ni limpie los extremos de los componentes rectificadas con las manos (ya sea con o sin guantes), ni con ningún tipo de trapo o toalla. Esto puede producir contaminación.*

### Paso 3: Alinee los extremos de los componentes rectificadas

Después de haber retirado la viruta, acerque los extremos de los componentes y, si es necesario, ajuste los extremos de los componentes de manera tal que las partes superiores estén alineadas. Siempre ajuste el lado superior al lado inferior apretando la pinza del lado superior. Nunca afloje la pinza inferior porque los componentes pueden deslizarse durante la unión.

Si hace un ajuste de altura, vuelva a instalar la herramienta de rectificado, rectifique brevemente los extremos de los componentes y elimine las virutas con un trapo limpio, sin tratamiento, seco y sin pelusa.

### Paso 4: Funda los extremos de los componentes

Revise la herramienta de calentamiento para asegurarse de que las superficies de la herramienta de calentamiento estén limpias y a la temperatura indicada de 204-232 °C (400-450 °F).

*Las superficies calientes de la herramienta de calentamiento y los extremos fundidos de los componentes pueden causar quemaduras. Se recomienda usar guantes de protección y vestimenta de protección adecuados contra el calor.*

La fusión de los extremos del componente tiene dos partes, la formación del cordón y el calentamiento. Instale la herramienta de calentamiento caliente y limpia entre los extremos de los componentes y acerque los extremos de los componentes entre sí y contra las superficies de la herramienta de calentamiento. La formación del cordón es el contacto inicial breve con fuerza moderada que garantiza el contacto completo entre los extremos de los componentes y las superficies de la herramienta de calentamiento. La formación del cordón termina cuando aparece una indicación LEVE de fundido alrededor de ambos extremos de los componentes. Inmediatamente se sigue con el calentamiento. Reduzca la fuerza a cero pero mantenga el contacto entre los extremos del componente y las superficies de la herramienta de calentamiento. **DESPUÉS DE LA FORMACIÓN DEL CORDÓN, NO FUERCE LOS EXTREMOS DE LOS COMPONENTES CONTRA LAS SUPERFICIES DE LA HERRAMIENTA DE CALENTAMIENTO.**

A medida que los extremos de los componentes se calientan y se funden, se formarán cordones de material fundido que se expandirán contra la superficie de la herramienta de calentamiento alrededor de los extremos de los componentes. No debe haber fuerza de contacto entre la herramienta de calentamiento y el componente hasta que se forme el tamaño mínimo del cordón de fusión según la Tabla 2. Para tamaños de 14" IPS y superiores, mantenga el baño de calentamiento durante un mínimo de 4,5 minutos por cada pulgada (25,4 mm) de grosor de la pared de la tubería.

Tiempo de calentamiento mínimo sin fuerza de contacto para tuberías de 14" IPS y mayores, en minutos = pared mínima x 4,5

EJEMPLO: ¿Cuál es el tiempo mínimo de calentamiento sin fuerza de contacto para una tubería IPS de 14 pulgadas y DR 11?

En la publicación WL102, el grosor de pared mínimo para una tubería IPS de 14 pulgadas y DR 11 es de 1,273 pulgadas.  $1,273 \times 4,5 = 5,7$  minutos

**Tabla 1: Tiempo de calentamiento mínimo sin fuerza de contacto para tuberías WL Plastics aprobadas por FM, minutos**

Tamaño IPS	Clase 150	Clase 200	Clase 267
4	NA	NA	NA
6	NA	NA	NA
8	NA	NA	NA
10	NA	NA	NA
12	NA	NA	NA
14	5,7	7,4	9,5

16	6,5	8,5	10,9
18	7,3	9,5	12,3
20	8,1	10,6	13,6
22	9,0	11,7	15,0
24	9,8	12,7	16,4
26	10,6	13,8	
28	11,4	14,8	
30	12,2	15,9	
32	13,0		
34	13,9		
36	14,7		

Siga calentando los extremos de los componentes sin fuerza de contacto hasta lograr el tamaño mínimo de cordón fundido, según lo determina la Tabla 2, contra la cara del calentador. El tamaño del cordón fundido puede medirse utilizando tramos cortos de espigas de madera del tamaño adecuado.

Para tuberías de 14" IPS y mayores, el baño de calentamiento termina al cumplirse DOS CRITERIOS: el tiempo de calentamiento mínimo ha alcanzado o sobrepasado 4,5 minutos por pulgada de pared de la tubería Y se ha alcanzado el tamaño mínimo del cordón fundido según la Tabla 2.

**Tabla 2: Tamaño del cordón fundido**

<i>Tamaño de tubería, pulgadas (mm)</i>	<i>Tamaño mínimo de cordón fundido, pulgada (mm)</i>
< 2,37 (60)	1/32 (1)
> 2,37 (60) < 3,5 (89)	1/16 (1,5)
> 3,5 (8,9) < 8,62 (219)	3/16 (5)
> 8,62 (219) < 12,75 (324)	¼ (6)
> 12,75 (324) < 24 (610)	3/8 (10)
> 24 (610) < 36 (900)	7/16 (11)
> 36 (900) < 54 (1372)	9/16 (14)

- No fuerce nunca los extremos de los componentes contra las superficies de la herramienta de calentamiento durante el calentamiento. La fuerza durante el calentamiento puede detectarse si los cordones fundidos forman un espiral que se aleja de las superficies de la herramienta de calentamiento o si llegan al tamaño mínimo de cordón fundido especificado en la Tabla 1 antes de cumplir el tiempo de calentamiento mínimo.
- En el caso del equipo hidráulico de fusión a tope, es muy importante la secuencia del funcionamiento de la válvula de control para el movimiento del carro y para el control de la presión. Una "secuencia de desplazamiento" incorrecta puede ejercer fuerza durante el calentamiento y producir una unión débil y poco segura. Para evitar ejercer fuerza durante el calentamiento, opere las válvulas de control hidráulico según las instrucciones del fabricante del equipo.
- Al unir componentes que tengan paredes de espesor diferentes, el tiempo de calentamiento mínimo y el tamaño del cordón fundido se determinan por medio del componente con la pared más gruesa (DR inferior). El tamaño del cordón fundido del componente con la pared más delgada (DR superior) puede ser mayor.

Paso 5: Retire la herramienta de calentamiento, revise el fundido, haga la unión, ejerza y mantenga la fuerza de unión por fusión

Una vez transcurrido el tiempo de calentamiento indicado por el tamaño correcto del cordón fundido alrededor de ambos extremos de los componentes, **separe los extremos de los componentes de manera rápida, suave y continua. Luego, retire la herramienta de calentamiento, revise las superficies fundidas, una las superficies fundidas aceptables y ejerza la fuerza de unión por fusión.** El tiempo máximo permitido para el Paso 5 se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3: Tiempo máximo para el Paso 5**

<i>Grosor de la pared de la tubería, pulgadas (mm)</i>	<i>Máx. Tiempo, segundos</i>
0,20 a 0,36 (5 a 9)	8
>0,36 a 0,55 (9 a 14)	10
>0,55 a 1,18 (14 a 30)	15

>1,18 a 2,5 (30 a 64)	20
>2,5 a 4,5 (64 a 114)	25

Una vez que se retiró la herramienta de calentamiento, revise **rápidamente** los extremos de ambos componentes para comprobar que las superficies fundidas sean aceptables.

- Una superficie fundida aceptable debe ser plana, lisa y estar completamente fundida. **No se permite áreas no fundidas. No continúe.** Deje que el componente fundido termine de enfriarse y vuelva a hacer la unión desde el comienzo (Paso 1) siguiendo bien el procedimiento.
- **No se permite una superficie fundida cóncava (en forma de copa). No continúe.** Esto quiere decir que se ejerció presión durante el calentamiento y la unión puede ser débil y poco segura. Deje que el componente fundido termine de enfriarse y vuelva a hacer la unión desde el comienzo siguiendo bien el procedimiento.
- **No se permite una superficie fundida con burbujas o marcas. No continúe.** Esto quiere decir que existe contaminación de hidrocarburo líquido en la pared de la tubería y la unión puede ser débil o poco segura. Deje enfriar los extremos fundidos de los componentes, ajústelos en la máquina de fusión a tope y repase la superficie para eliminar los cordones fundidos fríos. Para unir componentes de tubería contaminados con hidrocarburo líquido, utilice un dispositivo de conexión mecánica diseñado para unir componentes de tubería de polietileno.

*Superficies fundidas aceptables.* Una rápidamente los extremos de los componentes fundidos aceptables y ejerza fuerza de unión por fusión. (Si excede el tiempo para el Paso 5 en la Tabla 3, puede hacer que los extremos de los componentes fundidos se enfríen y produzcan una unión débil y poco segura). (En climas fríos, puede ser necesario utilizar líquido hidráulico para temperaturas bajas en las máquinas hidráulicas).

**Se requiere la fuerza de unión por fusión correcta para rodar los cordones fundidos sobre las superficies del diámetro exterior de los componentes de manera exacta, ni más ni menos. Debe mantener la fuerza de unión por fusión constante mientras la unión se enfría y se solidifica.**

- *Al unir componentes con paredes de grosor diferente, se obtiene una fuerza de unión por fusión correcta cuando el cordón fundido del componente con la pared más delgada (DR superior) se desliza sobre la superficie del diámetro exterior del componente; el cordón fundido del componente con la pared más gruesa (DR inferior) puede que no se deslice completamente por encima de la superficie del diámetro exterior del componente.*

El equipo manual puede incluir una llave de ajuste dinamométrica para controlar la fuerza de unión por fusión. El valor correcto de la llave de ajuste dinamométrica se obtiene cuando los cordones fundidos se deslizan sobre las superficies del diámetro exterior de los componentes.

En el caso de equipos hidráulicos de fusión a tope, el ajuste de presión de la fuerza de unión inicial se calcula con la presión de la interfaz, el tamaño de la tubería y su DR, y las instrucciones del fabricante del equipo. Observe cómo se desliza el cordón fundido cuando los extremos de los componentes se unen y se ejerce la fuerza de unión. El ajuste de presión de la fuerza de unión puede ser adecuado de la siguiente manera:

- Si el deslizamiento del cordón fundido está incompleto, aumente la fuerza de unión por fusión (ajuste de presión) para lograr que el cordón fundido se deslice sobre la superficie del diámetro exterior.
- Si la fuerza de unión por fusión (ajuste de presión) es muy alta, los cordones fundidos se deslizarán sobre la superficie del diámetro exterior y seguirán cayendo por la superficie, lo que producirá **un cordón fundido con la parte superior plana que indica una unión potencialmente débil y poco segura.** Deje enfriar la unión, corte a través de ella y repita el procedimiento de unión con una fuerza de unión por fusión (ajuste de presión) menor según el valor correcto.

**Mantenga la fuerza de unión por fusión durante el enfriamiento.** Si afloja la fuerza de unión por fusión mientras los materiales de la unión aún están derretidos, se pueden desarrollar huecos en la unión y producir una unión débil y poco segura.

El tiempo de enfriamiento bajo la fuerza de unión por fusión varía según el tamaño de la tubería y el grosor de la pared. Las tuberías más gruesas y más grandes demoran más tiempo en enfriarse. Durante el enfriamiento, mantenga la fuerza de fusión contra los extremos de los componentes de la tubería durante al menos 11 minutos por pulgada (25,4 mm) de la pared de la tubería. En el caso de las temperaturas ambiente de 38 °C (100 °F) y más, es posible que se necesite un mayor tiempo de enfriamiento. Puede utilizar la siguiente ecuación para determinar el tiempo de enfriamiento mínimo bajo fuerza de unión para una tubería WL Plastics. Consulte las publicaciones WL102A y WL102B para obtener las medidas de las tuberías IPS. Consulte la publicación WL104 para obtener las medidas de las tuberías DIPS. Consulte la figura 4 para el tiempo de enfriamiento de la tubería aprobado por FM.



Tiempo de enfriamiento mínimo bajo fuerza de unión, minutos = pared mín. x 11

EJEMPLO: ¿Cuál es el tiempo de enfriamiento mínimo bajo fuerza de unión para una tubería IPS de 14 pulgadas y DR 11?

En la publicación WL102B, el grosor de pared mínimo para una tubería IPS de 14 pulgadas y DR 11 es de 1,273 pulgadas.  $1,273 \times 11 = 14$  minutos

**Tabla 3: Tiempo de enfriamiento mínimo bajo fuerza de unión para tuberías WL Plastics aprobadas por FM, minutos**

<i>Tamaño IPS</i>	<i>Clase 150</i>	<i>Clase 200</i>	<i>Clase 267</i>
4	4,5	5,8	7,5
6	6,6	8,6	11,0
8	8,6	11,2	14,4
10	10,7	13,9	17,9
12	12,7	16,5	21,2
14	14,0	18,1	23,3
16	15,9	20,7	26,7
18	17,9	23,3	30,0
20	19,9	25,9	33,3
22	21,9	28,5	36,6
24	23,9	31,1	40,0
26	25,9	33,7	
28	27,9	36,3	
30	29,9	38,9	
32	31,9		
34	33,9		
36	35,9		

- No coloque agua ni trapos húmedos en la unión, ya que puede dar como resultado una unión débil o poco segura.  
(Se acepta un sistema de procedimiento de fusión por aire frío controlado por un equipo, que cumpla con las pruebas de calificación en conformidad con ASTM F2620, PPI TR-33 y los requisitos de calificación de procedimientos de fusión en los Códigos como el 49 CFR, Parte 192 si el propietario u operador del sistema lo aprueba. El propietario u operador del sistema puede necesitar documentación del proveedor de servicio de la unión por fusión, como una prueba de calificación del procedimiento de fusión, una prueba de competencia del operador y otro tipo de información. WL Plastics no califica, certifica, prueba, respalda ni aprueba procedimientos, equipos, personal ni servicios brindados por terceros).
- Al retirarse del equipo de fusión a tope, se requiere de un tiempo de enfriamiento adicional sin alteraciones, antes de jalar, manipular bruscamente o instalar los componentes.

Paso 6: Controle visualmente el cordón de la fusión y la apariencia de la unión

Una unión por fusión a tope realizada correctamente tiene cordones fundidos enfriados con las siguientes características:

- Se deslizaron sobre la superficie del diámetro exterior de los componentes.
- Tienen un tamaño y forma uniformes alrededor de toda la unión.

Los cordones fundidos del PE4710 serán ligeramente más altos y estrechos que los del PE3608 o PE2708, los cuales suelen ser ligeramente más bajos y anchos. Esto es normal. Si la tubería de PE4710 se une a una tubería de PE3608 o PE2708, puede notar la diferencia en la forma de los cordones. El tamaño y la forma de los cordones deben ser compatibles con el material de la tubería.

- Redondeadas en la parte superior.
- El ancho combinado de los cordones debe ser aproximadamente el doble de la altura por encima de la superficie del diámetro exterior del componente.
- La ranura en "V" entre los cordones no debe ser más profunda que la mitad de la altura del cordón por encima de la superficie del diámetro exterior de los componentes.

**Localización y resolución de problemas:** las uniones por fusión a tope hechas incorrectamente pueden ser débiles y poco confiables, por lo que no deben ponerse en funcionamiento. Corte la unión realizada incorrectamente y vuelva a realizar la fusión a tope desde el comienzo, siguiendo el procedimiento correcto.

A continuación, una lista no exhaustiva de indicaciones y posibles causas de un procedimiento de fusión a tope incorrecto que podría dar como resultado una unión débil y poco confiable:

- *Los cordones fundidos no se deslizaron sobre la superficie del diámetro exterior:* si la ranura en "V" no es profunda, se ejerció una fuerza de unión insuficiente; si la ranura en "V" es profunda, el calor fue insuficiente y se ejerció una fuerza de unión excesiva.
- *Cordones de tamaño o forma irregulares alrededor de la unión:* desajuste (angular o vertical); herramienta de calentamiento defectuosa (puntos fríos); equipo de fusión a tope desgastado (permite que los componentes se desalineen); rectificado incompleto o herramienta de rectificado defectuosa (cuchillas sin filo o dañadas); el componente se deslizó en las pinzas; soporte inadecuado de la tubería, especialmente en el caso de las tuberías grandes.
- *Cordones con la parte superior plana:* se calentó durante mucho tiempo o se ejerció demasiada fuerza de unión.
- *Cordones con borde exterior cuadrado:* se ejerció presión durante el calentamiento.
- *Cordones muy grandes o muy pequeños:* se calentó durante mucho tiempo (si son muy grandes); el calentamiento o la fuerza de unión fueron inadecuados (si son muy pequeños).
- *Ranura en "V" entre los cordones demasiado profunda:* presión durante el calentamiento; calentamiento insuficiente o fuerza de unión excesiva.
- *Cordones con marcas o burbujas:* contaminación de hidrocarburo líquido.

### Índices aproximados de unión por fusión a tope

Los índices reales de unión en el lugar de trabajo varían según el tamaño de la tubería y el espesor de la pared (DR), las condiciones del lugar de trabajo, la graduación del producto, el estado del equipo, la cantidad y la experiencia de miembros del personal y el equipo de manipulación; no incluyen el tiempo de preparación del equipo, las uniones de empalmes de una tubería a otra ni la fusión a tope en la fosa, que requieren mayor tiempo.

**Tabla 5: Índices aproximados de unión en el campo, fusión a tope**

<i>Tamaño nominal de tubería, pulgadas</i>	<i>Fusiones por día, aprox.</i>
≤ 10	15 – 40
10 – 18	10 – 24
18 – 24	6 – 16
24 – 36	5 – 15
36 – 48	4 – 10
54	3 – 8

### Eliminación de los cordones

La fusión a tope genera cordones fundidos en el interior y en el exterior de la tubería. En el caso de las aplicaciones en tuberías de presión, los cordones interiores tienen efectos insignificantes en el flujo. Los efectos de los cordones interiores se incluyen en los factores de resistencia de flujo recomendados para las tuberías de polietileno de WL Plastics que se utilizan con fórmulas de ingeniería como Hazen-Williams, Manning, Moody, Colebrook, Darcy-Weisback, Mueller, etc. Consulte la calculadora PPI (<http://plasticpipe.org/publications/software-ppi-calculator.html>). Generalmente, los cordones exteriores se eliminan en el caso de las instalaciones en que la tubería debe encajar perfectamente dentro de una tubería matriz o de revestimiento.

- *Las uniones por fusión deben haberse enfriado por completo antes de eliminar los cordones.* De lo contrario, se puede producir una canaleta o una muesca en la fusión que podría generar un fallo prematuro en la unión.
- *La eliminación de los cordones nunca debe extenderse hasta la superficie de la tubería ni debajo de esta.* Los cortes en la superficie de la tubería pueden producir fallos prematuros en la unión.
- Antes de eliminar los cordones exteriores, debe comprobar que las uniones tengan la forma y el tamaño correctos.

- La eliminación de los cordones interiores puede prolongar el tiempo de unión e instalación.

## **FUSIÓN DE SILLETA (PARED LATERAL), FUSIÓN DE RECEPTÁCULOS Y ELECTROFUSIÓN**

Las tuberías de polietileno de WL Plastics pueden unirse a accesorios de fusión de silleta, fusión de receptáculos y electrofusión. Solicite los procedimientos de unión de fusión de silleta, fusión de receptáculos y electrofusión al fabricante de los accesorios. Utilice los accesorios, los equipos de herramientas y los procedimientos especificados por el fabricante del accesorio. Consulte las publicaciones ASTM F2620, ASTM F1290 y WL124.

***AVISO sobre los accesorios de acoplamiento, silleta y restricciones de electrofusión: para lograr una unión por electrofusión satisfactoria es necesario seguir estrictamente las instrucciones de unión del fabricante del accesorio de electrofusión. Si no sigue todas las instrucciones y los procedimientos de unión especificados por el fabricante del accesorio de electrofusión, el resultado puede ser una unión insatisfactoria que tenga fugas o que falle.***

Los accesorios de acoplamiento, silleta y restricciones de electrofusión tienen elementos eléctricos de calentamiento incrustados en cada extremo del acoplamiento o en la base de la restricción o la silleta. (Las restricciones de electrofusión se utilizan para instalar segmentos de collarín alrededor de la tubería para restringir el movimiento longitudinal). La preparación y la unión de los componentes deben llevarse a cabo cumpliendo estrictamente las instrucciones del fabricante del accesorio de electrofusión. Un procedimiento de preparación o unión inadecuado puede hacer que la unión tenga una fuga o falle. Las personas que realicen las uniones por electrofusión deben estar capacitadas y calificadas en el procedimiento de unión del fabricante del accesorio de electrofusión.

## **SOLDADURA POR EXTRUSIÓN Y AIRE CALIENTE (GAS CALIENTE)**

La soldadura por extrusión calienta los extremos de los componentes preparados y extrude un cordón de polietileno fundido entre las superficies preparadas y precalentadas. La soldadura por extrusión se utiliza normalmente para construcciones grandes sin presión, como alcantarillas. Sin embargo, ni las mejores soldaduras por extrusión pueden desarrollar la resistencia y el rendimiento a largo plazo necesarios para el servicio de una tubería de presión.

***Nunca utilice la soldadura por extrusión para hacer uniones en sistemas de tuberías de polietileno de WL Plastics de presión.***

La soldadura con aire caliente (gas caliente) precalienta los extremos de los componentes preparados con gas caliente y alimenta una varilla de material plástico sobre la zona calentada. El gas caliente calienta y funde las superficies de los componentes y la varilla de soldadura juntos.

Los materiales de plástico utilizados en la tubería de polietileno de WL Plastics no son adecuados para una soldadura con aire caliente (gas caliente).

***Nunca utilice una soldadura con aire caliente (gas caliente) para unir una tubería de polietileno de WL Plastics, ya sea de presión o no.***

## **ROSCAS CÓNICAS PARA TUBERÍAS**

La tubería de polietileno suele ser demasiado dúctil para unirse correctamente con roscas cónicas para tuberías. Las roscas cónicas para tuberías se enroscan en falso y se rompen fácilmente, y no son adecuadas para sistemas de presión.

***No utilice roscas cónicas para tuberías para hacer uniones en los sistemas de tuberías de presión WL Plastics.***

## **CONEXIONES MECÁNICAS**

Puede conseguir dispositivos de unión mecánica para conexiones de un extremo a otro y de derivaciones de otros fabricantes para utilizar con tuberías de polietileno. Según el diseño, las conexiones mecánicas pueden brindar una hermeticidad a prueba de fugas y restringir completa o parcialmente la separación por tirones. La restricción completa se logra cuando la carga de tracción es tal que la tubería cederá antes de separarse. La restricción parcial resiste la separación bajo carga de tracción, pero se producirá una separación antes de que la tubería ceda. También puede lograrse una restricción parcial con otros dispositivos mecánicos (collarines o tirantes) que se instalan en la conexión mecánica. Si utiliza restricciones de la unión, estas requieren refuerzos del diámetro interior de la tubería bajo los collarines de restricción.

Consulte con el fabricante de la conexión mecánica si es adecuado utilizarla con tuberías de polietileno, acerca de la hermeticidad a prueba de fugas y las restricciones. ***No utilice dispositivos de conexión mecánica que no estén diseñados***

para ser utilizados con tuberías de polietileno.

- Las conexiones mecánicas siempre deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de ellas.

### **Restricción de unión y bloques de empuje**

Las conexiones en sistemas de tuberías de presión de polietileno de WL Plastics deben estar selladas para evitar la presión interna y las fugas, y deben restringir la fuerza de extracción. *Las conexiones mecánicas que no ofrezcan la resistencia suficiente contra la fuerza de extracción no son adecuadas para ser utilizadas con tuberías de polietileno de WL Plastics.* Una tubería de polietileno fusionada con calor transmite contracción térmica y cargas de tracción por presión interna de un tramo a otro en toda la trayectoria de la tubería. La carga acumulada puede separar las conexiones mecánicas en la tubería sin restricciones o con restricciones inadecuadas en el medio del recorrido o en el final. En el caso de algunas aplicaciones se requiere una restricción completa, pero en muchas se pueden utilizar correctamente conexiones mecánicas que brinden o incluyan una restricción mecánica exterior que sea superior a la carga de extracción que puede desarrollarse.

*Los bloques de empuje que se utilizan en sistemas de tuberías unidas por abocardado o espiga no son restricciones de unión adecuadas ni efectivas para los sistemas de tuberías de polietileno.* Los bloques de empuje están diseñados para evitar que los componentes unidos por abocardado se separen del extremo de la tubería (espiga), pero no tienen la capacidad para evitar que la tubería se salga del abocardado.

Una conexión mecánica de restricción completa y a prueba de fugas puede incluir los adaptadores de brida y extremos de segmentos cortos, los adaptadores de uniones mecánicas (mechanical joint, MJ), los conectores de transición y algunos acoplamientos de compresión mecánica.

Los adaptadores de brida y los extremos de segmentos cortos se unen por fusión a tope a la tubería de polietileno y pueden utilizarse para unir el polietileno a otros materiales de tuberías embreados. Los adaptadores de brida tienen una campana extendida para que las pinzas puedan sujetarlos al equipo de fusión a tope. Los extremos de segmentos cortos tienen una campana corta y requieren sujeciones especiales en el extremo del segmento corto para la fusión a tope. Para las bridas son necesarios anillos de respaldo que tengan pernos y distribuyan la presión del empernado de manera uniforme sobre la superficie de sellado. Se debe instalar, alinear y ajustar las conexiones de brida según las instrucciones del fabricante de la brida, y se debe protegerlas de las cargas de corte y flexión. Algunas bridas cuentan con superficies de sellado dentadas que bajo ciertas condiciones no necesitan empaquetaduras para un sello a prueba de fugas. Consulte la publicación PPI TN-38 para obtener información acerca del empernado en la brida ([http://plasticpipe.org/pdf/tn-38\\_bolt\\_torque\\_flanged\\_joints.pdf](http://plasticpipe.org/pdf/tn-38_bolt_torque_flanged_joints.pdf)).

Los adaptadores de uniones mecánicas (MJ) se utilizan en sistemas de agua para hacer la conexión a los accesorios de unión mecánica, aditamentos y a la tubería. Las empaquetaduras y prensaestopas de conexión de MJ estándar se utilizan con pernos más largos.

En general, los conectores de transición son conexiones de polietileno a tuberías metálicas, hechas en fábrica, que se fusionan con calor a una tubería de polietileno y se sueldan o unen mecánicamente a una tubería metálica.

Los acoplamientos de compresión mecánica de restricción utilizan un refuerzo o un conector tubular en el diámetro interior de la tubería y componentes en el diámetro exterior que se afianzan de la pared de la tubería y comprimen el diámetro exterior de la tubería contra el refuerzo o conector tubular del diámetro interior. Las empaquetaduras brindan hermeticidad a prueba de fugas.

Algunos dispositivos de acoplamiento mecánico cuentan con tornillos de ajuste o pernos dentados que se fijan en el diámetro exterior de la tubería. Según el diseño, se puede brindar algún tipo de restricción contra la fuerza de extracción. Los dispositivos de este tipo deben haber sido diseñados específicamente para usarse con tuberías de polietileno y deben instalarse según las instrucciones del fabricante. Al utilizarse, puede ser necesario tomar medidas adicionales para controlar las cargas longitudinales (axiales). Estos dispositivos pueden ser adecuados solo para tareas subterráneas. Antes de utilizarlo con una tubería de polietileno de WL Plastics, consulte al fabricante del dispositivo si tiene limitaciones de servicio y uso, y siga las instrucciones de instalación del fabricante.

En el caso de algunos dispositivos de acoplamiento mecánico, se puede proporcionar restricción por medio de dispositivos de pinzas o tirantes. Para estos dispositivos de restricción externos generalmente se necesitan refuerzos del diámetro interior de la tubería que se extiendan debajo de la pinza.

En general, las conexiones de salida de derivación mecánica suelen tener un diseño de manguito o silleta. Los diseños de manguito envuelven toda la tubería principal y utilizan cierres soldados con pernos. Las empaquetaduras que rodean la tubería principal o el orificio de salida proveen hermeticidad a prueba de fugas.

Los diseños de salida de derivación con silleta cubren parte de la superficie de la tubería principal y utilizan tiras o bandas para fijar la silleta a la tubería. Las empaquetaduras que rodean la salida de la derivación brindan un sello contra

fugas. En el caso de las tuberías de polietileno, deben utilizarse silletas anchas con varias tiras o bandas.

## PRUEBAS DE PRESIÓN

**Cuando pruebe la tubería a presión mediante métodos hidrostáticos o neumáticos a una temperatura mayor de 23 °C (73 °F), comuníquese con el técnico de WL Plastics para conocer los regímenes de presión de prueba máximos reducidos recomendados.**

### Pruebas de presión hidrostática para fugas

Se recomienda la prueba de presión hidrostática para fugas de acuerdo con ASTM F2164 para pruebas de fugas de sistemas de tuberías de WL Plastics instalados. Otros procedimientos de pruebas de fugas pueden dar resultados de falsos negativos que no representan la hermeticidad a prueba de fugas del sistema.

- ASTM F2164 *Prueba de fugas de campo de sistemas de tuberías de presión de polietileno (PE) usando presión hidrostática*: La ASTM F2164 utiliza un líquido presurizado (como el agua pura) para determinar si hay fugas en un sistema de tuberías de polietileno de presión ya instalado. Puede obtener copias en ASTM: [www.astm.org](http://www.astm.org).
- Los sistemas de tuberías de polietileno que transportan líquidos bajo presión deben probarse con líquidos (prueba hidrostática). Esta no se debe sustituir por una prueba neumática para probar líneas que transportan líquidos.

***Una falla durante la prueba de fugas puede provocar un movimiento brusco y violento de la tubería, de los componentes o de los materiales cercanos que puede lesionar o causar la muerte a personas a su alrededor. Las tuberías y los componentes deben contar con restricciones antes y durante las pruebas para evitar que se ponga en peligro a las personas si se produjese algún movimiento a causa de una falla.***

*Las uniones por fusión hechas correctamente no tienen fugas. Una fuga en una fusión puede preceder inmediatamente a una separación repentina de la unión. Si encuentra una fuga en una unión por fusión, aléjese de inmediato y despresurice la tubería. Repare (corte y reemplace) la unión por fusión antes de volver a aplicar presión.*

*Nunca intente reparar fugas mientras la tubería se encuentra bajo presión. Siempre despresurice la tubería antes de hacer una reparación.*

### Prueba de presión neumática para fugas

***Las pruebas con gas comprimido (pruebas neumáticas) son peligrosas. Los fallos en la conexión o cierre de la tubería pueden liberar energía de presurización y energía de compresión de gas de la tubería de manera explosiva, lo que causa un movimiento violento de las tuberías, otras piezas o materiales cercanos que puede lesionar o matar a cualquier persona a su alrededor.***

- ***NUNCA SUSTITUYA LAS PRUEBAS HIDROSTÁTICAS POR PRUEBAS NEUMÁTICAS (GAS COMPRIMIDO).***
- ***NO REALICE PRUEBAS NEUMÁTICAS (GAS COMPRIMIDO) PARA TUBERÍAS QUE TRANSPORTAN LÍQUIDOS BAJO PRESIÓN.***
- ASTM F2786 *Práctica estándar para las pruebas de fugas en campo de sistemas de tuberías de presión de polietileno (PE) con medios gaseosos bajo presión (pruebas neumáticas de fugas)*

La aplicación de la ASTM F2786 se limita los casos en los que el propietario u operador no dispone de un procedimiento de prueba neumática para fugas establecido. Consulte el alcance de la ASTM F2786 para conocer las limitaciones de aplicación y uso.

- ASTM F1417 *Aprobación de la instalación de tuberías de desagüe por gravedad de plástico mediante aire a baja presión*

La ASTM F1417 utiliza aire de baja presión (3,5 psi) para determinar si hay fugas en un sistema de tuberías de desagüe por gravedad de plástico sin presión ya instalado.

### Pruebas de régimen de presión de campo

Las tuberías de HDPE WL Plastics reciben un régimen de presión según las normas ASTM y PPI. Para establecer el régimen de presión es necesario obtener un puntaje de las pruebas de muestras de tuberías de hasta 10 000 horas (1,2 años) y aplicar un análisis matemático específico de la información. El régimen de presión generado de esta tarea

integral brinda un valor de resistencia de la tubería correspondiente a décadas de operación con presión interna continua. En comparación con el conjunto de datos de pruebas y análisis a largo plazo necesarios para el régimen de presión, las pruebas de campo durante unas horas o incluso días no pueden confirmar el régimen de presión de la tubería. Las pruebas de presión de campo se utilizan para evaluación de fugas y no pueden verificar el régimen de presión del diseño del sistema.

## INSTALACIÓN

- Las tuberías de flujo por gravedad enterradas deben instalarse según la norma ASTM D2321 *Instalación subterránea de tuberías termoplásticas para desagües y otras aplicaciones de flujo por gravedad*.
- Las tuberías de presión enterradas se instalan según la norma ASTM D2774 *Instalación subterránea de tuberías termoplásticas de presión*.
- Contáctese con WL Plastics para obtener información técnica. WL Plastics no brinda servicios de diseño ni de ingeniería.

## REPARACIÓN

La tubería de polietileno puede dañarse y necesitar reparación o reemplazo, entre lo que se incluye, sin limitación, daños que afecten la estanqueidad o la integridad potencial del sistema.

Una tubería de presión dañada, con una pared que conserva un grosor menor del 90 % del mínimo necesario para cumplir con los requisitos de presión de la aplicación, debe reemplazarse. Debe reemplazarse cualquier sección de tubería que esté perforada. Según la forma del daño, las raspaduras y canaletas pueden convertirse en puntos de partida para fallos futuros por esfuerzos aplicados a la tubería. Los rayones profundos suelen concentrar la tensión mientras que los daños superficiales pueden ser relativamente inofensivos.

Puede utilizar manguitos de reparación mecánicos para restaurar la hermeticidad a prueba de fugas hasta programar las reparaciones correspondientes. Los manguitos de reparación que envuelven la tubería suelen utilizarse para reparaciones temporarias de fugas. No se puede restaurar la integridad agregando material a la tubería por medio de soldaduras por extrusión o con gas caliente (aire caliente).

Para el reemplazo es necesario cortar la sección dañada y reemplazarla con una sección en buen estado. Cuando la tubería corriente arriba y corriente abajo de la sección dañada está inmóvil, como ocurre con las tuberías subterráneas, se utilizan normalmente uniones o acoplamientos mecánicos restringidos o acoplamientos unidos por electrofusión para conectar la nueva sección a la tubería existente. La fusión a tope puede utilizarse cuando existe un movimiento lateral suficiente en la tubería existente.

La reparación con reemplazo de la tubería requiere colocar fuera de servicio la tubería existente durante la reparación. Si no se puede interrumpir el servicio, puede ser necesaria una derivación.

## PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

### Desinfección de las tuberías de agua potable

AWWA C651 *Desinfección de tuberías principales de agua* es la norma recomendada para desinfectar las tuberías de agua potable nuevas y reparadas. AWWA C651 trata de manera temporaria la tubería con una solución de cloro para desinfectarla químicamente. Las soluciones de desinfección no deben tener más de 12 % de cloro activo, porque una mayor concentración y una exposición prolongada pueden dañar el polietileno.

### Compresión

La compresión es un procedimiento temporal de control de caudal en el que la tubería se aplana entre barras paralelas. Se usa comúnmente en operaciones de tuberías de distribución de gas y otras aplicaciones de fluidos, incluidas aplicaciones de agua de proceso de campos petroleros, recolección de gas y agua municipal, y se limita a tuberías de 24" y menores donde se dispone de herramientas que cumplen la norma ASTM F1563. Las Pautas generales de PPI TN-54 para la compresión de tuberías de polietileno en aplicaciones de agua, petróleo y gas, o ASTM F1041, son los procedimientos de compresión recomendados. Las herramientas de compresión que no cumplan con la norma ASTM F1563 o los procedimientos que no cumplan con la norma PPI TN-54/ASTM F1041 pueden causar daños en la tubería que podrían provocar fugas o comprometer su vida útil.

### Limpieza

Las tuberías de flujo por gravedad sin presión que funcionan a baja velocidad (en general 2 pies/segundo o menores) pueden acumular sedimentos en el lecho de la tubería. Los caudales con mayor velocidad pueden desplazar y eliminar

las acumulaciones de sedimentos o puede utilizarse agua de alta presión o equipos de raspado suaves para limpiar la tubería.

La limpieza con chorro de agua utiliza rociadores de agua de alta presión con una boquilla que se pasa por la tubería. El raspado utiliza presión para empujar un tapón de plástico suave o "diablo" a través de la tubería. El raspador se envía desde un extremo y se captura en una canasta o receptor en el otro extremo. Los raspadores o tapones de arrastre duros dañarán la tubería de polietileno, por lo que no se deben utilizar.

## REFERENCIAS

**API:** American Petroleum Institute, 1220 L Street NW, Washington, DC (20005-4070), EE. UU., teléfono 202-682-8000, <http://api-ec.api.org>.

*15LE: Tubería de línea de polietileno (PE)*

**ASTM:** ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, (19428-2959), EE. UU. Teléfono: (610) 832-9585 Fax: (610) 832-9555, [www.astm.org](http://www.astm.org).

*D638: Propiedades de tracción de los plásticos*

*D1598: Tiempo de operación antes del fallo de tuberías de plástico bajo presión interna constante*

*D1599 Resistencia a presión hidráulica de corto plazo de accesorios, conductos y tuberías plásticas*

*D2321: Instalación subterránea de tuberías termoplásticas para desagües y otras aplicaciones de flujo por gravedad*

*D2513: Tuberías, conductos y accesorios de presión de gas termoplásticos*

*D2774: Instalación subterránea de tuberías termoplásticas de presión*

*D3035: Tuberías de plástico (DR-PR) de polietileno (PE) según el diámetro exterior controlado*

*F714: Tuberías de plástico de polietileno (PE) según el diámetro exterior*

*F905: Clasificación de uniones por fusión de silleta de polietileno*

*F1041: Compresión de tuberías y conductos de poliolefina de presión de gas*

*F1417: Aprobación de instalación de tuberías de desagüe por gravedad de plástico con aire de baja presión*

*F1563: Herramientas para comprimir tuberías o conductos de gas de polietileno (PE)*

*F2164: Prueba de fuga en campo de sistemas de tuberías de polietileno (PE) de presión con presión hidrostática*

*F2620: Práctica estándar para la unión por fusión de calor de tuberías y accesorios de polietileno*

*F2786: Práctica estándar para la prueba de fuga en campo de sistemas de tuberías de polietileno (PE) de presión con medios gaseosos bajo presión (pruebas neumáticas de fugas)*

**AWWA:** American Water Works Association, 666 W, Quincy Ave., Denver, CO (80235-3098), EE. UU., teléfono 800-926-7337, [www.awwa.org](http://www.awwa.org).

*C651: Desinfección de tuberías principales de agua*

*C901: Tuberías y conductos de polietileno (PE) de presión, ½ pulgada (13 mm) a 3 pulgadas (76 mm) para servicios de agua*

*C906: Tubería y accesorios de polietileno (PE) de presión, 4 pulgadas (100 mm) a 65 pulgadas (1575 mm) para distribución y transmisión de agua*

**PPI:** Plastics Pipe Institute, 1825 Connecticut Ave NW Suite 680, Washington, DC (20009), EE. UU. Teléfono: 202-462-9607 Fax: 202-462-9779, [www.plasticpipe.org](http://www.plasticpipe.org).

*TR-33: Procedimiento genérico de unión por fusión a tope para tuberías de gas de polietileno*

*TR-41: Procedimiento genérico de unión por fusión de silleta para tuberías de gas de polietileno*

**Oficina de Seguridad de Tuberías,** Administración de Investigación y Programas Especiales, Departamento de Transporte de los EE. UU., 400 Seventh Street, S.W., Rm. 2103, Washington D.C., EE. UU. 20590-0001, 202-366-4595, <http://ops.dot.gov>.

*CFR Título 49, Parte 192 Transporte de gas natural y otros gases por medio de tuberías: Normas de seguridad federales mínimas*





Asistencia técnica • Teléfono: 435-867-8908 • Correo electrónico: [wltechnical@wlplastics.com](mailto:wltechnical@wlplastics.com)

Sitio web: • [www.wlplastics.com](http://www.wlplastics.com)

WL Plastics Corporation  
PO Box 1120  
207 North Pyrite  
Mills, WY 82644 - EE. UU.  
Servicio de atención al cliente: 307-472-6000  
Fax: 307-472-6200

WL Plastics Corporation  
PO Box 627  
4660 West Highway 56  
Cedar City, UT 84721 - EE. UU.  
Servicio de atención al cliente: 435-867-8908  
Fax: 435-865-2703

WL Plastics Corporation  
2151 West Park Road  
Elizabethtown, KY 42702 - EE. UU.  
Servicio de atención al cliente: 270-765-1020  
Fax: 270-765-1030

WL Plastics Corporation  
PO Box 32  
1111 Old Wise Road  
Bowie, TX 76230 - EE. UU.  
Servicio de atención al cliente: 940-872-8300  
Fax: 940-872-8304

WL Plastics Corporation  
703 Gateway Blvd.  
Statesboro, GA 30458 - EE. UU.  
Servicio al cliente – 912-623-2300  
Fax 912-623-2310

WL Plastics Corporation  
2160 South Business 84  
Snyder, TX 79549 – EE. UU.  
Servicio de atención al cliente: 325-574-6100  
Fax: 325-574-6101

WL Plastics Corporation  
3660 Dyess Ave  
Rapid City, SD 57701 – EE. UU.  
Servicio de atención al cliente –  
605-737-4500  
Fax: 605-737-4535

