



INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE POLIETILENO (PEAD) ENTERRADAS

Introducción.
Control de la deflexión.
Aceptación de la reflexión.
Excavación de la zanja.
Preparación del fondo de la zanja.
Apoyo de la tubería.
Instalación de accesorios y válvulas.
Relleno y tapado de huecos.
Anexos.

INTRODUCCIÓN.

En cualquier tipo de instalación subterránea, la calidad de la instalación es uno de los factores más importantes en el comportamiento a largo plazo de los ductos utilizados. En muchas aplicaciones de tuberías de polietileno hay diferentes propuestas que pueden ayudar a realizar procedimientos de instalación más seguros y más rápidos.

Esta sección ofrece una buena guía de instalación subterránea de tuberías de Polietileno de Alta Densidad y debe servir como complemento de sus conocimientos al ingeniero y de acuerdo a las condiciones locales en que se encuentre.

Esta guía contiene información de otros manuales tales como: manuales de ASCE/WPCF y las normas prácticas de ASTM D2321 "Recomendaciones Prácticas para la Instalación de Tuberías para Cloacas Enterradas de Material Termoplástico Flexible".

CONTROL DE LA DEFLEXIÓN.

La capacidad de carga que tiene una tubería puede ser incrementada por la tierra cuando ésta es encajada. Cuando la tubería es cargada, el peso es transferido de la tubería a la tierra por un movimiento exterior horizontal de la pared de la tubería. Esto mejora el contacto entre la tubería y la tierra y refuerza a su vez la pasiva resistencia de la tierra. Esta resistencia ayuda a

prevenir más allá la deformación de la tubería y contribuye al soporte vertical de los pesos. La cantidad de resistencia encontrada en la tierra asentada es consecuencia directa del procedimiento de instalación. (Ver figura 3.1)

El objetivo principal en una instalación de tubería de polietileno es limitar el control de la deflexión (en este capítulo el término "deflexión", significa un cambio en el diámetro vertical de la tubería). La deflexión de la tubería de PE es la suma total de dos componentes: la "deflexión en la instalación que refleja la técnica y cuidado de la tubería que se maneja; y la "deflexión en servicio" que refleja el acomodamiento de la construcción del sistema tubería-tierra, la subsiguiente fuerza y otras cargas.

La "deflexión en servicio", es normalmente una disminución en el diámetro vertical de la tubería, puede ser previsto a través de varias relaciones razonablemente bien documentadas y pueden ser incluidos aquellos de WATKINS AND SPANGLER o por el uso de un análisis del elemento finito como CANDE. 3.1

La "Deflexión en la instalación", puede ser un incremento o disminución en el diámetro vertical de la tubería. Un incremento en el diámetro vertical de la tubería, se refiere al "levantamiento" y es usualmente un resultado de los esfuerzos que actúan en la tubería durante la compactación y el relleno. Hasta cierto punto esto beneficia la compensación de la deflexión en servicio.

LA PRESENTE FICHA TECNICA ES DE CARÁCTER CONFIDENCIAL. SU CONTENIDO ESTA PROTEGIDO BAJO LAS LEYES EN MATERIA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL. EL USO DEBE SER LIMITADO A LOS ASPECTOS TECNICOS PARA LOS QUE HA SIDO CREADA. SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL ESTA SUJETA A LA AUTORIZACION DE COMERCIALIZADORA ARMAR POR ESCRITO.

ANDADOR 43 DEL TEMOLUCO 35-3 ACUEDUCTO DE GUADALUPE 07270 CDMX
TEL (55)20364317 CEL



ING BENJAMIN ARMENTA MORENO

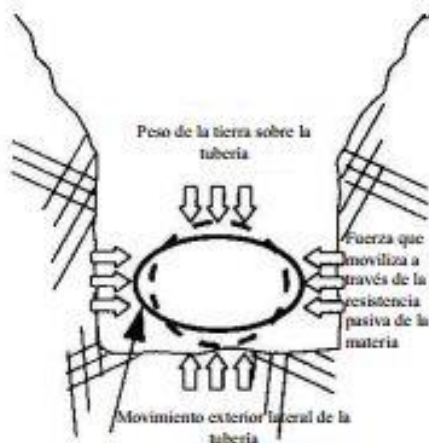


Fig. 3.1
Deflexión de la tubería.

La deflexión en instalación está sujeta al control del cuidado de la colocación y consolidación del relleno de la tubería.

ACEPTACIÓN DE LA DEFLEXIÓN.

Para la evaluación y control de la calidad de la instalación de tuberías flexibles, muchos diseñadores imponen un requisito de "aceptación de la deflexión", esto es particularmente importante para el flujo de gravedad con tuberías de gran SDR. Normalmente no se verifica para tuberías de presión la deflexión. La "aceptación de la deflexión" vertical en una tubería es la máxima deflexión requerida en la instalación. Típicamente sólo se toman medidas después que la consolidación inicial de la tubería ha ocurrido, normalmente 30 días después de la instalación. El ingeniero del proyecto dispone la "aceptación de la deflexión" basada en la aplicación particular y en el tipo de uniones. Normalmente, la deflexión está limitada al 5%, aunque las tuberías de PE en aplicaciones de gravedad normalmente pueden resistir deflexiones mucho más grandes sin deteriorarse. Cuando la deflexión es moderada pasada los 30 días, es común presentar un porcentaje mucho más alto.

EXCAVACIÓN DE LA ZANJA.

La zanja debe excavarse de acuerdo a la alineación requerida y profundidad mostrada en la figura 3.2. El ancho de la zanja variará con su profundidad y también con el tipo de arena presente. Se recomienda abrir zanjas para la instalación de acuerdo a la longitud de la tubería ensamblada sobre la zanja, referirse a la tabla 3.1. El ancho de la cama debe permitir una adecuada compactación alrededor de la tubería. El material excavado, si es piedra libre y se fractura bien por la excavadora, puede proporcionar un apropiado asiento del material.

Tabla 3.1

Tamaño de la zanja

Tamaño nominal de la tubería (in)	Profundidad de la zanja (ft)						
	3	5	7	9	11	13	15
1/2 - 3	15	18	21	23	25	27	28
4 - 8	25	30	35	40	45	48	51
10 - 14	32	40	48	55	60	65	69
16 - 22	40	50	61	68	75	82	88
24 - 40	55	69	82	93	102	111	119
42 - 63	68	87	103	117	129	140	150

La flexibilidad y grandes diámetros de las tuberías de PEAD, junto con su habilidad de fusión térmica en grandes diámetros conectados en tierra, permiten el uso de técnicas de instalación que son diferentes a las técnicas de instalación utilizadas en tuberías de otros materiales.

Las paredes de la zanja pueden estar en un declive de un ángulo de 45° o el ángulo de reposo del material. Cuando sean necesarias zanjas anchas, el relleno de zanja debe ser compactado por niveles para poder así resistir la carga final.

LA PRESENTE FICHA TECNICA ES DE CARÁCTER CONFIDENCIAL. SU CONTENIDO ESTA PROTEGIDO BAJO LAS LEYES EN MATERIA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL. EL USO DEBE SER LIMITADO A LOS ASPECTOS TECNICOS PARA LOS QUE HA SIDO CREADA. SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL ESTA SUJETA A LA AUTORIZACION DE COMERCIALIZADORA ARMAR POR ESCRITO.

ANDADOR 43 DEL TEMOLUCO 35-3 ACUEDUCTO DE GUADALUPE 07270 CDMX
TEL (55)20364317 CEL

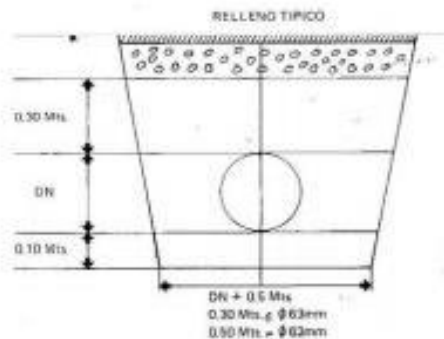


Fig. 3.2

Dimensiones de la zanja.

PREPARACIÓN DEL FONDO DE LA ZANJA.

Para sistema de presión como acueductos, distancias de líneas de transmisión largas, la nivelación exacta de los fondos de las zanjas no es esencial a menos que se especifique en el trazado. Para los sistemas de alcantarillados y drenajes por gravedad, la cuesta debe graduarse tan uniformemente como se haría para otros materiales.

El máximo tamaño de la partícula Clase I o Clase II del material usado para el asiento o relleno de zanja inicial deben preservarse a $\frac{1}{2}$ in. para las tuberías menores a 8 in. y un tamaño de 1 in. agregado para diámetros de tuberías mayores de 8 in. Referirse a PPI INFORME TÉCNICO N° 31, para mayor información. El fondo de la zanja debe estar relativamente liso y libre de piedra. Deben quitarse objetos que puedan causar punto de carga en la tubería y el fondo de la zanja debe rellenarse usando de 4 -6 in. de consolidación de la fundación. Si la condición de la tierra es inestable, el fondo de la zanja debe socavarse y llenarse la profundidad de la zanja con el material seleccionado apropiado.

Típicamente, las tuberías de PE no requieren de puntal de empuje. La buena compactación de la tierra alrededor de los montajes tales como codos, tees, son normalmente suficientes. Si se usa puntales de empujes, suficientemente revestido de concreto según su

tamaño o superficies de concreto de presión, éstos se ponen en tierra serena y proporcionarán protección adecuada. El revestimiento o puntales de empuje deben construirse de hormigón reforzado y deben representar como especie de una ancla entre la tubería o accesorio y la pared sólida de la zanja. En la figura 3.3 se ilustran varios tipos de bloqueo con concreto y revestimiento de accesorios.



Fig. 3.3

Tipos de bloqueo y revestimiento.

La norma ASTM D 2321 "Recomendaciones Prácticas para la Instalación Subterránea de Tuberías" recomienda:

- El fondo de la zanja debe estar liso, seco y estabilizado si es necesario.
- Si se requiere de material para la fundación, éste debe ser de un material convenientemente identificado por ASTM D 2321. El material debe nivelarse y compactarse a un mínimo de 85% STANDARD PROCTOR DENSITY.
- Colocar el material de relleno de zanja debajo de la tubería.
- Se requiere consolidar alrededor de la superficie de la tubería usando las herramientas convenientes.
- El relleno de zanja debe colocarse en una primera y segunda capa uniformemente que no exceda de 12 in. Y cada capa debe compactarse a un mínimo de 85% STANDARD PROCTOR DENSITY.

LA PRESENTE FICHA TECNICA ES DE CARÁCTER CONFIDENCIAL. SU CONTENIDO ESTA PROTEGIDO BAJO LAS LEYES EN MATERIA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL. EL USO DEBE SER LIMITADO A LOS ASPECTOS TECNICOS PARA LOS QUE HA SIDO CREADA. SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL ESTA SUJETA A LA AUTORIZACION DE COMERCIALIZADORA ARMAR POR ESCRITO.

ANDADOR 43 DEL TEMOLUCO 35-3 ACUEDUCTO DE GUADALUPE 07270 CDMX

TEL (55)20364317 CEL



ING BENJAMIN ARMENTA MORENO



- Los primeros rellenos de zanjas deben normalmente extenderse a una altura igual a 75% del diámetro de la tubería, si la tubería será puesta bajo el agua, consulte al ingeniero del proyecto para determinar si se requiere de material adicional.
- El relleno de zanja final, debe ser de material que esté libre de piedras grandes u objetos punzo-penetrantes.
- Se debe obtener una compactación adecuada antes de que cualquier equipo se maneje encima de la tubería.

Consulte al ingeniero del proyecto antes del entierro de cualquier tubería para determinar especificaciones del relleno de zanja y condiciones especiales.

APOYO DE TUBERÍAS

La tubería de polietileno puede unirse al nivel de la tierra y puede bajarse hacia adentro de la zanja o, en el caso en que fuese necesario se podrá realizar soldaduras dentro de ella. El exceso de esfuerzo o tensión debe evitarse durante toda la instalación, eliminando la posibilidad de que queden esfuerzos residuales después de la compactación.

La fuerza de tirado que puede aplicarse a una tubería en tierra firme puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$F = S \cdot A$$

donde:

F = Fuerza de Tirado Máximo, (lbs)

S = Máximo Esfuerzo Aceptable
(conservadoramente entre 1000 – 1600 psi)

A = Área seccional-cruzada de la pared de la tubería (in²).

Cuando es necesario halar la tubería, se debe tener cuidado de que no se dañe y debe hacerse por el extremo del collar de brida

INSTALACIÓN DE ACCESORIOS Y VÁLVULAS.

Cuando en la instalación de tuberías se conecten accesorios y/o estructuras rígidas, el movimiento o doblado debe prevenirse. Los rellenos de zanja deben compactarse para proporcionar apoyo total, o un apoyo de concreto puede construirse bajo la tubería y accesorios. Debe prestarse una particular atención a la compactación llevada a cabo alrededor de los accesorios y prolongar los extremos de la tubería más allá del montaje. La compactación del 90% (PROCTOR DENSITY) o mayor en esas áreas es recomendada.

Los tornillos en la conexión del cabezal, así como las abrazaderas en las almohadillas de apoyo deben ser reapretadas antes del entierro de la tubería. Las superficies de las conexiones pueden observarse mientras esté en funcionamiento.

La tubería de PE o accesorios pueden encajarse en concreto si su diseño lo requiere. El revestimiento de concreto puede usarse para aumentar la tasa de presión de accesorios, la fuerte estabilización de válvulas o accesorios y/o el control de la expansión o contracción térmica. Para mayor información acerca de la colocación e instalación de tanquillas para válvulas en líneas de alimentación y redes se recomienda leer la norma COVENIN 2580-85. "Redes de Distribución de Gas Doméstico. Instalación de Tuberías de Alta Densidad. Requisitos".

PRECAUCIÓN:

Los montajes fabricados después que se unen a la tubería, pueden ser dañados por tensión excesiva creada por el manejo o instalación impropia. Las resinas utilizadas son muy duras, sin embargo, la fuerza tensora del polietileno es muchísimo menor que la del acero, y no soportará deformaciones excesivas y las fuerzas de tirado que pueden ejercerse a través de los equipos y accesorios utilizados.

Si la tubería une sus extremos a una tee y se levanta sin tener apoyo del peso de la tubería, la tee puede fisurarse y romperse. Los montajes fabricados no pueden soportar el peso de la tubería. Si es necesario tirar el montaje de su

LA PRESENTE FICHA TECNICA ES DE CARÁCTER CONFIDENCIAL. SU CONTENIDO ESTA PROTEGIDO BAJO LAS LEYES EN MATERIA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL. EL USO DEBE SER LIMITADO A LOS ASPECTOS TECNICOS PARA LOS QUE HA SIDO CREADA. SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL ESTA SUJETA A LA AUTORIZACION DE COMERCIALIZADORA ARMAR POR ESCRITO

ANDADOR 43 DEL TEMOLUCO 35-3 ACUEDUCTO DE GUADALUPE 07270 CDMX
TEL (55)20364317 CEL



ING. BENJAMIN ARMENTA MORENO



posición, al accesorio fabricado o cabezal, nunca debe usarse como punto de amarre para el halado.

Cuando la tubería de polietileno esté conectada con collarín a accesorios fijos en una estructura rígida, por ejemplo una válvula, un refuerzo de concreto puede verse en la tubería generando un anclaje. Estos soportes pueden extenderse de la unión del collarín, un mínimo de un diámetro de la tubería para las tuberías más grandes que 12 in. nominal; o un mínimo de 1 ft. para la tubería más pequeñas. En tal caso se presentan a continuación la siguiente figura 3.4 que demuestran la efectiva prevención de daños en las conexiones. Cuando la tubería de PEAD se extiende a través de una pared, como en una boca de inspección por ejemplo, anclajes similares a los de la figura 3.5, evitan el movimiento de la tubería a través de la pared.

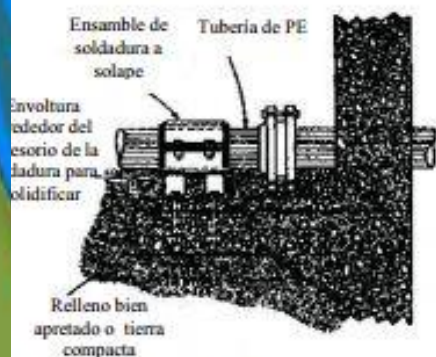


Fig. 3.4

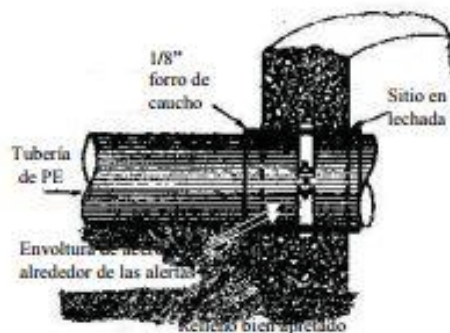


Fig. 3.5

RELLENO Y TAPADO DE HUECOS

El relleno de zanja debe llevarse a cabo según uno de los métodos siguientes: como es requerido en la figura 3.6; o como sea especificado por el ingeniero que dirige la obra.

A menos que se especifique por el ingeniero, debe completarse la "fundación" y "rellenos iniciales" antes de la prueba de goteo, y el resto del relleno se completa después de la realización de una prueba satisfactoria. En todos los casos deben ponerse la fundación y el material del relleno inicial y deben compactarse para proporcionar apoyo como es especificado por el ingeniero que dirige la instalación.

El material en particular usado para el relleno variara según las condiciones locales, el tipo de aplicación y los requisitos específicos del Ingeniero que dirige la obra. En general, se han encontrado tres tipos de material de relleno aceptable para la instalación de tuberías de PEAD. Detalles de esto pueden encontrarse en las siguientes literaturas:

- (1) WPCF "Manual of Practice" # FD-5;
- (2) Standard Handbook of Plant Engineering", McGraw-Hill Inc
- (3) ASTM D2321, "Underground Installation of Flexible Thermoplastic Sewer Pipe";
- (4) PPI N° TR.31, "Underground Installation of Polyolefin Pipe".

Lo que se presenta a continuación incluye varios materiales del proceso y clasificaciones de la tierra listadas bajo el "Sistema de unificación de clasificación de tierra", especificado en la norma ASTM D2321.

CLASE I.- Piedra angular 1/4in. a 1-1/2in, incluyendo varios materiales que pueden estar localmente disponibles como coral, escoria aplastada, la piedra aplastada y cáscaras aplastadas.

CLASE II.- Arenas toscas y arenas gruesas 1/2 in. como tamaño de partícula máximo, incluyendo las arenas diversamente graduadas y arenas gruesas que contienen porcentajes pequeños de hullas menadas, generalmente granular y no-cohesivo, húmedo o seco.

LA PRESENTE FICHA TECNICA ES DE CARÁCTER CONFIDENCIAL. SU CONTENIDO ESTA PROTEGIDO BAJO LAS LEYES EN MATERIA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL. EL USO DEBE SER LIMITADO A LOS ASPECTOS TECNICOS PARA LOS QUE HA SIDO CREADA. SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL ESTA SUJETA A LA AUTORIZACION DE COMERCIALIZADORA ARMAR POR ESCRITO

**ANDADOR 43 DEL TEMOLUCO 35-3 ACUEDUCTO DE GUADALUPE 07270 CDMX
TEL (55)20364317 CEL**



ING BENJAMIN ARMENTA MORENO



CLASE III.- Finas arenas y la arcilla enarenada, incluye arena-arcilla fina y mezclas del grabar-arcilla.

Relleno inicial y Encamisado

Los requisitos de compactación específicos pueden variar de trabajo a trabajo. En general, el encamisado y rellenos iniciales deben compactarse a 90% de Standard Proctor Density como lo determinado por "American Association of State Highway Officials Method: T99." En ciertas aplicaciones no-críticas, un nivel más bajo de consolidación puede ser especificado por el ingeniero que dirige la obra.

La compactación debe llevarse a cabo en capas de 6 in hasta la cima de la tubería. La compactación no debe hacerse directamente encima de la tubería si no por lo menos un pie de capa de tierra encima de la misma.

Relleno final.

Los rellenos finales de cierta calidad pueden excavarse de otra tierra. Este material debe estar libre de vacíos, trozos de arcilla, piedras y cantos rodados más grande de 8 in. en su diámetro. En todos los casos el ingeniero que dirige la obra debe juzgar la conveniencia del material para el uso como relleno.

Dos o más tuberías en una zanja común.

En el caso de tuberías múltiples en la misma zanja, los requisitos previamente establecidos aplican en todos los casos. El cuidado debe tenerse en el espacio entre tuberías, para que se pueda permitir el acceso del equipo de compactación adecuado, como se muestra en figura 3.6

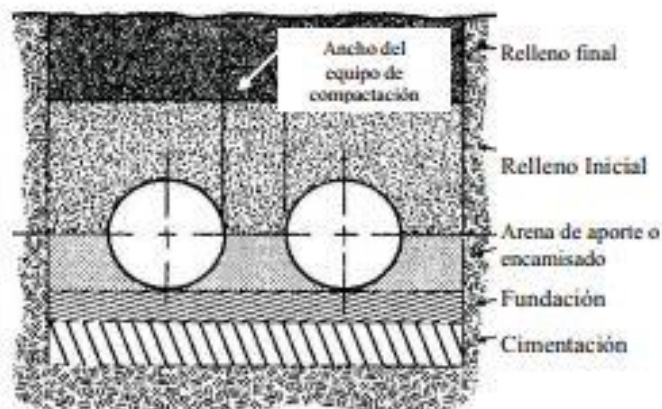


Fig. 3.6

LA PRESENTE FICHA TECNICA ES DE CARÁCTER CONFIDENCIAL. SU CONTENIDO ESTA PROTEGIDO BAJO LAS LEYES EN MATERIA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL E INTELECTUAL. EL USO DEBE SER LIMITADO A LOS ASPECTOS TECNICOS PARA LOS QUE HA SIDO CREADA. SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL ESTA SUJETA A LA AUTORIZACION DE COMERCIALIZADORA ARMAR POR ESCRITO

ANDADOR 43 DEL TEMOLUCO 35-3 ACUEDUCTO DE GUADALUPE 07270 CDMX
TEL (55)20364317 CEL