

## 1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LAS UNIONES MECÁNICAS FLEXIBLES

Una tubería instalada bajo tierra puede estar sometida a empujes y corrimientos originados por la acción del terreno. Los empujes en zonas inestables, mueven las tuberías instaladas originando desalineamientos, apertura de las juntas y/o esfuerzos sobre los ductos que pueden llevar al desempate o colapso de las tuberías.

En general las tuberías se fabrican e instalan con uniones rígidas como las juntas soldadas o las juntas bridadas, también se tienen juntas con un grado de flexibilidad que permiten acomodar la tubería de acuerdo con las exigencias del terreno, como las juntas espigo-campana con empaque de caucho y las juntas con unión mecánica “Tipo Dresser” entre otras.

Independientemente del tipo de junta en las tuberías instaladas en algunas de las líneas de Bogotá, se presentan desalineamientos y corrimientos que llevan a presentar fugas en las juntas; este problema se ha venido solucionando, en la mayoría de los casos rigidizando las juntas mediante cordones de soldadura, haciendo que la tubería soporte esfuerzos cortantes, que con el tiempo pueden originar el colapso de la misma, dado que estas no han sido diseñadas para resistir este tipo de solicitudes y esfuerzos.

Intercalar uniones mecánicas flexibles en las líneas ya instaladas, permite una mayor libertad de movimiento y un alivio en los esfuerzos sobre la tubería, como la utilización que se dio sobre la línea del Tanque Santa Ana a Usaquén, en el cruce de la Avenida Séptima con calle 114.

La localización exacta de estas uniones se debe determinar en cada caso específico, debido a que las indicaciones generales no se deben aplicar en forma genérica; cada situación en particular tiene afectaciones distintas de terreno, velocidad de afectación, tipo

y diámetro de tubería, tipo de junta, disponibilidad de espacio para instalación de elementos, lo cual sólo puede ser determinado en campo; también influye la línea de fabricación y suministro de accesorios de la firma que vaya a ejecutar los trabajos.

Adicionalmente para el caso específico de la línea Tibitoc-Usaquén, se han presentado desplazamientos tanto en el sentido horizontal como vertical, tal y como puede constatarse en el estudio realizado por el Ing. Alvaro González presentado en este anexo, no siendo posible determinar con exactitud la localización y alineamiento actual de la tubería en el sitio, lo anterior ya que el alineamiento que se tiene corresponde al tomado de los planos de construcción, en consecuencia se indicarán las zonas para la instalación de uniones mecánicas flexibles, siendo necesaria la verificación en campo del alineamiento de la tubería, para proceder a la localización exacta de las uniones según las zonas indicadas en los planos.

El término unión o junta mecánica flexible, al cual se hace referencia, corresponde al conjunto conformado por las juntas tipo I y tipo II, cuyos detalles se indicaran en los planos de licitación del producto de la actividad 7. La junta tipo I se compone de una (1) unión tipo Dresser y la junta tipo II por la combinación de una (1) unión tipo Dresser y dos (2) uniones espigo campana.

En las uniones Tipo Dresser se dispone un anillo central, el cual funciona como junta de dilatación y como junta flexible, asumiendo desalineamientos menores. Se recomienda además la instalación de pernos tensores con orejas sobre la tubería, con el objeto de evitar el desempate de los tubos, por esta razón, las orejas y pernos tensores son de tope de desplazamiento para así no limitar la flexibilidad del tubo. Los pasadores deben ir con tuerca y contratuerca.

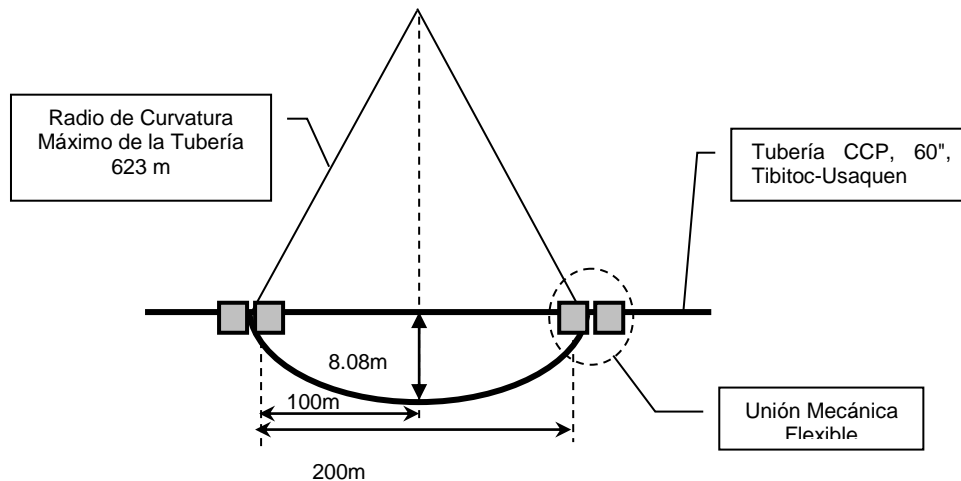
Las uniones mecánicas flexibles previstas, se disponen dentro de una caja, con el objeto de realizar el mantenimiento y observación de las uniones, lo cual permite determinar a su vez el comportamiento y desplazamiento de la tubería, para así ajustar las uniones mediante los tornillos de fijación. Lo anterior, permite prever mediante las inspecciones, aquellas situaciones que comprometan la operación y funcionamiento de la línea. Dado lo

anterior, se recomienda que en lo posible las uniones deben instalarse dentro de las zonas indicadas en los planos, para lo cual se debe establecer el nivel de la tubería y grado de desplazamiento actual lo cual sólo es posible mediante el levantamiento topográfico del tramo.

Las uniones tipo I y tipo II se instalan una a continuación de la otra, lo más cerca posible una de la otra, (entre 1 y 5 metros separación máxima), dependiendo de las condiciones del sitio de trabajo (vías, construcciones entre otras). Considerando lo anterior, en un tramo de 5 metros se están introduciendo cuatro (4) puntos de flexión y dos (2) puntos de dilatación, aumentando la efectividad de la junta en el tiempo, dándole mayor flexibilidad a las juntas y mayor posibilidad de que la junta se abra sin que se generen fugas. Como se indicó en párrafos anteriores, la EAAB cuenta con experiencia en la instalación de este tipo de juntas en la línea del Tanque Santa Ana a Usaquén y en la línea de Tibitoc-Casablanca (RM78001) en esta última se instalaron juntas con el objeto de controlar los asentamientos del puente de la Avenida Boyacá sobre el río Juan Amarillo antes de que esta línea fuera rehabilitada.

Para el caso del sitio ubicado sobre la línea CC9003-Tibitoc-Usaquen, entre las calles 183 y 205, se disponen uniones mecánicas flexibles aproximadamente cada 200m, lo anterior con el objeto de obtener una deflexión máxima de la tubería de 8.08 m, para lo cual se estima la instalación de 15 uniones mecánicas flexibles en este sitio. La Deflexión máxima de la tubería se calcula teniendo en cuenta que el radio máximo de curvatura de una tubería de 60" tipo CCP (AWWA C303) es de 623 m. En el esquema y ecuaciones que se presentan a continuación se indican los cálculos correspondientes:

Esquema No. 1. Deflexión máxima de la tubería según sistema de instalación de uniones mecánicas recomendado



$$\Delta = R \min - \sqrt{R \min^2 - \frac{L^2}{4}} = 623 - 614.92 = 8.08m \quad (\text{Deflexión máxima de la Tubería})$$

$$\delta = \left[ \text{Sen}^{-1} \left( \frac{L/2}{R} \right) \cdot R \min - \frac{L}{2} \right] = 0.43m = 43cm \quad (\text{Desplazamiento máximo en la unión tipo Dresser})$$

Dresser)

A partir de los cálculos anteriores, se establece que la unión debe permitir una carrera máxima de 43cm y una deflexión total de 9.23°, lo cual es logrado a partir de la unión mecánica flexible compuesta por las uniones Tipo I y Tipo II, las cuales según lo establecido por el manual M-11 en conjunto soportan una deflexión total aproximada de 11°, de ahí la importancia en que las uniones tipo I y II se instalen lo más cerca posible la una de la otra.

Las demás uniones mecánicas flexibles que se recomiendan en el estudio tienen por objeto minimizar el efecto de vulnerabilidad sísmica que se presenta en determinados sitios, por el cambio de material blando a duro o viceversa, dando una solución puntual, ya que permite a la tubería tener una mejor respuesta ante la eventualidad de un sismo en los puntos antes mencionados.

El número y distribución de las uniones mecánicas flexibles que se recomiendan ha sido producto de la evaluación detallada y racionalización de recursos realizada por esta Consultoría, debido a lo cual las uniones que se presentan el Plano JR-052-GEN-026-E del Anexo 2 del producto 4 Documento JR-052-P4-01-02, obedecen a este objetivo y constituyen el número mínimo de juntas necesario para minimizar la vulnerabilidad de las líneas involucradas.

