

®TRACEADO eléctrico AKO-TRACE

Instalación, verificación y mantenimiento con cables calefactores paralelo

- 0- Introducción
- 1- Recepción de materiales y verificaciones antes de instalar
- 2- Instalación del cable calefactor, componentes y accesorios
 - 2.1 Descripción del cable calefactor
 - 2.2 Detalles generales de instalación
 - 2.3 Instalación del cable sobre las tuberías
 - 2.4 Detalles de instalación en soportes, válvulas, etc.
 - 2.5 Instalación de componentes y accesorios
- 3- Alimentación, protecciones y control de temperatura
- 4- Verificaciones después de instalar el cable y antes de calorifugar
- 5- Calorifugado y señalización sobre el mismo
- 6- Verificaciones de puesta en marcha y documentación
- 7- Utilización
- 8- Modificaciones, reparaciones y mantenimiento
- 9- Instrucciones específicas para zonas clasificadas como atmósferas potencialmente explosivas con cables paralelo de potencia constante
- 10- Instrucciones específicas para zonas clasificadas como atmósferas potencialmente explosivas con cables paralelo autorregulantes
- 11- Guía para la detección y reparación de averías

0- Introducción

Un sistema de calentamiento eléctrico se diseña para cumplir los requisitos de proceso y las condiciones de planta. Está compuesto por la documentación de diseño, las instrucciones y una serie de componentes que deben instalarse en una obra, donde intervienen normalmente, los instaladores de las tuberías, los de los cables calefactores, los del calorifugado y los de la alimentación eléctrica. **Para el funcionamiento correcto y con plenas garantías, de un sistema de ®TRACEADO eléctrico AKO-TRACE, debe respetarse la documentación e instrucciones, debiendo coordinar el Jefe de Obra, las distintas fases y verificaciones, para asegurar que se consigan los parámetros previstos en el diseño. Un mantenimiento con**

las verificaciones adecuadas es indispensable para la seguridad y continuidad de las prestaciones del sistema. Deben cumplirse igualmente las normas y reglamentos eléctricos en vigor.

Utilización de estas instrucciones

Estas instrucciones están concebidas únicamente, para la instalación, verificación y mantenimiento de sistemas de **®TRACEADO eléctrico AKO-TRACE** de calentamiento eléctrico, **con cables calefactores paralelo, de potencia constante y autorregulante**, en tuberías, depósitos y superficies que habitualmente disponen de un aislamiento térmico. Rogamos nos consulten cualquier información relacionada con otras aplicaciones.

FIGURA 1



¡Advertencias!

Deben leerse y respetarse estas instrucciones antes de proceder a la instalación de los materiales, para que la seguridad de la instalación no se vea afectada.

Para cada instalación de un sistema de **TRACEADO** eléctrico AKO-TRACE de calentamiento eléctrico, debe suministrarse la documentación de diseño. Si el diseño no ha sido suministrado por AKO o por agente o distribuidor autorizado, el usuario o instalador debe diseñar el sistema de acuerdo con las instrucciones y hojas técnicas de AKO. Las instalaciones, verificaciones y coordinación del sistema de calentamiento, deben ser realizadas por personal cualificado y la conexión a la alimentación del suministro eléctrico, por electricistas competentes.

Como en cualquier otro sistema con cableado eléctrico conectado a la red, una instalación incorrecta así como desperfectos causados al cable o a sus accesorios, permitiendo la penetración de humedad o de corrosión, pueden provocar una fuga eléctrica, un cortocircuito y el consiguiente riesgo de averías.

Los cables calefactores no han de ser instalados en contacto con madera u otros materiales combustibles. Si es instalado cerca de estos materiales, puede ser necesario colocar una separación mediante un material no inflamable.

Para evitar el fuego o explosión en zonas clasificadas con riesgo de explosión, verificar en cables paralelo de potencia constante su temperatura máxima de trabajo según la temperatura de ignición del gas o vapor (punto 9.2) y, en cables paralelo autorregulantes su temperatura superficial máxima según la temperatura de ignición del gas o vapor.

En los cables calefactores de tipo paralelo y de potencia constante los tramos de calentamiento no han de ser accesibles.

Nunca deben conectarse los dos conductores del cable calefactor entre si, ello provocaría un cortocircuito.

Los extremos de cada tramo de cable deben aislarse con el kit adecuado.

1- Recepción de materiales y verificaciones antes de instalar

1.1 Recepción

Asegurarse de que se dispone de todas las instrucciones y documentación del proyecto en su última revisión y de que los materiales recibidos están de acuerdo con el pedido. Comprobar que tanto los cables como componentes, termostatos y accesorios sean de los voltajes, potencias y características adecuadas.

Comprobar el aspecto del material recibido para detectar posibles desperfectos debido al transporte. Se aconseja verificar la resistencia o potencia del cable y la resistencia de aislamiento de cada bobina de cable. Esta, debe ser de como mínimo 20 M Ω medidos con un megóhmetro a 1000 Vcc. No conectar el cable calefactor cuando esté enrollado en la bobina.

1.2 Almacenaje

Manténganse los materiales en un lugar limpio y seco hasta que se necesiten para su instalación en obra, con el objetivo de minimizar posibles daños mecánicos. Las temperaturas admitidas de almacenaje son desde - 15 °C a + 60 °C.

1.3 Verificaciones antes de instalar

Antes de iniciar la instalación y para comprobar que el diseño se corresponde con las condiciones de la obra, es indispensable chequear y verificar cada uno de los siguientes puntos:

1.3.1 Con relación a las tuberías y equipos a calentar

Asegurarse de que la instalación de tuberías y/o equipos está totalmente terminada, eliminados los soportes provisionales una vez instalados los definitivos, los revestimientos o pinturas estén completamente secos y se hayan superado satisfactoriamente los ensayos de presión. Realizar trabajos de este tipo una vez instalado el cable, pueden dañarlo.

Seguir e inspeccionar el recorrido previsto para el cable calefactor, localizando los puntos donde estarán situadas las alimentaciones

eléctricas, termostatos, cajas de conexión y componentes.

Comprobar que los materiales de las tuberías y/o equipos, los diámetros, longitudes y la obra en general, esté todo ello de acuerdo con los planos y la documentación del diseño, asegurándose que no tengan rebabas, superficies rugosas o aristas que pudieran dañar al cable, de existir, desbarbarlas o cubrirlas con cinta adhesiva de fibra de vidrio **AKO-717441** o de aluminio **AKO-717440**. **Para tuberías y superficies de plástico, el diseño debe ser especial para ello.** En caso de encontrar discrepancias entre el diseño y la obra, consultar al Jefe del Proyecto.

1.3.2 Con relación al calorifugado

Comprobar si hay tramos en que las tuberías van suspendidas, en caso afirmativo, advertir al instalador del calorifugado que deberá sellar con junta de estanqueidad la penetración del soporte de suspensión en éste (ver fig.9). En todos los casos, indicarle que el correcto mantenimiento de las temperaturas exige que el calorifugado esté bien instalado y seco.

1.3.3 Con relación al proceso y al diseño

Asegurarse de que las temperaturas habituales de proceso en tuberías y/o equipos, o las anormales (por ejemplo cuando se realizan limpiezas con vapor), no serán superiores a las indicadas en las especificaciones de diseño, ni rebasar nunca las máximas que permiten los cables y componentes. El rebasarlas degradaría las prestaciones del cable pudiendo acortar la vida del mismo.

Comprobar si el diseño especifica aplicar o no, un recubrimiento con cinta adhesiva de aluminio **AKO-717440** antes y/o después de instalar el cable calefactor, con objeto de mejorar la conductividad y conseguir una buena distribución del calor.

Contrastar diseño y proceso, asegurando que la situación prevista para los sensores de los termostatos de cada zona de control (grupo de circuitos de cables calefactores controlados por un termostato), no tengan influencias externas a las previstas en el diseño.

2- Instalación del cable calefactor, componentes y accesorios

2.1 Descripción del cable calefactor

Los cables calefactores AKO de tipo paralelo, sean de potencia constante o bien autorregulantes, tienen una potencia por metro lineal independiente de la longitud del tramo. Ello permite suministrarlos en bobinas pudiéndose cortar y terminar en obra.

2.1.1 Cable calefactor paralelo de potencia constante

Se caracteriza porque el conductor de calentamiento está enrollado en espiral alrededor de los dos conductores aislados del cable, con los que hace contacto alternativamente en unos puntos determinados. El cable va formando internamente, un sistema de muchas resistencias en paralelo alimentadas por los dos conductores.

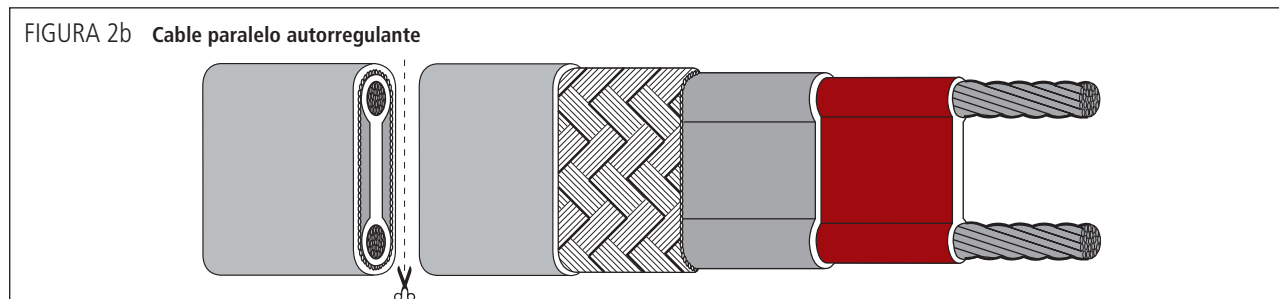
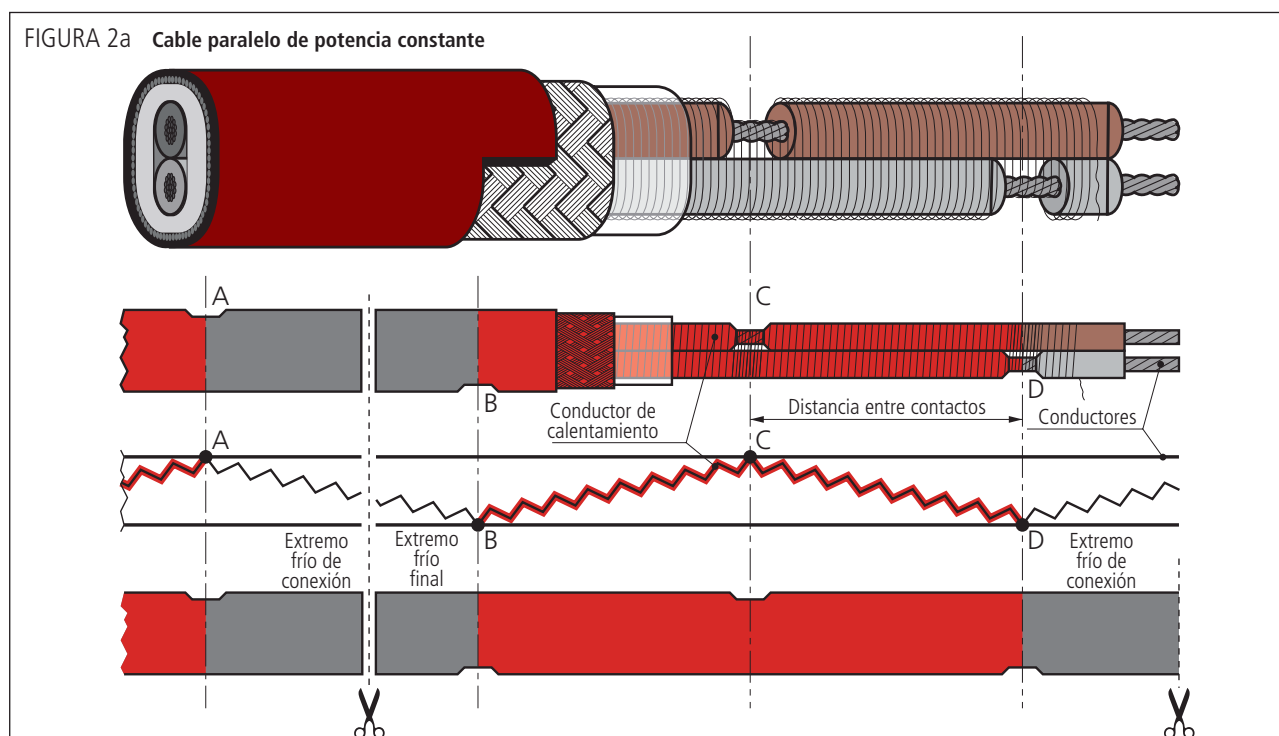
Al cortar el cable entre dos puntos de contacto, quedarán dos zonas frías no calefactoras. Cada una, en un extremo del tramo de cable calefactor, entre el punto del corte y el primer contacto de cada extremo. La zona de mayor longitud será el extremo frío de conexión. La zona de menor longitud será el extremo frío final. Las longitudes mínimas de cada extremo frío están definidas en las hojas técnicas de los correspondientes kits, las cuales, deben respetarse para instalarlos correctamente.

Al aplicar tensión en los conductores, el conductor de calentamiento, recibe esta misma tensión entre los puntos de contacto A-B, B-C, C-D, etc. por lo que, la potencia de entrega por metro lineal del cable es independiente de la longitud del mismo (ver fig.2a).

2.1.2 Cable calefactor paralelo autorregulante

Se caracteriza porque el elemento calefactor consiste en un polímero especial con mezcla de carbono que actúa como semiconductor. Cuando baja la temperatura en el cable se crean en el polímero numerosas líneas de conducción disminuyendo su resistencia eléctrica.

La corriente pasa a través de ellas aumentando la potencia del cable calefactor. Con ello, se consigue mantener el nivel de temperatura requerido. Inversamente, cuando sube la temperatura del cable disminuyen las líneas de conducción, aumenta su resistencia eléctrica y se reduce su potencia (ver fig.2b).



2.2 Detalles generales de instalación

El cable calefactor se fijará en contacto con la tubería o superficie a calentar. En el cable paralelo de potencia constante sólo el extremo frío de conexión atravesará el calorifugado, haciendo su función de alimentación desde la caja de conexión hasta la zona calefactora del propio cable. El extremo de conexión atravesará el calorifugado por la parte inferior, de tal forma, que se evite la penetración de agua o humedad en el calorifugado. Debe evitarse que quede tenso y asegurarse de que permita los movimientos que debido a vibraciones o dilataciones pudieran darse.

Al desbobinar e instalar el cable recomendamos:

EVITAR las aristas cortantes, esfuerzos mecánicos excesivos, retorcerlo, aplastarlo, pisarlo o colocar sobre el ningún tipo de carga.

ACONSEJAMOS colocar la bobina sobre un soporte que permita reducir el esfuerzo de desbobinado. Desbobinar el cable y extenderlo próximo a la tubería evitando interferencias con soportes o equipos, hacerlo por tramos y fijarlo sobre la tubería.

Añadir una longitud adicional de 1 m de cable en cada extremo de alimentación, empalme, derivación o terminación. Prever las longitudes suplementarias, para compensar las pérdidas en los soportes, válvulas y bridas, o para espiralar, según esté especificado en la documentación de diseño del sistema.

Los extremos de cable en los que, una vez cortados, no se les instale inmediatamente el kit de conexión y sellado final, deberán protegerse de la humedad, corrosión o posibles accidentes de tipo mecánico, hasta que se complete totalmente la instalación (por ejemplo silicona líquida).

2.3 Instalación del cable sobre las tuberías

Asegurarse de que las referencias y características de los cables a aplicar sobre cada tramo de tubería y/o equipo, corresponden a las especificadas en la documentación de diseño.

En el punto de alimentación se dejará suficiente longitud del extremo del cable para conexión a caja. **En los cables paralelo de potencia constante asegurar que la zona de calentamiento del cable calefactor esté en contacto con la tubería o superficie a calentar.** Fijarlo con cinta de fibra de vidrio **AKO-717441** o bien con cinta adhesiva de aluminio **AKO-717440** si se precisa una mejor transferencia de calor y estuviera especificado. No utilizar fijaciones metálicas que puedan dañar al cable ni cintas vinílicas u otras que puedan provocar corrosión en los mismos o en las tuberías.

La instalación del cable ha de estar prevista para facilitar cualquier tipo de intervención posterior, desmontaje y montaje de tuberías y equipos (reparación, intercambio de válvulas, etc.). Una vez instalado y verificado, se procederá a calorifugar y proteger las tuberías y/o equipos de acuerdo con las especificaciones de diseño y con el apartado 5 de estas instrucciones.

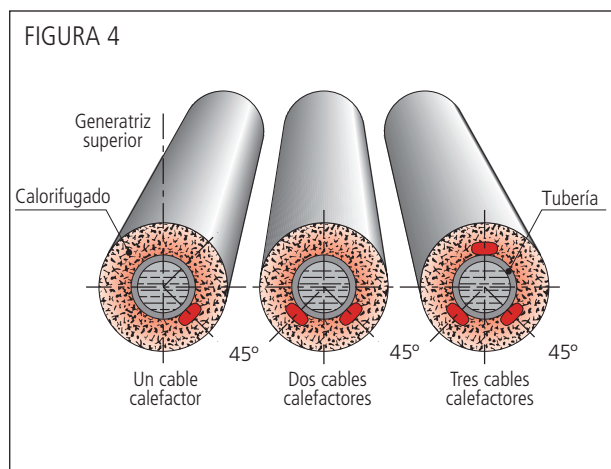
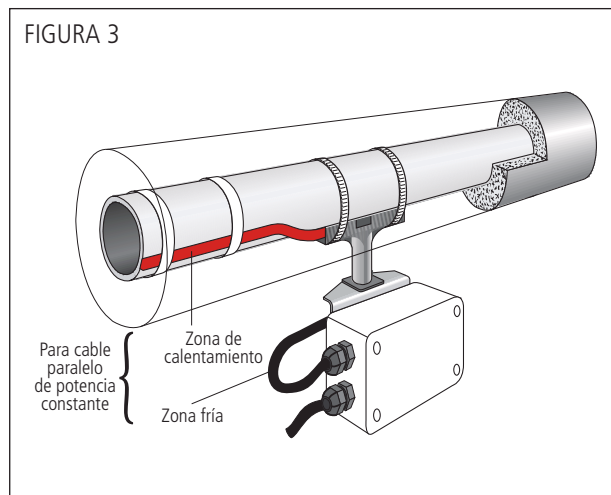
Al aplicar los cables, debe hacerse de forma que queden uniformemente repartidos sobre la superficie a calentar, evitando que se crucen o toquen. La distancia entre los cables será igual o superior a 10 mm. De no respetarse estas condiciones, se crearían puntos y zonas con temperaturas más altas.

El radio de curvatura será igual o superior a:

20 mm para cables de potencia constante

32 mm para cables autorregulantes

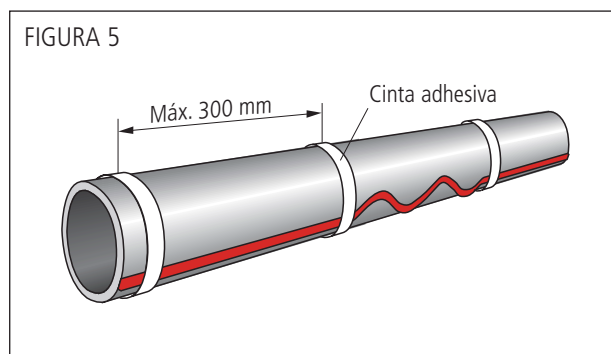
El cable calefactor debe aplicarse lineal a lo largo de la tubería (uno o varios cables), o bien en espiral sobre la misma, únicamente si viene especificado en la documentación del sistema de **TRACEADO eléctrico AKO-TRACE** o como resultado de los cálculos.



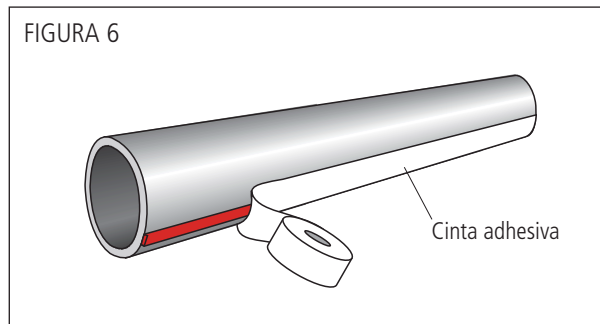
2.3.1 Colocación lineal

En tuberías horizontales los cables se posicionarán de acuerdo con la figura 4 evitando la generatriz inferior, en las verticales se repartirán equidistantes sobre la tubería.

Colocar el cable calefactor en su posición y fijarlo aplicando cinta adhesiva de fibra de vidrio **AKO-717441** en forma de anillos a cada 300 mm o menos si fuera necesario, véase figura 5.



Cuando venga especificado en el diseño, se utilizará cinta adhesiva de aluminio **AKO-717440** para mejorar la transferencia térmica. En este caso, la cinta se aplicará longitudinalmente sobre el cable calefactor tal como se indica en la figura 6.



2.3.2 Colocación en espiral

El cable se espiralará únicamente sobre aquellas tuberías que vengan especificadas en la documentación de proyecto. En función del diámetro de la tubería y del ratio indicado en el diseño, el paso aproximado entre espiras será el indicado en la tabla.

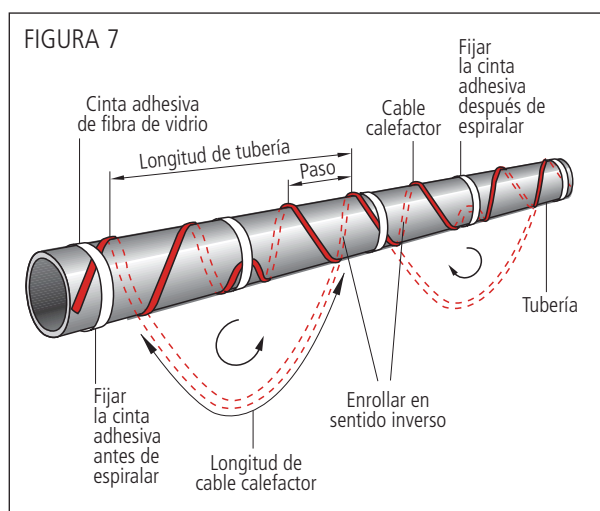
Tabla de pasos entre espiras en mm.

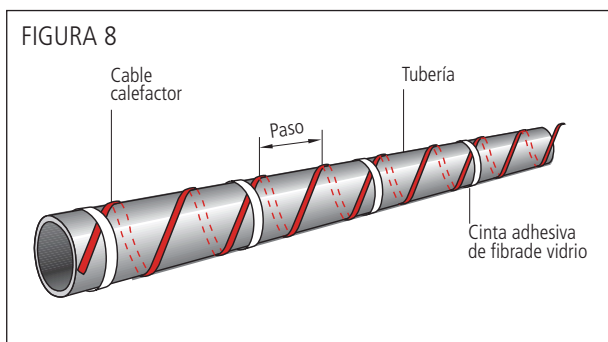
DN (mm)	DN (pulg)	Ratio (metros de cable por metro de tubería)				
		1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
25	1	250	170	140	110	100
32	1 ¼	310	210	170	140	130
40	1 ½	350	240	190	160	140
50	2	430	300	240	200	180
65	2 ½	520	360	290	240	210
80	3	630	430	350	290	260
90	3 ½	720	490	390	330	290
100	4	800	560	440	370	330
125	5	990	680	550	460	400
150	6	1180	810	650	550	480
200	8	1520	1050	840	710	620

Ejemplo: Para una tubería de DN 50 (2") en que se precisa un ratio de 1,2 metros de cable por metro de tubería, el paso entre espiras será de 300 mm.

Marcar sobre la tubería el paso entre espiras o bien utilizar una cinta métrica e ir fijando el cable a medida que se va instalando. Si se utiliza cinta adhesiva de fibra de vidrio **AKO-717441** en forma de anillos, la distancia máxima entre ellos será de 2 m.

Se muestran dos métodos de colocación en espiral en las figuras 7 y 8.





Fase 1. Preparar el primer bucle

Fase 2. Fijar el bucle y enrollar sobre la tubería

Fase 3. Espaciar uniformemente y fijar sobre la tubería

Long. de cable calefactor = Long. de tubería x Ratio

2.3.3 Corte del cable calefactor en el extremo final

Los cables calefactores paralelo, de potencia constante o autorregulante, pueden cortarse a cualquier longitud, sin que ello afecte su potencia de entrega por metro. Sin embargo, la longitud máxima de circuito de un cable, no debe rebasar la indicada en su hoja técnica, ello, provocaría una excesiva caída de tensión en el tramo final.

Al llegar al extremo final de la tubería a calentar, fijar el cable a la tubería y asegurarse de que se han respetado las longitudes suplementarias indicadas en el apartado 2.2.

En los de potencia constante cortar el cable de la bobina a una distancia mínima de 160 mm del último punto de contacto del cable instalado. Dejar como mínimo 500 mm colgando libres para poder aplicar el extremo final del kit.

Aplicar el extremo final del kit y fijar de nuevo a la tubería los 500 mm de cable. Dejar una marca que permita la localización del kit, de modo que al aplicar el calorifugado, se pueda situar sobre la cubierta externa del mismo la señalización correspondiente.

2.4 Detalles de instalación en soportes, válvulas, etc.

Es habitual que a lo largo de las tuberías se encuentren protuberancias debidas a elementos y accesorios de la instalación como pueden ser, soportes, bridas, válvulas, etc. En estos puntos, las pérdidas caloríficas serán superiores debido a su mayor área superficial o a la conducción en los soportes, por lo que hay que aplicarles más cable calefactor para compensar este incremento de pérdidas.

Consultar si la documentación del diseño indica las longitudes de cable a instalar en soportes, válvulas u otros accesorios, de no venir especificado, seguir lo indicado en estas instrucciones. El criterio general es el de aplicar el cable proporcionalmente a la superficie del accesorio, tomando como referencia los metros de cable por unidad de superficie aplicados en la tubería.

Recordamos que especialmente sobre los accesorios, la instalación del cable ha de estar prevista para facilitar cualquier tipo de intervención, desmontaje y montaje posterior sobre las tuberías (reparación, intercambio de válvulas, etc.).

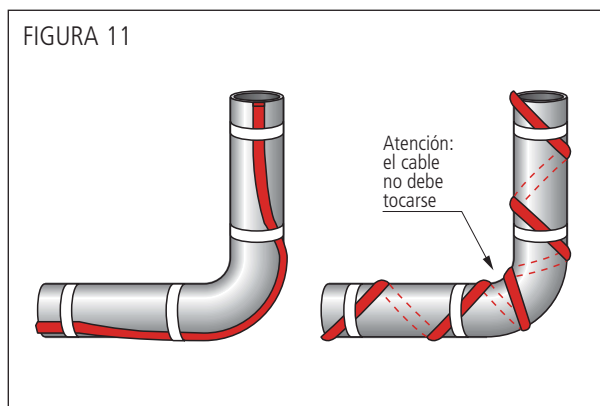
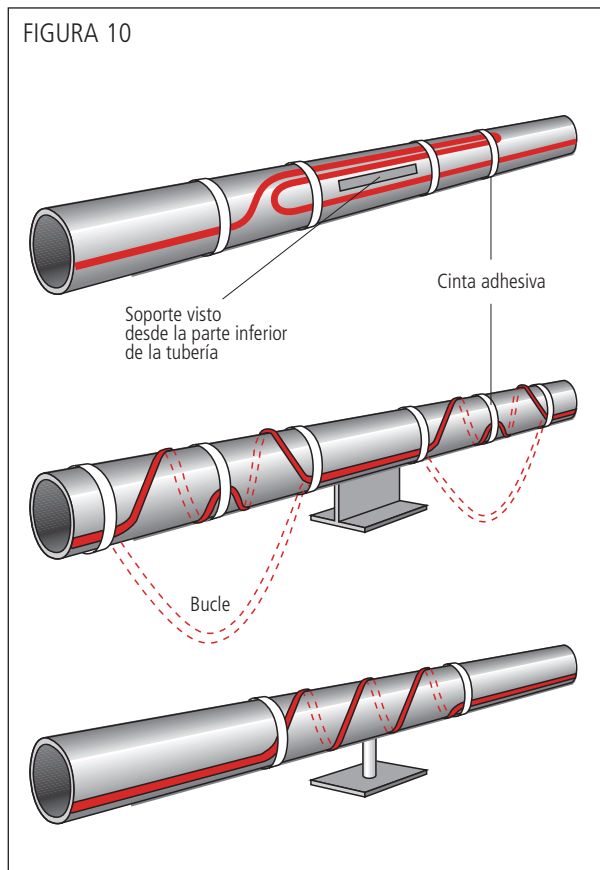
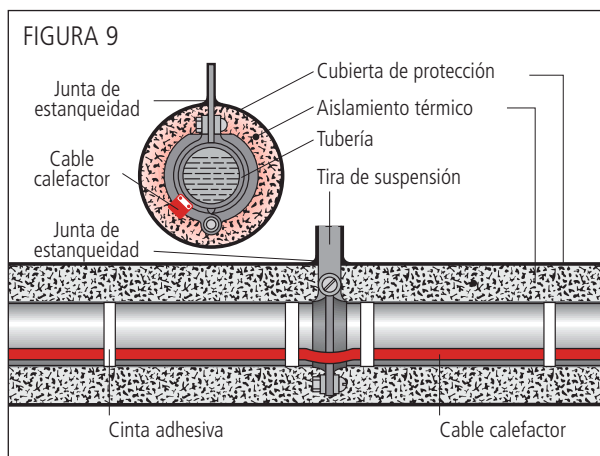
Exponemos los ejemplos más habituales en una instalación:

2.4.1 Soportes de suspensión (Fig. 9)

Este tipo de soportes para suspender la tubería, no requieren cable calefactor suplementario. De encontrarlos en obra, prescindir de la previsión de cable que pudiera figurar en la documentación de diseño.

2.4.2 Soportes con zapata de apoyo (Fig. 10)

Si el cable se instala linealmente, la longitud prevista para el soporte se aplicará en forma de Z con una longitud de 3 veces la de la zapata. Si se instala en espiral, se aplicará reduciendo el paso entre espiras a ambos lados del soporte. En función del tipo de soporte pueden adoptarse diferentes soluciones.



2.4.3 Curvas y codos (Fig. 11)

Si el cable se instala linealmente, aplicarlo sobre la generatriz exterior de la curva o codo. Si se instala en espiral hay que tener precaución que las espiras no se toquen en la parte interior del codo según se muestra en la figura 11.

2.4.4 Derivaciones de tuberías en T (Fig. 12)

En las derivaciones de tuberías en T hay que considerar si el diámetro es igual al de la tubería principal o bien inferior. Como ejecución más normal se suele instalar una caja de derivación y a partir de ésta se aplica el ratio que esté especificado en función del diámetro.

Para ramales muy cortos puede aplicarse un trazo doble, únicamente si hay buena transferencia de calor y no se produce un desequilibrio térmico. Sería problemático aplicarlo en tuberías de acero inoxidable o de plástico a no ser que el ratio de aplicación en ambas tuberías fuera 2.

2.4.5 Bridas (Fig. 13)

En general y para bridas normales, la longitud suplementaria de cable calefactor para compensar sus pérdidas ha de ser igual a 4 veces el diámetro de la tubería. Se aplica realizando espiras o reduciendo su paso antes y después de la brida. Al atravesar la brida, no debe hacerse por la parte inferior, para que en caso de un escape de líquido no perjudique al cable.

Hay que asegurar que el cable haga buen contacto con la brida y tubería, teniendo la precaución de evitar rebabas y aristas especialmente en los tornillos, que puedan dañarlo. Para ello utilizar cinta adhesiva preferiblemente de aluminio.

2.4.6 Válvulas (Fig. 14)

Hay que disponer sobre cada válvula, la longitud adicional de cable que se ha previsto en el diseño. La manera de hacerlo, depende del tipo, tamaño y forma de cada válvula (véanse algunos ejemplos en la figura 14). Hay que aplicar el cable sobre el cuerpo de la válvula, lo más uniforme que se pueda, sin cruzarlo y respetando las distancias mínimas. Si debido al tipo de válvula, no es posible aplicar sobre la misma la longitud prevista, disponer el excedente en espiral, invirtiendo su sentido antes y después de la válvula, para facilitar su mantenimiento. Si existe una parte importante sin aislar (caja de control, volante, etc.), aplicar cable cerca de ella para compensar sus pérdidas.

Algunas válvulas o equipos complejos en línea con las tuberías, pueden tener formas y superficies muy irregulares, que puedan precisar el fijar y cubrir el cable con cinta de aluminio, para mejorar la transferencia de calor y la uniformización de temperaturas.

2.5 Instalación de componentes y accesorios (Fig. 15)

Deben utilizarse los componentes y accesorios adecuados para cumplir los reglamentos eléctricos y normas en vigor.

Para cada tipo de cable, vienen definidos en su hoja técnica correspondiente, los componentes adecuados a utilizar. En cada uno de ellos, se incluyen las instrucciones que deben respetarse para conectar y instalar correctamente el cable.

Nuestros cables calefactores de potencia constante y autorregulantes son de circuito paralelo, por lo que nunca deben conectarse entre sí los dos conductores, ello provocaría un cortocircuito.

2.5.1 Componentes necesarios

Para cada tramo de cable calefactor es indispensable:

- Un kit de sellado final y conexión

En determinados casos serán necesarios kits de empalme en línea, o realizar empalmes a través de una caja y 2 kits de conexión y final. Para realizar derivaciones en T se utilizará una caja y 3 kits de conexión y final.

2.5.2 Método de instalación de los componentes

Deberán respetarse las instrucciones de cada kit como se ha dicho anteriormente y lo indicado en los puntos 2.2 y 2.3.3. Cada extremo se aplicará de la siguiente forma:

Para el cable paralelo de potencia constante, el extremo frío de conexión se fijará con cinta a la tubería, a 50 mm del último punto de contacto del cable instalado para asegurar que la zona calefactora esté en contacto con la superficie a calentar.

Se cortará el extremo de conexión del cable a una longitud adecuada para empalmar a la caja de conexión. Se instalará el kit de protección para atravesar el calorifugado y a continuación el extremo de conexión del kit.

FIGURA 12

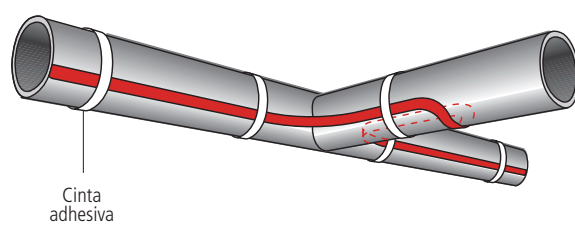


FIGURA 13

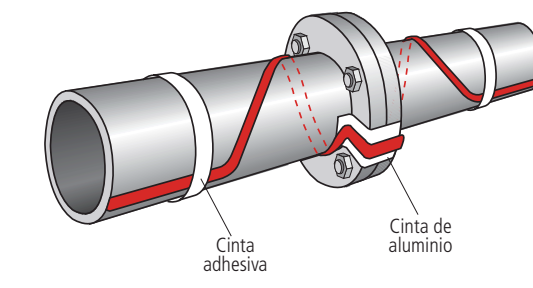


FIGURA 14

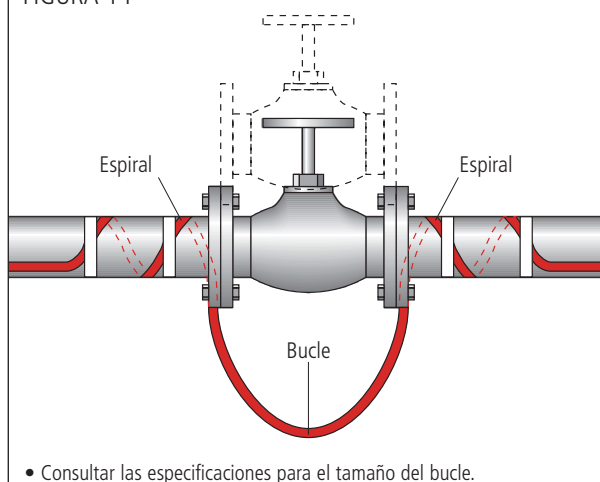


FIGURA 14a

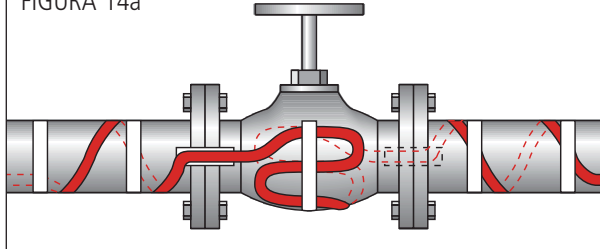
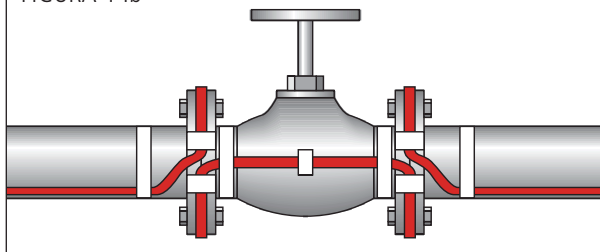


FIGURA 14b



En el extremo final del cable, una vez instalado el extremo final del kit, éste, se fijará con cinta adhesiva a la tubería, para que quede cubierto posteriormente con el calorifugado.

2.5.3 Cajas de conexión y otros accesorios

En un sistema de **TRACEADO eléctrico AKO-TRACE** se utilizan habitualmente cajas de conexión, soportes de fijación a tubería, kits de protección para atravesar el calorifugado, cintas adhesivas, etiquetas de señalización y de identificación.

El tipo o grado de protección de las cajas, ha de ser el adecuado para el entorno donde van a quedar instaladas. En tuberías horizontales y siempre que sea posible, colocar las cajas de conexión en la parte inferior, de manera que tengan un acceso fácil, que no queden expuestas a posibles golpes y donde no sea necesario acceder normalmente. Se procurará que las entradas de cables no queden situadas en la parte superior y se asegurará que los prensaestopas sean los adecuados y queden fijados correctamente. Los taladros que no se utilicen se cerrarán con los tapones correspondientes. Cerrar con sus tapas las cajas de conexión, cuando no sea necesario acceder a ellas.

Los soportes de fijación a tubería, pueden utilizarse para las cajas de conexión y para los controladores de temperatura. Siempre que sea posible, se instalarán de manera que al atravesar el calorifugado sea por la parte inferior de éste, al objeto de evitar la entrada de humedad. De no ser posible, hay que prever el sellado de este punto en el calorifugado.

Los kits de protección para atravesar el calorifugado citados en el punto 2.5.2, se utilizan para proteger el cable durante la instalación del

calorifugado. Se situarán en la parte inferior de la tubería para evitar la penetración de agua, humedad o corrosión en el calorifugado.

Los protectores de silicona son utilizados para proteger los cables de las aristas cortantes, como pueden ser las cubiertas de protección del aislamiento, en bridas, válvulas, bombas, etc.

En los soportes de fijación a tubería y en los kits de protección para atravesar el calorifugado se incluyen sus abrazaderas para fijación sobre la tubería. Al instalarlos, las abrazaderas no deben pinzar el cable calefactor ya que lo dañarían.

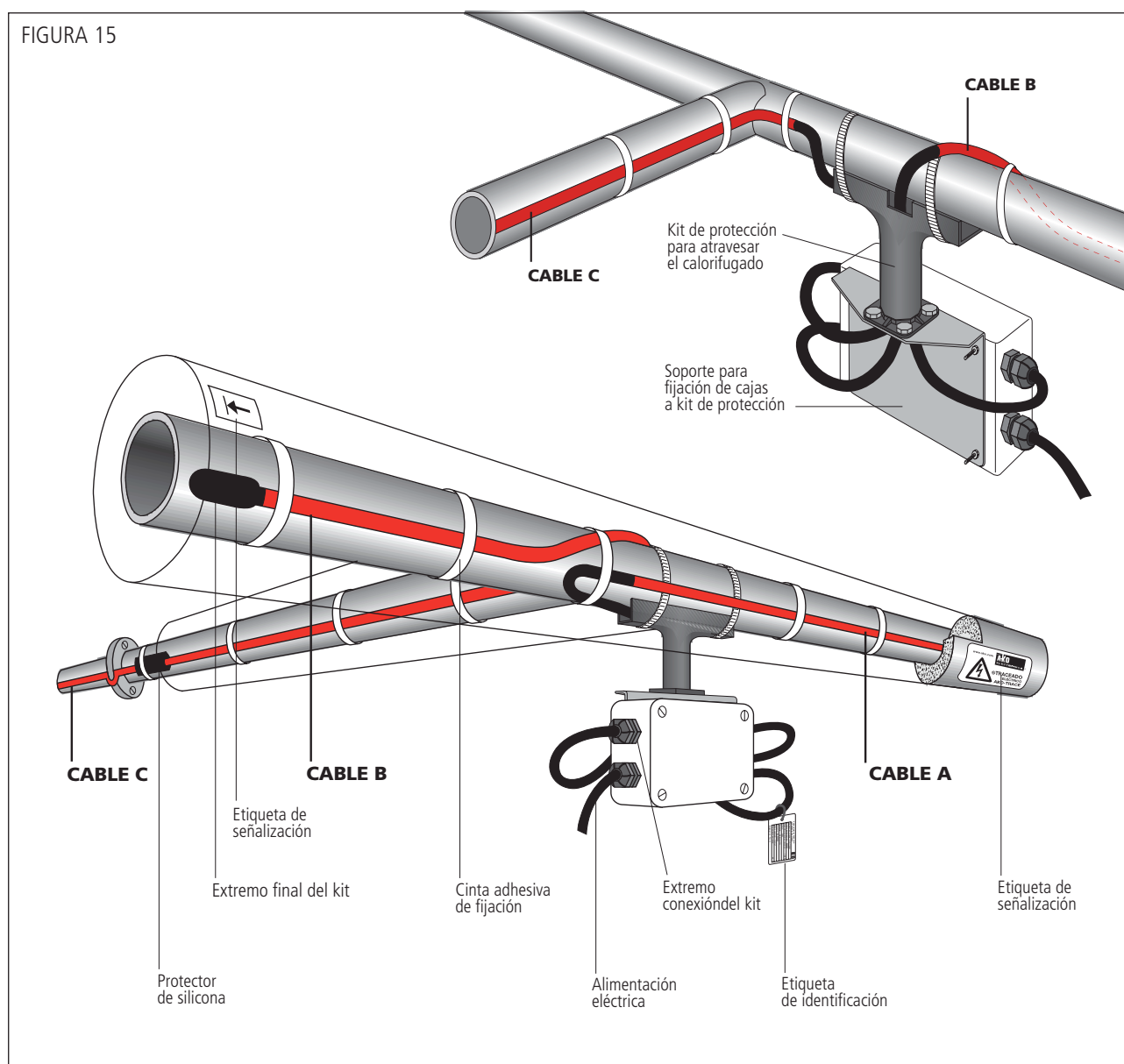
Las cintas adhesivas para fijación, deben ser las adecuadas para resistir las temperaturas y no provocar corrosión en los cables o en las tuberías y/o superficies.

Se suministran unas etiquetas de señalización para colocar sobre la cubierta del calorifugado que indican la existencia de traceado eléctrico debajo del mismo.

Es aconsejable que el instalador deje identificados con etiquetas indelebles, los tramos de cable calefactor, las cajas de conexión y los termostatos. Deberán rotularse de acuerdo con la nomenclatura o codificación que se haya utilizado en la documentación del diseño. Para los tramos de cable calefactor las etiquetas se situarán a la salida de la caja sobre los extremos de conexión. Deben aplicarse de acuerdo con las instrucciones del punto 5.

2.5.4 Sistema típico

En la figura 15 se expone un detalle de instalación típica con los componentes y accesorios más habituales.



3- Alimentación, protecciones y control de temperatura

La instalación eléctrica de alimentación de los circuitos calefactores, deberá cumplir los reglamentos y normas vigentes para el entorno y características de la instalación. Cada circuito calefactor deberá ser alimentado por una línea con las protecciones correspondientes, que deberán estar identificadas de acuerdo con la nomenclatura o codificación utilizada en la documentación de diseño. Si el cable calefactor tiene trenza metálica de protección, ésta, se conectará al conductor de protección (PE) de la instalación.

3.1 Protección de sobreintensidad

La protección eléctrica debe estar de acuerdo con la documentación del proyecto y adecuada para el consumo previsto para cada circuito. Puede realizarse con interruptores magnetotérmicos o bien con fusibles.

3.2 Protección diferencial

Para instalaciones con cable calefactor sin trenza metálica deberá utilizarse un interruptor diferencial con una sensibilidad de 30 mA.

Para instalaciones de cables calefactores con trenza metálica es aconsejable utilizar un interruptor diferencial con una sensibilidad de 30 mA en los siguientes casos:

- En ambientes con atmósfera potencialmente explosiva
- En instalaciones con riesgo de daños mecánicos
- En ambientes húmedos o con riesgo de corrosión
- Cuando se prevean reparaciones o modificaciones frecuentes

También pueden utilizarse otras sensibilidades, debiéndose cumplir los reglamentos y normas vigentes.

3.3 Puesta a tierra

Para conseguir una eficaz puesta a tierra (con conductor de protección PE), se utilizará cable con cubierta de trenza metálica en instalaciones con:

- Tuberías de plástico
- Tuberías de acero inoxidable
- Tuberías pintadas con mala conductividad eléctrica

3.4 Control de temperatura

Controlando las temperaturas se consigue ahorro energético y que el sistema funcione dentro de sus límites de proceso y seguridad.

3.4.0 Consideraciones generales

Durante el diseño, en función de las temperaturas facilitadas para realizar el proyecto, han de haberse previsto las normales de trabajo y las máximas que puedan darse en el sistema, con el objetivo de que estén dentro de los niveles de seguridad. Los límites de temperatura que han de haberse tenido en cuenta, son debido a los fluidos, cables

calefactores y sus componentes, tuberías de plástico, aislamientos térmicos, zonas clasificadas como atmósferas potencialmente explosivas, etc. Se habrá previsto también como controlarlas o asegurarlas.

Los dos sistemas más habituales son:

3.4.1 Por detección de la temperatura ambiente

Al realizar el diseño, se especifica este método para la protección contra las heladas y para mantener niveles de temperatura cercanas a la ambiente o que no sean críticas.

La temperatura puntual máxima, con el sistema estabilizado a la temperatura máxima ambiente de detección del sensor, no debe rebasar la máxima permisible en cualquier punto del sistema.

El sensor de temperatura, se instalará en el lugar donde se prevean las mínimas ambientes, no debe quedar expuesto directamente al sol, ni a la influencia de procesos térmicos u otras temperaturas de la planta.

3.4.2 Por detección de la temperatura superficial

Es muy habitual, que debido a las condiciones de proceso, venga especificado el controlar la temperatura superficial de la tubería. En este caso, en la documentación de diseño, han de estar definidas las zonas de control (grupo de circuitos de cables calefactores controlados por un termostato) y la posición de los sensores en las tuberías.

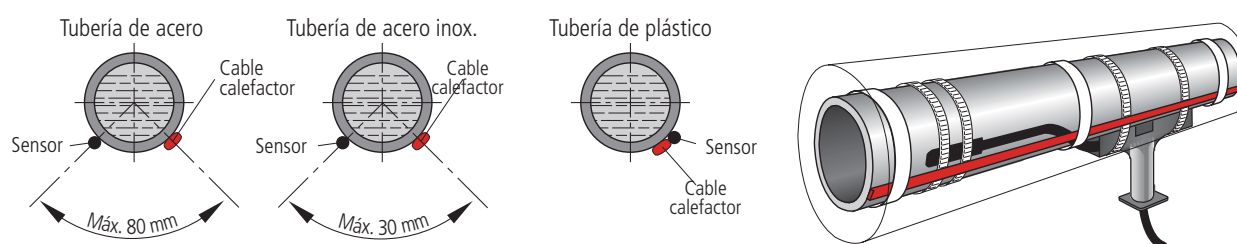
El sensor de temperatura, se fijará paralelo y en buen contacto térmico a la tubería por medio de abrazaderas, prestar atención en no pinzar el cable calefactor. La distancia máxima entre el sensor y el cable calefactor, será de 80 mm para tuberías de acero, 30 mm para tuberías de acero inoxidable y tocando el cable si son de plástico, a no ser que en el diseño, se especifiquen otras condiciones que siempre serían prioritarias a estas instrucciones generales.

Si la función del termostato es la de protección contra temperaturas máximas de exposición desconectando al cable (por ejemplo limpiezas con vapor), el sensor se fijará en el lugar donde se prevean las temperaturas más altas teniendo en cuenta que la regulación no rebase las máximas de trabajo dadas para cada cable.

Al situar el sensor en una tubería, ha de tenerse en cuenta, que no reciba la influencia de puentes térmicos, como soportes, válvulas, bombas, etc. o de zonas con temperaturas distintas a la que se desea mantener, la distancia a estas zonas, no debe ser inferior a 1 m. Si existe más de una zona de control, prestar mucha atención en situar el sensor en la tubería correcta.

Al instalar el capilar o el cable del sensor del termostato, para atravesar el calorifugado, deberán tomarse precauciones para que no sea dañado. Véase por ejemplo la figura 16.

FIGURA 16

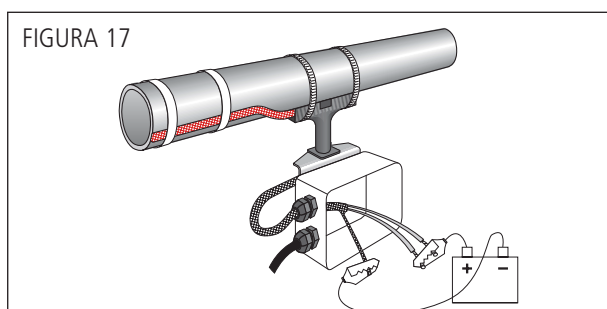


4- Verificaciones después de instalar el cable y antes del calorifugado

Una vez instalado el cable calefactor con sus componentes y accesorios, con el objeto de evitar que hubiera que desmontar posteriormente el calorifugado, hay que realizar, antes de que se inicie su instalación, las siguientes comprobaciones y ensayos:

4.1 Lista de comprobaciones

- La tensión del suministro debe corresponderse con la de los cables y termostatos.
- Es aconsejable que los cables calefactores, cajas y termostatos, queden identificados de acuerdo con la nomenclatura o codificación utilizada en la documentación del diseño.
- Los cables calefactores y los sensores de los termostatos deben estar situados correctamente sobre las tuberías y/o equipos de acuerdo con la documentación de diseño.
- Los cables calefactores, componentes, accesorios y termostatos, deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación.
- Los sensores de los termostatos deben estar fijados en buen contacto con las tuberías y/o equipos.
- Las cajas de conexión deben tener las tapas bien colocadas y los taladros sin utilizar bien cerrados.
- Los extremos de conexión a las cajas, deben pasar a través de los kits de protección para atravesar el calorifugado y tener las longitudes correctas.
- La fijación de los cables a las tuberías y/o equipos debe haberse realizado con los materiales adecuados.
- El cable calefactor debe estar en buen contacto con la tubería y/o equipo sin que queden separaciones entre ambos.
- La distribución del cable sobre las tuberías y/o equipos debe ser proporcionalmente uniforme.



- Los cables calefactores no deben cruzarse ni estar retorcidos.
- Ningún cable calefactor debe estar dañado ni pinzado por las abrazaderas de fijación u otro motivo.

4.2 Ensayos a realizar en cada circuito

Una vez realizadas las comprobaciones del punto 4.1 se pasará a ensayar, en cada circuito, la resistencia de aislamiento y la resistencia eléctrica (ésta, solamente para el cable paralelo de potencia constante). Los valores que se hayan obtenido, deben registrarse en una ficha de ensayo y verificación en obra como la indicada en la pág. 15.

Los ensayos se realizarán en las cajas, antes de conexión de las líneas de alimentación o desconexión de estas.

La resistencia eléctrica se medirá entre los conductores del cable calefactor. Para ensayar la resistencia de aislamiento deberán observarse los procedimientos que se indican a continuación según sea la composición del cable.

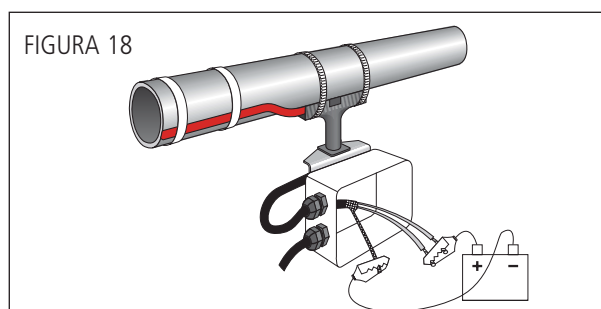
La resistencia de aislamiento se verificará mediante un megóhmetro a 1000 Vcc. Los valores obtenidos han de ser superiores a 20 M Ω para cables con longitud inferior a 75 m, o a $\{(1500 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}) / \text{longitud en m}\}$ para cables con longitudes superiores.

4.2.1 Cables con cubierta metálica trenzada

Medir entre los conductores del cable calefactor y la trenza metálica de puesta a tierra, véase figura 17.

4.2.2 Cables con cubierta metálica trenzada y cubierta exterior de protección

Medir entre los conductores del cable calefactor y la trenza metálica de puesta a tierra, véase figura 18.



5- Calorifugado y señalización sobre el mismo

Una vez pasadas satisfactoriamente las verificaciones del punto 4, es conveniente proceder a la instalación del calorifugado lo antes posible para evitar daños mecánicos y proteger al trazo eléctrico. Recuérdese que el correcto mantenimiento de las temperaturas exige que el calorifugado esté bien instalado y seco, por tanto, es aconsejable tener en cuenta las siguientes recomendaciones y verificaciones:

Es indispensable que se utilice, el tipo, espesor de aislamiento y factor de conductividad "k" que figura en la documentación de diseño, si hubiera algún cambio en este aspecto, habría que recalculas las pérdidas térmicas y analizar de nuevo el proyecto.

Proteger al calorifugado de la penetración de agua y humedades, durante el almacenaje, la manipulación y la instalación. Si la cubierta exterior de protección no se instala inmediatamente, utilícense protecciones temporales.

Hay que tener la precaución, de que no quede aislamiento del calorifugado entre el cable calefactor y la tubería o equipo, ello perjudicaría la transferencia térmica. En válvulas o en superficies muy irregulares, el instalar cinta adhesiva de aluminio sobre el cable es una buena barrera para que ello no se produzca.

Cuando se utilizan dos secciones preformadas en forma de media caña, en una tubería horizontal, el plano de unión de las dos secciones debe quedar en posición horizontal.

Si se utilizan calorifugados de tipo rígido, hay que tener en cuenta que

su diámetro interior, ha de ser el adecuado incluyendo las dimensiones del cable.

Todas las entradas y salidas que crucen el calorifugado, deberán realizarse en la parte inferior y sellarse. Si ello no fuera posible, deberá tenerse mucha precaución en sellarlas adecuadamente contra la penetración de la lluvia.

Aislar y calorifugar todos los puentes térmicos, como pueden ser, soportes, válvulas, bombas, etc. sellándolos y protegiéndolos contra la lluvia. Donde puedan ocurrir escapes en los puntos anteriores, se realizarán taladros de drenaje en la parte inferior.

Cuando se utiliza cubierta metálica de protección con tornillos de fijación, la longitud de éstos, debe ser insuficiente para penetrar en el aislamiento y llegar a dañar el cable calefactor. Al instalar la cubierta, hay que procurar igualmente de no dañar el cable con las rebabas y aristas cortantes.

Al instalar el calorifugado, fijar sobre su cubierta de protección, las etiquetas autoadhesivas de señalización de posición de los extremos finales de los kits. Ello facilitará en caso de averías, la localización de las mismas.

Una vez instalado el calorifugado deben fijarse sobre su cubierta de protección, las etiquetas autoadhesivas de señalización **AKO-717445**, para indicar la existencia de circuitos eléctricos debajo del aislamiento. Las etiquetas se colocarán de tal manera, que sean muy visibles desde el lugar normal de paso y a una distancia máxima entre ellas de 6 metros.

6- Verificaciones de puesta en marcha y documentación

En este apartado se indican las verificaciones a realizar en la puesta en marcha hasta que se cierra la obra con su documentación correspondiente.

6.1 Ensayos a realizar

Se realizará una inspección visual para verificar que se cumplen las recomendaciones del punto 5. Especialmente que no se hayan dañado los cables y que esté bien sellada cualquier posible penetración de lluvia en el calorifugado.

Para cada circuito, se repetirán los ensayos indicados en el punto 4.2 siguiendo los mismos procedimientos. Los valores que se hayan obtenido, no deben diferir substancialmente de los registrados al verificar el citado punto y se registrarán también en la misma ficha de ensayo y verificación en obra. De detectarse alguna anomalía deberá revisarse y modificar si procede, antes de la puesta en marcha.

6.2 Puesta en marcha

- 1- Para la puesta en marcha se tendrán en cuenta las observaciones indicadas en las verificaciones anteriores.
- 2- Asegurar antes de la puesta en marcha, que la instalación de alimentación eléctrica, cumple las normas y reglamentos eléctricos en vigor.
- 3- Comprobar o realizar la identificación de las protecciones de los circuitos.
- 4- Graduar los termostatos a unos 5 °C sobre la temperatura ambiente o de las tuberías en el momento de la comprobación. Recuérdese que una vez verificados los circuitos, los termostatos han de quedar ajustados a la temperatura de diseño.
- 5- Conectar el interruptor general teniendo desconectados los interruptores individuales de los circuitos.

7- Utilización

Cualquier modificación de la instalación y/o proceso comportará la revisión de la documentación de diseño (proyecto) asociada a esta instalación, ya que puede verse alterada la seguridad de la misma.

8- Modificaciones, reparaciones y mantenimiento

Es importante para que un sistema de **@TRACEADO eléctrico AKO-TRACE** mantenga con el tiempo sus prestaciones funcionales y de seguridad, que en las modificaciones, reparaciones y mantenimiento, de tuberías, cables, calorifugado y demás componentes del sistema, se apliquen los procedimientos adecuados y se respeten los intervalos, verificaciones, y ensayos.

8.1 Modificaciones

En caso de producirse cualquier modificación en el sistema, sea dimensional o de condiciones de proceso, obliga a revisar, chequear y modificar si fuera necesario, el diseño de la parte afectada. Para proceder a la modificación, se respetarán las indicaciones y verificaciones de estas instrucciones. Se registrarán y modificarán los datos en la documentación del sistema.

8.2 Reparaciones

Las reparaciones pueden ser necesarias en tuberías, equipos y calorifugado o bien en los cables calefactores y accesorios:

8.2.1 En tuberías, equipos y calorifugado

Desconectar el cable calefactor y protegerlo de posibles daños mecánicos o térmicos durante los trabajos de reparación de la tubería, equipo o calorifugado. Comprobar que se ha instalado correctamente de acuerdo con estas instrucciones al terminar la reparación y volver a colocar el calorifugado según se indica en el apartado **5**. Al realizar tareas de modificación, reparación o mantenimiento deberá rellenarse una ficha de inspección como la indicada en la pág. 15, utilizando únicamente la parte que proceda.

Asegurarse del buen funcionamiento de las protecciones eléctricas.

6- Ir conectando cada circuito y comprobar:

- El correcto funcionamiento de su protección diferencial
- Medir el voltaje y la intensidad
- Que el termostato desconecta correctamente (si debido a la lentitud fuera necesario, bajar su ajuste)

7- Una vez realizadas las comprobaciones de los circuitos de cada zona de control, ajustar el termostato a la temperatura de diseño que se desea mantener (cuando se utilizan termostatos de ambiente para sistemas de protección contra la helada se dejarán ajustados a 6 °C si no viene especificado otro valor). Anotar la temperatura de ajuste en la hoja de datos.

8- Si fuera conveniente y posible, comprobar que las tuberías y/o equipos lleguen a la temperatura de trabajo que se desea mantener, y que actúa correctamente el termostato. Comprobar las diferentes temperaturas en la zona de control y reajustar el termostato si fuera necesario.

9- Los valores obtenidos se registrarán de acuerdo con lo indicado en el punto 6.3.

6.3 Documentación

Los datos obtenidos en las fases **4.2**, **6.1** y **6.2**, se registrarán en unas fichas de ensayo y verificación en obra como la indicada en la pág. 15 pudiéndose incluir con la documentación final actualizada del cierre de obra. Ésta, será facilitada al usuario quien la tendrá disponible para posibles modificaciones, reparación y mantenimiento de tuberías, o cualquier incidencia posterior.

En las fichas de ensayo y verificación en obra se registrarán los datos o valores en las unidades que se indican en las mismas.

Como modificación del proceso quedan incluidas:

- La temperatura máxima de proceso en operación.
- La temperatura máxima a la que puede estar expuesto el cable (limpiezas de vapor, etc.).

8.2.2 En cables calefactores

Como en cualquier instalación eléctrica, un cable dañado puede facilitar la penetración de humedad o corrosión que podría provocar un cortocircuito con el consiguiente riesgo de incendio, por ello, hay que sustituirlo inmediatamente. Antes de hacerlo, es importante analizar la causa que ha motivado la avería, corrigiendo el defecto para evitar se produzca de nuevo.

La reparación de un cable calefactor, sólo debe hacerse con los kits y componentes originales AKO, respetando las instrucciones que en ellos se suministran. Se procederá cortando la parte dañada substituyéndola por un tramo de cable nuevo, utilizando para ello, el kit o sistema de empalme especificado para cada tipo de cable.

8.3 Mantenimiento

En general se recomiendan inspecciones periódicas a intervalos que no superen los dos años, sin embargo deberán hacerse con más frecuencia cuando las condiciones de trabajo, seguridad, corrosión, humedad, etc. lo aconsejen. En instalaciones de protección contra la helada o en las que su funcionamiento va muy ligado a las condiciones climáticas, se recomienda realizarlas anualmente antes de que lleguen éstas. Se realizará siempre una inspección, después de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento en tuberías, equipos o aislamiento.

Comprobar regularmente el buen funcionamiento de las protecciones eléctricas y de los termostatos, así como las etiquetas de identificación indicadas en el punto **2.5.3**, éstas deben mantenerse legibles, en caso necesario deben reemplazarse.

El procedimiento de inspección será el mismo que para el punto **6** y se registrará igualmente en unas fichas de inspección como la indicada en la pág. 15, utilizando únicamente la parte que proceda.

9-Instrucciones específicas para zonas clasificadas como atmósferas potencialmente explosivas utilizando cables paralelo de potencia constante

Si un sistema de **TRACEADO eléctrico AKO-TRACE**, o parte de él, ha de ser instalado o atravesar una zona clasificada como atmósfera potencialmente explosiva, **además de lo indicado en los apartados anteriores**, hay que asegurar para esta zona, las instrucciones y verificaciones especificadas en este apartado.

Los instaladores eléctricos o de traceado que intervengan en la obra, han de ser cualificados y competentes, con los conocimientos y normas de seguridad para trabajar en zonas clasificadas como atmósferas potencialmente explosivas.

9.1 A la recepción de materiales

Verificar que los cables calefactores, sus kits de sellado final y conexión, cajas, termostatos, prensaestopas, y resto de material eléctrico, está certificado y es adecuado para la clasificación de zona y temperatura. Los modos de protección habitualmente utilizados son:

- Cables calefactores con sus kits de conexión y final: "e"
- Cajas de conexión: "e"
- Termostatos o control de temperatura: "d", "e" ó "i"
- Prensaestopas: "e" ó "d"

Tabla de temperaturas máximas de trabajo (cable conectado) de acuerdo con las normas EN 60079-0 y EN 60079-7

Temp. máx. superficial del cable calefactor		T185 °C	T135 °C	T100 °C	T85 °C
Temp. de ignición del gas o vapor		>200 °C (T3)	>135 °C (T4)	>100 °C (T5)	>85 °C (T6)
Potencia a 230 V s/ tipo de cable	10 W/m (AKO-70110)	167	108	65	46
	15 W/m (AKO-70115)	155	90	40	-
	20 W/m (AKO-70120)	140	72	-	-
	25 W/m (AKO-70125)	129	53	-	-
	30 W/m (AKO-70130)	115	-	-	-
	35 W/m (AKO-70135)	98	-	-	-
	40 W/m (AKO-70140)	84	-	-	-

Cuando no se indica temperatura es que no es utilizable.

Tabla de temperaturas máximas de trabajo (cable conectado) de acuerdo con las normas EN 60079-0 y EN 60079-7

Temp. máx. superficial del cable calefactor		T210 °C	T200 °C	T135 °C	T100 °C	T85 °C
Temp. de ignición del gas o vapor		>300 °C (T2)	>200 °C (T3)	>135 °C (T4)	>100 °C (T5)	>85 °C (T6)
Potencia a 230 V s/ tipo de cable	10 W/m (AKO-71110)	190	185	113	70	50
	15 W/m (AKO-71115)	185	179	97	49	-
	20 W/m (AKO-71120)	168	162	78	-	-
	25 W/m (AKO-71125)	161	155	60	-	-
	30 W/m (AKO-71130)	150	143	40	-	-
	35 W/m (AKO-71135)	132	125	-	-	-
	50 W/m (AKO-71150)	91	82	-	-	-

Cuando no se indica temperatura es que no es utilizable.

9.2 Con relación al diseño

Al realizar el diseño y seleccionar los cables calefactores adecuados, ha de haberse tenido en cuenta:

- El emplazamiento debe ser de:
 - Clase I y las Zonas 1 ó 2 (para gases o vapores)
 - Clase II y las Zonas 21 ó 22 (para polvos combustibles)
- Materiales de los cables **AKO-701xx** y **AKO-711xx**: Aislamiento de silicona, con cubierta exterior de fluorpolímero FEP.
- La temperatura máxima de la superficie (tubería, depósito, etc.) sobre la cual estará aplicado el cable calefactor.

La temperatura máxima de la superficie la definimos como **temperatura máxima de trabajo** (estando el cable conectado). Bajo estas condiciones de trabajo, la temperatura superficial del cable calefactor, nunca rebasará la temperatura correspondiente a la temperatura de ignición del gas o vapor de la zona.

En el apartado **9.4** viene definido como asegurar que no se sobrepasen las temperaturas máximas de trabajo.

Grupo, categoría y código de los cables:

- AKO-701xx: $\text{Ex II 2 GD Ex e IIC T3..T6 Gb}$
Ex tb IIIC T185 °C..T85 °C Db IP66 -40 °C ≤ Ta ≤ +60 °C
- AKO-711xx: $\text{Ex II 2 GD Ex e IIC T2..T6 Gb}$
Ex tb IIIC T210 °C..T85 °C Db IP66 -40 °C ≤ Ta ≤ +60 °C

Temperatura máxima de exposición:

- AKO-701xx: 180 °C (cable desconectado)
- AKO-711xx: 200 °C (cable desconectado)

Rango de temperatura ambiente para su utilización: -40 °C a +60 °C

9.3 Con relación a la instalación de cables y componentes

Para la instalación del cable calefactor, deberá utilizarse únicamente el kit de conexión y final certificado juntamente con el cable, su referencia viene indicada en la hoja técnica de los cables. Deben respetarse las instrucciones que acompañan a cada kit.

Téngase en cuenta que cualquier instalación, reparación o modificación, que se realizara sin cumplir estas instrucciones y las específicas de cada elemento de la instalación, invalidaría su certificado.

9.3.1 Identificación del tramo calefactor en la instalación

Las etiquetas de identificación se han de colocar antes de instalar el calorifugado, y antes de rellenar la ficha de instalación. Cada tramo calefactor de una instalación ha de tener una etiqueta de identificación **AKO-71751**, rellenada con lápiz, con los siguientes datos que se indican en negrita:

- Referencia del cable: **AKO La indicada en la bobina.** (Cada bobina indica la referencia del cable).
- Número de fabricación: **El indicado en la bobina.** (Cada bobina de cable indica un número de fabricación (Nº) que será el que deberá constar en la etiqueta).
- Temperatura máxima de exposición: **La indicada en la bobina ___ °C.** (Es la temperatura máxima que permiten los materiales que componen el cable).
- Voltaje: **230 V o el indicado en la documentación del proyecto.**
- Potencia: **La indicada en la bobina o en la documentación del proyecto ___ W/m ±7%.** (Cada bobina de cable indica la potencia en W/m a 230 V que deberá constar en la etiqueta si no se especifica otra potencia en la documentación del proyecto).
- Proyecto: **Número o referencia del proyecto.**
- Tramo calefactor: **El indicado en la documentación del proyecto.**

Ejemplo de una etiqueta rellena:

IDENTIFICACION TRAMO CALEFACTOR AKO	
Referencia del cable:	AKO-71110
Número de fabricación:	000000
Temperatura máxima exposición:	200 °C
Voltaje:	230 V
Potencia:	10 W/m ±7%
Proyecto:	RV-000000
Tramo calefactor:	1/C1/L1
Temperatura de trabajo:	40 °C
TRACEADO eléctrico AKO-TRACE	

Grupo y categoría:	Ex II 2 GD	CE 0163
Ex tb IIIC T 85 °C IP 66 Ex eb IIC T 6		
Ta: -40 °C / +60 °C		
Temperatura máxima de trabajo:		50 °C
Año de fabricación: 2012		
Certificado número: LOM 03ATEX2013 X		
AKO Electromecánica, S.A.L.		
Av. Roquetes, 30-38		
08812 S. PERE DE RIBES (Barcelona) Spain		
Tel. (34) 938 142 700 www.ako.com		

-Temperatura de trabajo: **La indicada en la documentación del proyecto** ___ °C.

-**Ex** II 2 GD: Protección contra explosiones, grupo y categoría del producto, para atmósfera explosiva debida a gases, vapores, nieblas y polvos combustibles.

-**CE** 0163: El producto es conforme con todos los requisitos esenciales y procedimientos de evaluación previstos por el Derecho comunitario. El número corresponde a la identificación del organismo notificado.

-**Ex tb IIIC T ___ °C IP 66**: Protección mediante envoltorio para instalación en Zonas 21 y 22. **Cuando proceda, anotar la temperatura superficial máxima indicada en la documentación del proyecto.**

-**Ex eb IIC T ___**: Protección para instalación en zonas 1 y 2. **Cuando proceda, anotar la clase de temperatura indicada en la documentación de proyecto**

-Temperatura máxima de trabajo: **La indicada en las tablas del punto 9.2 de estas instrucciones de instalación o la indicada en la documentación del proyecto** ___ °C.

Según la temperatura de ignición del gas o vapor, la referencia del cable y el voltaje de 230 V, éste posee una temperatura máxima de trabajo que se especifica en las tablas citadas anteriormente o en la documentación del proyecto.

-Año de fabricación: Indicado en la bobina

-Certificado número: **LOM** _____ **X** (indicado en la bobina)

Se anotará el nº de certificado que indica la etiqueta del cable.

La X significa que su instalación se ha de realizar según estas instrucciones de instalación.

9.4 Protecciones y control de temperaturas

9.4.1 Protecciones

Los interruptores y diferenciales que protegen circuitos instalados en zonas clasificadas, deberán estar situados en el panel con una indicación de que en caso de actuar alguno de ellos, no debe conectarse de nuevo, hasta que se haya investigado la causa por personal cualificado y realizada la corrección si procede.

La protección eléctrica del cable debe satisfacer el anexo D de la norma EN 60079-7:

Sistemas de puesta a tierra TT y TN:

Se utilizará un dispositivo de protección de corriente residual que responda con una intensidad de corriente que no exceda de 300 mA.

Preferentemente se usarán dispositivos de corriente residual con una intensidad de corriente de respuesta de 30 mA.

El tiempo de apertura del dispositivo no excederá de 5 s bajo la intensidad de corriente residual de respuesta asignada ni de 0,15 s bajo 5 veces dicha intensidad de corriente residual de respuesta.

Sistemas de puesta a tierra IT:

Se utilizará un dispositivo de control de aislamiento que desconectará la alimentación cuando la resistencia de aislamiento no supere 50 Ω/V respecto de la tensión asignada.

9.4.2 Control de temperatura por sistema estabilizado

Un sistema con fluido estático está estabilizado a una determinada temperatura ambiente, cuando la potencia de entrega del cable o cables calefactores aplicados, es exactamente igual a las pérdidas de la tubería o equipo a través del aislamiento térmico debido a la diferencia entre su temperatura y la ambiente. En esta situación de estabilización, es imposible que se incremente la temperatura de la tubería, puesto que aumentarían sus pérdidas y serían superiores a la potencia que pueden aportar los cables, como se ve, ello es totalmente imposible.

Para utilizar este método de control de temperatura máxima, en el diseño ha de haberse tenido en cuenta, que la temperatura de estabilización de la tubería o equipo a un ambiente de 40 °C (o a la ambiente máxima que pudiera darse si fuera mayor). La temperatura de estabilización, no ha de ser superior, a la máxima de trabajo del cable seleccionado para la temperatura de ignición del gas o vapor (ver tablas del apartado 9.2)

El termostato para controlar la temperatura a mantener, si lo hay, no puede utilizarse como control de la temperatura máxima de seguridad. Ésta, se controla calculando que la temperatura de estabilización de la tubería o equipo en el caso más desfavorable, no rebase la temperatura máxima de trabajo del cable calefactor para la temperatura de ignición del gas o vapor.

9.4.3 Control de temperatura con termostato limitador de seguridad

Este método de control de temperatura, consiste en la utilización de un termostato doble o bien de dos termostatos. Uno para controlar la temperatura a mantener y otro de seguridad, para limitar que la temperatura de la tubería o equipo no rebase la máxima de trabajo del cable calefactor, para la temperatura de ignición del gas o vapor.

Los dos termostatos deben ser independientes.

El termostato limitador de temperatura de seguridad, únicamente debe ser posible rearmarlo manualmente y con la ayuda de una herramienta. En caso de avería de éste o su sensor, el contacto debe cortar la alimentación del cable calefactor antes de que llegue a la temperatura máxima de seguridad.

Los sensores se instalarán íntimamente fijados sobre la superficie a calentar (en tuberías, paralelos a ésta). El del limitador se situará en el punto donde se prevea la temperatura máxima de proceso y su termostato se regulará a la temperatura máxima de trabajo del cable calefactor para la temperatura de ignición del gas o vapor de la zona, o a la temperatura que se indique en la documentación del proyecto. El sensor de regulación de temperatura se situará en el punto más adecuado para el proceso y su termostato se regulará a la temperatura que se desea mantener.

Una vez ajustado el termostato limitador debe ser bloqueado y sellado. No debe ser susceptible de modificarse posteriormente en servicio. Si puesto en servicio dispara, antes de rearmarlo, es necesario analizar la causa que ha motivado su actuación y realizar las correcciones que sean necesarias.

9.5 Ficha de ensayo y verificación en obra

En la ficha de ensayo y verificación en obra de la página 15 deberá completarse el emplazamiento en el punto 1 y las etiquetas de identificación del punto 9.

9.6 Modificaciones y reparaciones

Si además de lo expuesto en los apartados **8.1** y **8.2**, hubieran modificaciones como, clasificación de la zona de riesgo, materiales peligrosos que se manipulan, o bien en las condiciones de proceso o dimensionales, deberá verificarse la validez de todas las condiciones del diseño. Será necesario realizar y registrar los cambios si los hubiera, en la docu-

mentación del proyecto con las nuevas verificaciones realizadas. Cualquier reparación deberá realizarse de acuerdo con estas instrucciones y las específicas con las que cada componente ha sido certificado. Cuando ello no pueda conseguirse, deberá reemplazarse el componente dañado por uno de nuevo. Cuando en el diseño e instalación inicial, se han fijado y cubierto los cables sobre las válvulas y equipos complejos en línea con cinta adhesiva de aluminio para bajar y uniformizar las temperaturas superficiales, deberán respetarse exactamente los mismos criterios al realizar una reparación. Se realizará una inspección, para que la reparación sea correcta las condiciones de trabajo las mismas que en el diseño inicial

10- Instrucciones específicas para zonas clasificadas como atmósferas potencialmente explosivas utilizando cables paralelo autorregulantes

Si un sistema de **@TRACEADO eléctrico AKO-TRACE**, o parte de él, ha de ser instalado o atravesar una zona clasificada como atmósfera potencialmente explosiva, **además de lo indicado en los apartados anteriores**, hay que asegurar para esta zona, las instrucciones y verificaciones especificadas en este apartado.

Los instaladores eléctricos o de traceado que intervengan en la obra, han de ser cualificados y competentes, con los conocimientos y normas de seguridad para trabajar en zonas clasificadas como atmósferas potencialmente explosivas.

10.1 A la recepción de materiales

Verificar que los cables calefactores, sus kits de sellado final y conexión, cajas, termostatos, prensaestopas, y resto de material eléctrico, está certificado y es adecuado para la clasificación de zona y temperatura.

Los modos de protección habitualmente utilizados son:

- Cables calefactores con sus kits de conexión y final: **"e"**
- Cajas de conexión: **"e"**
- Termostatos o control de temperatura: **"d"**, **"e"** ó **"i"**
- Prensaestopas: **"e"** o **"d"**

10.2 Con relación al diseño

Al realizar el diseño y seleccionar los cables calefactores adecuados, ha de haberse tenido en cuenta:

- El emplazamiento debe ser de:
 - Clase I y las Zonas 1 ó 2 (para gases o vapores)
 - Clase II y las Zonas 21 ó 22 (para polvos combustibles)
- La temperatura superficial máxima del cable calefactor (clase de temperatura) nunca rebasará la temperatura de ignición del gas o vapor de la zona.

10.3 Con relación a la instalación de cables y componentes

Para la instalación del cable calefactor, deberá utilizarse únicamente el kit de conexión y final certificado juntamente con el cable, su referencia viene indicada en la hoja técnica de los cables. Deben respetarse las instrucciones que acompañan a cada kit.

Téngase en cuenta que cualquier instalación, reparación o modificación, que se realizara sin cumplir estas instrucciones y las específicas de cada elemento de la instalación, invalidaría su certificado.

10.4 Protecciones y control de temperaturas

10.4.1 Protecciones

Los interruptores y diferenciales que protegen circuitos instalados en zonas clasificadas, deberán estar situados en el panel con una indicación de que en caso de actuar alguno de ellos, no debe conectarse de nuevo, hasta que se haya investigado la causa por personal cualificado y realizada la corrección si procede.

La protección eléctrica del cable debe satisfacer el anexo D de la norma EN 60079-7:

Sistemas de puesta a tierra TT y TN:

Se utilizará un dispositivo de protección de corriente residual que responda con una intensidad de corriente que no exceda de 300 mA.

Preferentemente se usarán dispositivos de corriente residual con una intensidad de corriente de respuesta de 30 mA.

El tiempo de apertura del dispositivo no excederá de 5 s bajo la intensidad de corriente residual de respuesta asignada ni de 0,15 s bajo 5 veces dicha intensidad de corriente residual de respuesta.

Sistemas de puesta a tierra IT:

Se utilizará un dispositivo de control de aislamiento que desconectará la alimentación cuando la resistencia de aislamiento no supere $50 \Omega / V$ respecto de la tensión asignada.

10.4.2 Control de temperatura por sistema estabilizado

Un sistema con fluido estático está estabilizado a una determinada temperatura ambiente, cuando la potencia de entrega del cable o cables calefactores aplicados, es exactamente igual a las pérdidas de la tubería o equipo a través del aislamiento térmico, debido a la diferencia entre su temperatura y la ambiente. En esta situación de estabilización, es imposible que se incremente la temperatura de la tubería, puesto que aumentarían sus pérdidas y serían superiores a la potencia que pueden aportar los cables, como se ve, ello es totalmente imposible.

Para utilizar este método de control de temperatura máxima, en el diseño ha de haberse tenido en cuenta, que la temperatura de estabilización de la tubería o equipo a un ambiente de 40 °C (o a la ambiente máxima que pudiera darse si fuera mayor). La temperatura de estabilización, no ha de ser superior, a la máxima de trabajo del cable seleccionado para la temperatura de ignición del gas o vapor.

El termostato para controlar la temperatura a mantener, si lo hay, no puede utilizarse como control de la temperatura máxima de seguridad. Esta, se controla calculando que la temperatura de estabilización de la tubería o equipo en el caso más desfavorable, no rebase la temperatura máxima de trabajo del cable calefactor para la temperatura de ignición del gas o vapor.

10.4.3 Control de temperatura con termostato limitador de seguridad

Este método de control de temperatura, consiste en la utilización de un termostato doble o bien de dos termostatos. Uno para controlar la temperatura a mantener y otro de seguridad para limitar que la temperatura de la tubería o equipo no rebase la máxima de trabajo del cable calefactor, para la temperatura de ignición del gas o vapor.

Los dos termostatos deben ser independientes.

El termostato limitador de temperatura de seguridad, únicamente debe ser posible rearmarlo manualmente y con la ayuda de una herramienta. En caso de avería de éste o su sensor, el contacto debe cortar la alimentación del cable calefactor antes de que llegue a la temperatura máxima de seguridad.

El sensor de regulación de temperatura se instalará en el punto más adecuado para el proceso y su termostato se regulará a la temperatura que se desea mantener. Se fijará sobre la superficie a calentar (en tuberías, paralelos a esta).

El sensor del termostato del limitador se instalará en el punto donde se prevea la temperatura máxima de proceso, y su termostato se regulará con una disminución de 5°C respecto a la temperatura superficial máxima del cable calefactor (clases de temperatura T6, T5, T4, T3), o a la temperatura que se indique en la documentación del proyecto. Se fijará sobre el cable calefactor.

El termostato limitador después de su ajuste, debe ser bloqueado y sellado. No debe ser susceptible de modificarse posteriormente en servicio. Si puesto en servicio dispara, antes de rearmarlo, es necesario analizar la causa que ha motivado su actuación y realizar las correcciones que sean necesarias.

10.5 Ficha de ensayo y verificación en obra

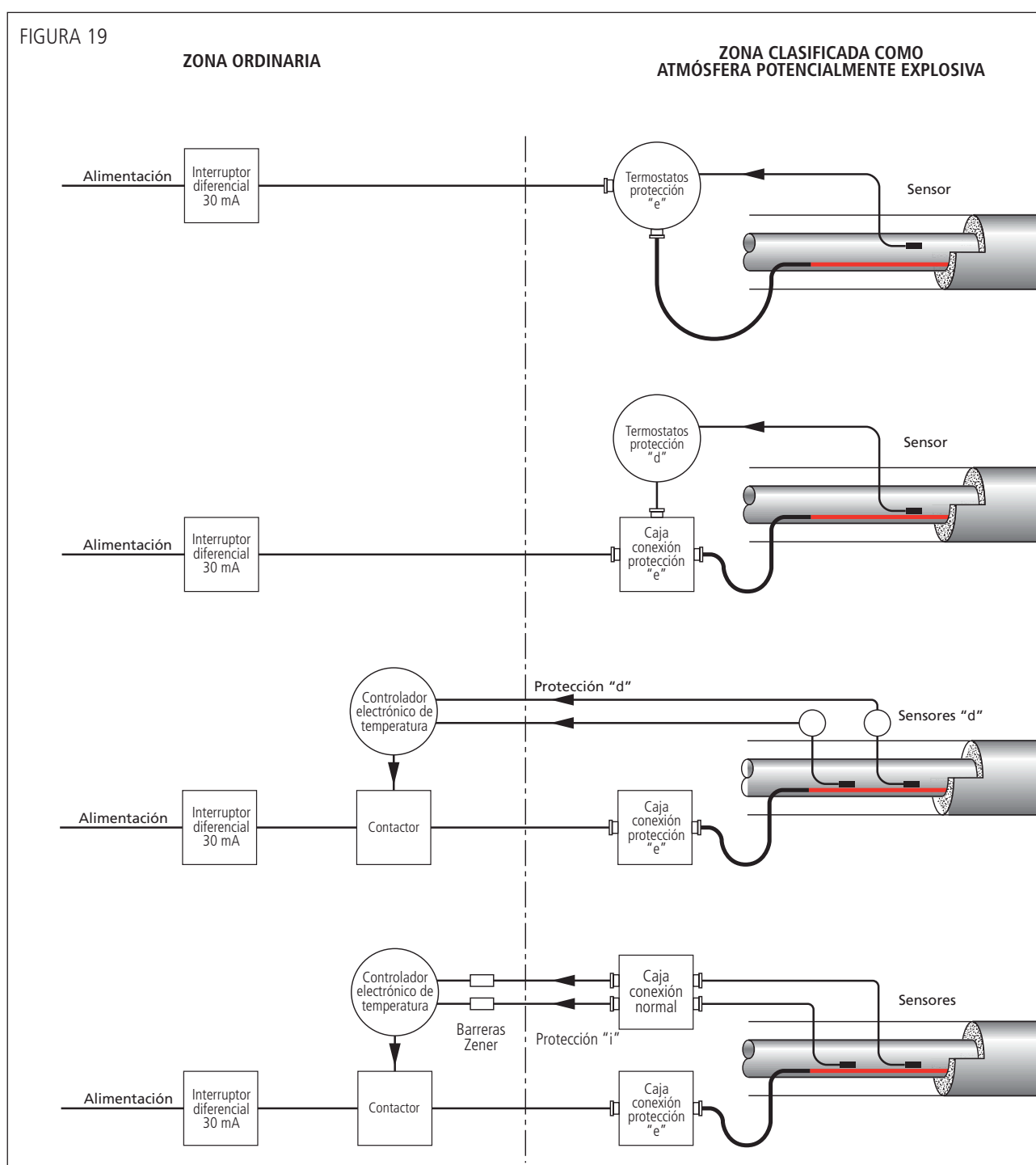
En la ficha de ensayo y verificación en obra de la página 15 deberá completarse el emplazamiento en el punto 1.

10.6 Modificaciones y reparaciones

Si además de lo expuesto en los apartados 8.1 y 8.2, hubieran modificaciones como, clasificación de la zona de riesgo, materiales peligrosos que se manipulan, o bien en las condiciones de proceso o dimensionales, deberá verificarse la validez de todas las condiciones del diseño. Será necesario realizar y registrar los cambios si los hubiera, en la documentación del proyecto con las nuevas verificaciones realizadas.

Cualquier reparación deberá realizarse de acuerdo con estas instrucciones y las específicas con las que cada componente ha sido certificado. Cuando ello no pueda conseguirse, deberá reemplazarse el componente dañado por uno de nuevo.

Cuando en el diseño e instalación inicial, se han fijado y cubierto los cables sobre las válvulas y equipos complejos en línea con cinta adhesiva de aluminio para bajar y uniformizar las temperaturas superficiales, deberán respetarse exactamente los mismos criterios al realizar una reparación. Se realizará una inspección, para que la reparación sea correcta y las condiciones de trabajo las mismas que en el diseño inicial.



Sistema de @TRACEADO eléctrico AKO-TRACE

FICHA DE ENSAYO Y VERIFICACIÓN EN OBRA: RV- _____ Hoja: _____

Si el resultado de la medida no es posible, o no procede, indicar: /. En la casilla que proceda marcar con: X

ANTES DE CALORIFUGAR				
1 Emplazamiento Cable calefactor: Grupo y categoría	Zona ordinaria: Si No	Temp. ignición del gas o vapor: > °C (T)		
	II 2 GD Zona 1 ó 2 Zona 21 ó 22	Polvo combustible: TMin °C y TMic °C		
2 Tramo de cable calefactor		Temperatura máxima superficial del cable calefactor: T °C		
3 Código o referencia del cable calefactor				
4 Tubería o equipo				
5 Ratio aplicado (m cable / m tubería)				
6 Resistencia de aislamiento a 1000 Vcc	MΩ	MΩ	MΩ	MΩ
7.1 Resistencia del tramo de cable calefactor	Ω	Ω	Ω	v
7.2 Longitud tramo calefactor (autorregulante)	m	m	m	m
8 Situación del sensor correcta	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
En caso de ser Zona 1, 2, 21 ó 22 es indispensable:				
9 Etiqueta de identificación cumplimentada	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Si procede antes de la puesta en marcha: Ensayo y verificación en obra del cuadro eléctrico y cableado. Si No

PUESTA EN MARCHA				
¡Atención! Inspeccionar cada circuito de forma individual (desconectando el resto de circuitos) comprobando que el termostato asociado al mismo actúa correctamente				
10 Resistencia de aislamiento a 1000 Vcc	MΩ	MΩ	MΩ	MΩ
11 Resistencia del tramo de cable calefactor	Ω	Ω	Ω	Ω
12 Etiquetas de señalización colocadas	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
13 Kits, prensaestopas y cajas adecuados	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
14 Ajuste del termostato de control	°C	°C	°C	°C
15 Termostato de seguridad (de rearme manual)	°C	°C	°C	°C
16 Nº de circuito o ref. magnetotérmico				
17 Calibre magnetotérmico adecuado	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
18 Voltaje en armario eléctrico	V	V	V	V
19 Interruptor diferencial: Sensibilidad	mA	mA	mA	mA
20 Prueba del diferencial realizada	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
21 Voltaje en bornes de conexión	V	V	V	V
22 Intensidad en régimen de trabajo	A	A	A	A

MEGÓHMETROS A 1000 Vcc UTILIZADOS: AKO Empresa: _____ s/Hoja: _____
 VOLTÍMETROS Y MEDIDORES RESISTENCIA: AKO Empresa: _____ s/Hoja: _____
 AMPERÍMETROS UTILIZADOS: AKO Empresa: _____ s/Hoja: _____

Denominación	Número	Calibración: Fecha de caducidad

Notas y observaciones: _____

	ANTES DE CALORIFUGAR			PUESTA EN MARCHA		
	Nombre	Fecha	Firma	Nombre	Fecha	Firma
Inspector						
Jefe proyecto						
Cliente						

11- Guía para la detección y reparación de averías

Se exponen a continuación las anomalías que pudieran surgir. Si siguiendo los procedimientos de esta guía persiste el problema, aconsejamos consulten a nuestro servicio técnico.

11.1 Actúa la protección eléctrica (magnetotérmico o fusible)

Puede ser debido a:

11.1.1 Avería eléctrica motivada por:

- a-cable calefactor dañado
- b-derivación o empalme incorrecto
- c-extremo final de línea incorrecto
- d-conexión a caja incorrecta

Acción correctiva: Localizar y reparar (véase nota al final)

11.1.2 Circuito sobredimensionado

Acción correctiva: Redimensionar o redefinir el circuito (si se precisan protecciones de mayor potencia, comprobar que el cable de alimentación esté bien dimensionado)

11.1.3 Protección eléctrica defectuosa

Acción correctiva: Reemplazarla

11.2 Actúa el interruptor diferencial

Puede ser debido a:

11.2.1 Fuga a masa motivada por:

- a-cable calefactor dañado
- b-derivación o empalme incorrecto
- c-extremo final de línea incorrecto
- d-conexión a caja incorrecta

Acción correctiva: Localizar y reparar (véase nota al final)

11.2.2 Humedad excesiva en:

- a-caja de conexión
- b-derivación o empalme en línea
- c-extremo final de línea

Acción correctiva: Secar e inmediatamente sellar contra la humedad. Verificar de nuevo la resistencia de aislamiento.

11.2.3 Corriente de fugas debido a una excesiva demanda de potencia o longitud del cable calefactor

Acción correctiva: Redefinir sin sobrepasar las longitudes máximas del cable, adecuando protecciones y potencia.

11.2.4 Anomalía en los bornes principales

Acción correctiva: Revisar si concuerda con documentación

11.2.5 Interruptor diferencial defectuoso

Acción correctiva: Reemplazarlo

NOTA:

Para la localización de las averías aconsejamos seguir las siguientes fases:

- 1- Inspección visual en conexiones, empalmes en línea y extremos final de línea.
- 2- Buscar los posibles daños en el cable en:
 - a) Válvulas, bombas, bridas y soportes
 - b) Zonas donde se han realizado reparaciones o mantenimiento
- 3- Localizar síntomas de deterioro del calorifugado o de su cubierta de protección.
- 4- Si realizadas las fases 1, 2 y 3 no se ha conseguido localizar la avería:
 - a) Consultar a nuestro servicio técnico
 - b) Si está autorizado (zona ordinaria), cortar en dos el circuito y verificar cada tramo para localizar la zona dañada. Retirar el calorifugado para localizar la avería

11.3 Potencia del cable débil o nula

Puede ser debido a:

11.3.1 Voltaje nulo o insuficiente motivado por:

- a- Actuada la protección de sobreintensidad o el diferencial
- b- Bornes flojos en las cajas de conexión
- c- Fallo de suministro eléctrico

Acciones correctivas: Aplicar el voltaje adecuado

- a- Seguir el procedimiento de los apartados 11.1 y 11.2
- b- Reapretar los bornes (reemplazarlos si han sufrido un recalentamiento)
- c- Buscar donde está el fallo y reparar la parte dañada

11.3.2 El termostato de control está conexionado en posición de contacto normalmente abierto.

Acción correctiva: Reconexionar en posición de contacto normalmente cerrado.

11.3.3 Resistencia eléctrica excesiva en:

- a- caja de conexión
- b- derivaciones o empalmes en línea

Acción correctiva: Localizar y reparar. Reapretar los bornes o reemplazarlos si han sufrido un recalentamiento.

11.4 Baja temperatura en la tubería

Puede ser debido a:

11.4.1 Humedad en el calorifugado

Acción correctiva: Reemplazarlo por un aislamiento seco de acuerdo con la especificación y que quede perfectamente protegido.

11.4.2 Regulación incorrecta o mal funcionamiento

Acción correctiva: Verificar que la situación de los sensores de temperatura sea correcta, regular o reparar

11.4.3 Error de diseño

Acción correctiva: Verificar los parámetros de diseño con un experto y modificar respetando las recomendaciones de AKO.