

Instalación y operación

Cables de calefacción en paralelo autorregulados y sistemas de instalación **en tuberías**.

Introducción

El presente manual de instrucciones BARTEC de instalación y operación le proporcionará informaciones importantes sobre las calefacciones adicionales eléctricas en tuberías. Se refiere exclusivamente al uso de cables de calefacción en paralelo autorregulados de BARTEC. El contenido de este manual de instrucciones se dirige esencialmente a las personas encargadas de planificar, instalar, operar y mantener las calefacciones adicionales eléctricas.

Cláusula de reserva

Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones técnicas. Las eventuales modificaciones, errores u omisiones de este documento no podrán constituir base alguna para reclamaciones de daños y perjuicios. Deberán cumplirse las normas y leyes aplicables a los componentes y sistemas de seguridad, además de seguirse las correspondientes instrucciones de los manuales de uso y montaje.

Índice

1. Instalación y operación	2
2. Selección del cable de calefacción y diseño del proyecto	2
3. Almacenamiento	2
4. Montaje	2 - 6
4.1 Montaje preparación	2
4.2 Montaje del cable monohilo de calefacción	3 - 5
4.3 Montaje de accesorios	6
4.4 Aceptación y prueba	6
5. Regulación de la temperatura	7
6. Aislamiento térmico	7
7. Suministro de tensión y dispositivo de protección eléctrica	8
8. Pruebas y puesta en funcionamiento	8
9. Operación y mantenimiento	9
10. Comportamiento en caso de fallos	10 - 11
10.1 Disparo del fusible automático	10
10.2 Disparo del interruptor diferencial residual	10
10.3 Potencia calorífica reducida o inexistente	11
10.4 La potencia calorífica parece ser correcta, pero la tubería se encuentra por debajo de la temperatura deseada	11
11. Protocolo de aceptación	12



1. Instalación y operación

i AVISO

Durante el montaje y el mantenimiento de los cables de calefacción autorregulados de BARTEC y de sus sistemas de instalación, cualesquiera que sean las circunstancias, han de respetarse las siguientes indicaciones. El incumplimiento de estas indicaciones puede causar graves peligros para las personas y la integridad de las instalaciones. La garantía de BARTEC tendrá únicamente validez si se siguen estrictamente todas las indicaciones y recomendaciones contenidas en este manual de instrucciones, así como las indicaciones de instalación y montaje que acompañan a los productos.

Para realizar un montaje correcto de los cables de calefacción BARTEC, han de emplearse los juegos de conexión, enlace y terminación de BARTEC. Tales juegos se han desarrollado expresamente para los cables de calefacción BARTEC y han sido objeto de homologación por diferentes centros de control y ensayo.

- Un montaje inapropiado de la calefacción adicional y de sus componentes conexos o un daño en el cable de calefacción pueden provocar, cuando se encuentran en funcionamiento, un cortocircuito y riesgo de incendio.
- No conecte nunca entre sí los dos cables de alimentación del cable de calefacción - ¡peligro de cortocircuito!
- Proteja de las condiciones ambientales el elemento calefactor autorregulado que envuelve ambos cables de alimentación. Dicho elemento plástico negro es conductor de la electricidad y debe tratarse en consecuencia.
- Para fijar los cables de calefacción autorregulados, no emplee cintas adhesivas que contengan PVC/VC.
- Durante el montaje y mantenimiento de los cables de calefacción eléctricos, se ha de respetar en cada caso la normativa nacional en vigor, así como las disposiciones en materia de seguridad vigentes.
- Son ejemplos ilustrativos de las normas y directivas vigentes para el uso de calefacciones adicionales eléctricas en zonas potencialmente explosivas IEC o EN 60079-30-1 Atmósfera explosiva - Parte 30-1: Calefacciones adicionales por resistencia eléctrica - Requisitos generales y ensayos.
IEC o EN 60079-30-2 Atmósfera explosiva - Parte 30-2: Calefacciones adicionales por resistencia eléctrica - Guía de aplicación para su diseño, instalación y mantenimiento.
IEC o EN 60079-14 Atmósfera explosiva - Parte 14: Diseño, selección y construcción de instalaciones eléctricas
IEC o EN 61241-14 Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvo combustible - Parte 14: Selección e instalación.

2. Selección del cable de calefacción y diseño del proyecto

Antes de montar una calefacción adicional eléctrica, el instalador ha de verificar si el diseño del proyecto de calefacción adicional es el correcto. En particular, han de verificarse los siguientes puntos:

- Documentación completa del diseño del proyecto, instrucciones de servicio e instrucciones de montaje.
- Selección correcta del cable de calefacción y de los accesorios teniendo en cuenta:
 - pérdida de calor calculada
 - temperatura de trabajo máx. permisible
 - temperatura ambiente máx. permisible
 - clase de temperatura
 - longitud

3. Almacenamiento

Recepción del material

- Compruebe que el albarán de entrega de mercancías se corresponde con la mercancía suministrada.
- Inspeccione los cables de calefacción y accesorios suministrados por si se hubieran producido daños por el transporte.
- Debe llevarse a cabo una medición de aislamiento de los cables de calefacción.

Almacenamiento

- Los cables de calefacción y las piezas de conexión deben almacenarse en un lugar limpio y seco.
- Durante su almacenamiento, debe evitarse especialmente el contacto con productos químicos y petroquímicos.
- Durante su almacenamiento, ha de garantizarse que los cables de calefacción estén protegidos de daños mecánicos.
- La temperatura de almacenamiento no debe estar por debajo de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ni superar los $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- En el caso de que los cables de calefacción y piezas de conexión se almacenen, aunque sea por un corto período de tiempo, en un lugar húmedo o en el lugar de montaje, habrán de protegerse en cualquier caso y de manera efectiva de la humedad (p. ej. colocando una terminación).

4. Montaje

4.1 Montaje preparación

4.1.1 Planificación en el tiempo

- El montaje de la calefacción adicional eléctrica ha de coordinarse en el tiempo con otros trabajos de montaje, en concreto con el montaje de las tuberías, de la instalación eléctrica y del aislamiento térmico.
- Todos trabajos de montaje en las tuberías deben estar completamente terminados.
- Los ensayos de presión y de materiales en las tuberías deberán haber concluido antes de iniciarse el montaje de la calefacción adicional eléctrica.
- Los tubos y superficies pintados y esmaltados deben estar totalmente secos al iniciarse el montaje. Un secado completo y una completa liberación de gases no se darán por concluidos hasta pasadas aprox. 3 semanas.

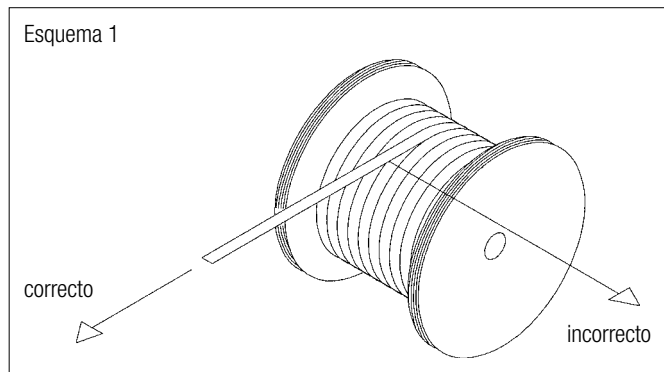
4.1.2 Comprobaciones antes del montaje

- Poco antes de iniciar el montaje, realice una medición de la resistencia del aislamiento del cable de calefacción (tensión de prueba recomendada de 1500 VCC, resistencia de aislamiento de al menos 20 MΩ).
- Compruebe que material que precisa para el montaje de la calefacción adicional eléctrica se encuentra en su totalidad y en perfecto estado en el lugar de montaje.
- Compruebe especialmente, si el marcado del cable de calefacción y los componentes se corresponde con la documentación del proyecto (lista de material) y con los certificados de ensayo.
- Con la ayuda de las instrucciones de instalación que acompañan a los productos, compruebe que dispone de todas las herramientas necesarias.
- Planifique la disposición del cableado de calefacción inspeccionando las tuberías que se ha de calentar.
- Compruebe con cuidado si existen bordes afilados o irregularidades que puedan dañar el cable de calefacción y elimínelos.

4.2 Montaje del cable de calefacción o cable de calefacción en paralelo

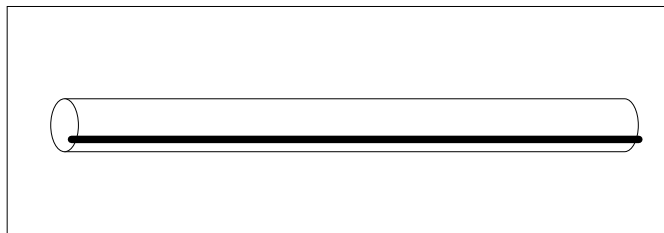
4.2.1 Manipulación del cable de calefacción

- Disponga un soporte estable para la bobina de cable de calefacción cuando desenrolle el cable.
- Tire en línea recta del cable de calefacción para extraerlo de la bobina.
- No doble ni aplaste la cinta calefactora, no la disponga sobre bordes afilados.
- No pise ni circule con un vehículo sobre el cable de calefacción; no lo utilice como lazo de apoyo.
- Los extremos del cable de calefacción deben ir siempre provistos de protección.



4.2.2 Montaje del cable de calefacción

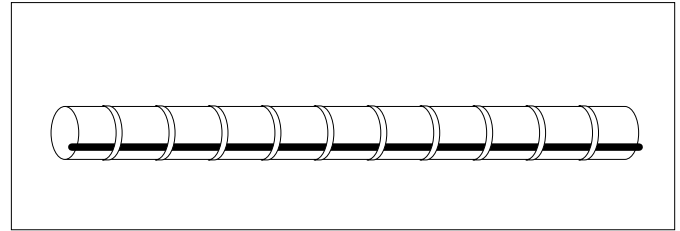
- En principio, disponga el cable de calefacción estirado sobre el tubo. Hacerlo así le ahorrará un valioso tiempo de montaje, le ayudará a evitar los errores de montaje de un complicado cableado en espiral y podrá prevenir daños al cable de calefacción durante los trabajos de aislamiento térmico. Además, una disposición del cable estirado le permitirá posteriormente localizar sin dificultad el cable de calefacción.



- Disponga el cable de calefacción en espiral solo en el caso de que el diseño del proyecto lo prescriba expresamente.
- Para garantizar una buena transmisión térmica, ha de colocarse el cable de calefacción tendido plano a lo largo de toda su longitud. De ser necesario pueden reducirse las distancias entre los puntos de fijación.
- No corte el cable de calefacción hasta después de haberlo tendido sobre el tubo y haberlo fijado. La potencia calorífica del cable de calefacción (W/m) no se ve afectada por cortarlo a medida in situ. Una vez cortado el cable, han de protegerse de manera eficaz sus extremos de la infiltración de humedad (p. ej. pegándolos o con una tapa de terminación).
- Al tender el cable, prevea la longitud adicional que necesitará para pre-fabricar conexiones, ramales en T y terminaciones (para cada uno de ellos aprox. 0,5 m).
- En el caso de montar el cable de calefacción sobre tubos o depósitos de plástico, conviene revestir el cable con una lámina de aluminio antes del montaje. Ello contribuirá a una mejor distribución del calor y a proteger el plástico de daños.

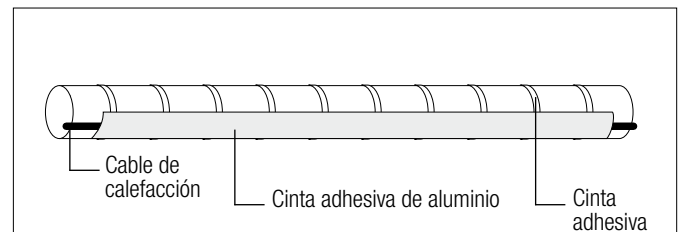
4.2.3 Fijación

- Fije con cinta adhesiva el cable de calefacción por lo menos cada 200 mm.



- Al elegir el medio de fijación apropiado, tenga en cuenta las siguientes indicaciones:

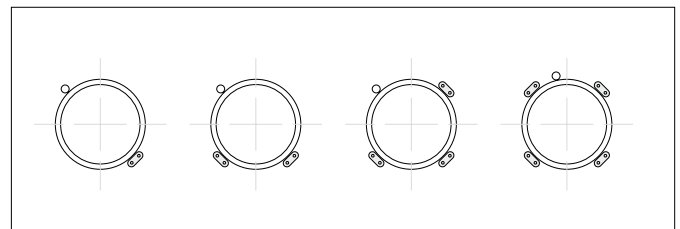
- Fije el cable de calefacción preferentemente con cintas adhesivas BARTEC
- Si utiliza sujetacables, piense en disponer de una resistencia térmica y resistencia suficientes frente a las alteraciones químicas.
- No utilice fijaciones metálicas.
- No utilice nunca cinta aislante de PVC ni cintas adhesivas que contengan PVC o VC.
- La cinta adhesiva de aluminio mejora la transmisión térmica y la distribución del calor (recomendada en tubos de acero inoxidable).



- Si instala calefacción para tubos de plástico, una cinta adhesiva de aluminio o una lámina de aluminio, por debajo o bien por debajo y por encima del cable de calefacción, contribuirán a una mejor transmisión térmica y distribución del calor. La cinta calefactora deberá colocarse en medio de la cinta adhesiva de aluminio.
- Los cables de calefacción deben estar en estrecho contacto.

4.2.4 Tendido estirado

- Tienda el cable de calefacción sobre el tubo aproximadamente en la posición de reloj «cuatro y media» o «siete y media».



- Tienda el cable de calefacción junto al tubo en horizontal, pero no en el punto inferior.
- Tienda el cable de calefacción junto al tubo en horizontal, pero tampoco en la mitad superior del tubo, a menos que el diseño del proyecto así lo prescriba. De esta manera, evitará daños mecánicos al cable de calefacción, p. ej. si el personal de montaje se desliza sobre el tubo. Por otra parte, por motivos de distribución del calor es preferible no tender el cable de calefacción en la mitad superior del tubo, esta disposición solo es útil para determinadas aplicaciones.



4.2.5 Colocación en la valvulería, bridas y bombas

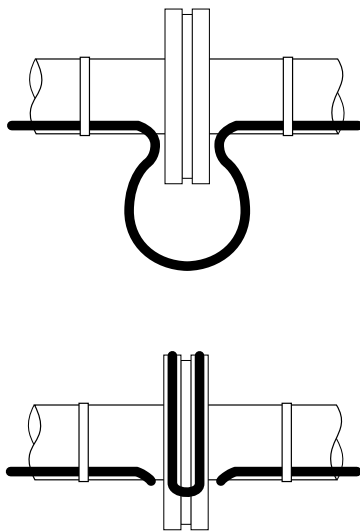
- Al colocar el cable de calefacción, preste atención a respetar siempre el radio de curvatura mínimo homologado. (PSB = 25 mm/HSB = 25 mm)



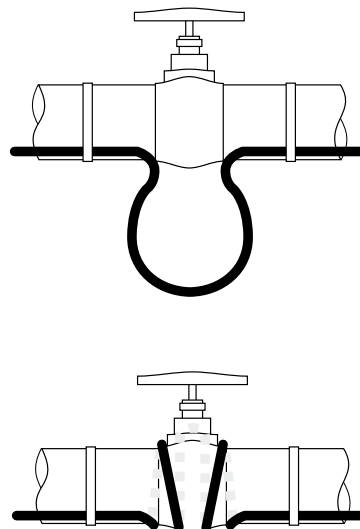
No está permitido doblar de canto el cable de calefacción.

- En la valvulería, válvulas, etc., el cable de calefacción debe colocarse siempre de manera que sea fácilmente accesible al realizar trabajos de reparación y mantenimiento y pueda reemplazarse, no debiendo seccionarse por error los circuitos de calefacción. La manera idónea de conseguirlo es dejando el cable de calefacción en forma de lazo suficientemente amplio.
- Si se producen pérdidas térmicas importantes en torno a la valvulería, a las válvulas, etc. habrá de aumentarse la longitud requerida del circuito de calefacción. Esta necesidad adicional habrá de verse reflejada en el diseño del proyecto.
- Encontrará ejemplos típicos de tendido en los siguientes gráficos:

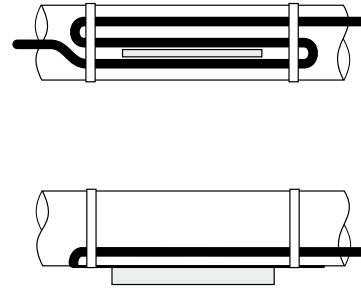
Colocación en bridas



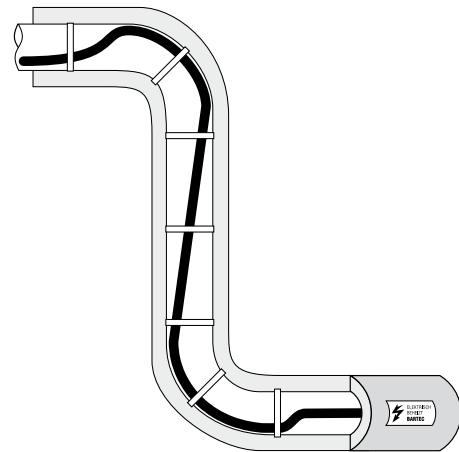
Colocación en válvulas



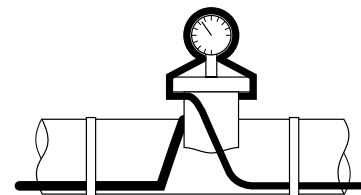
Colocación en puntos fijos



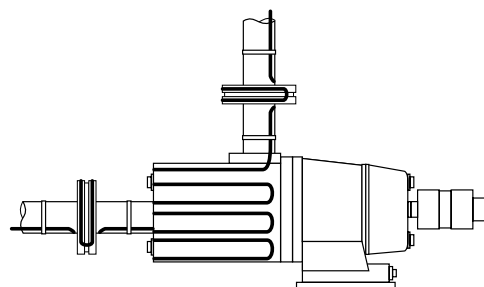
Colocación en codos



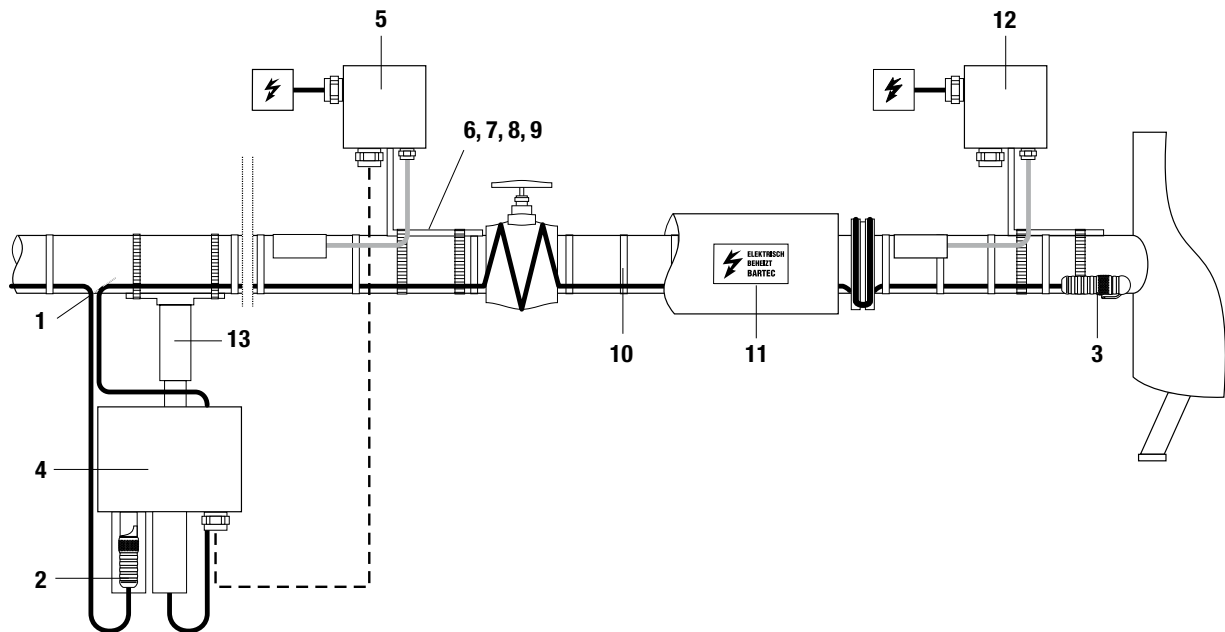
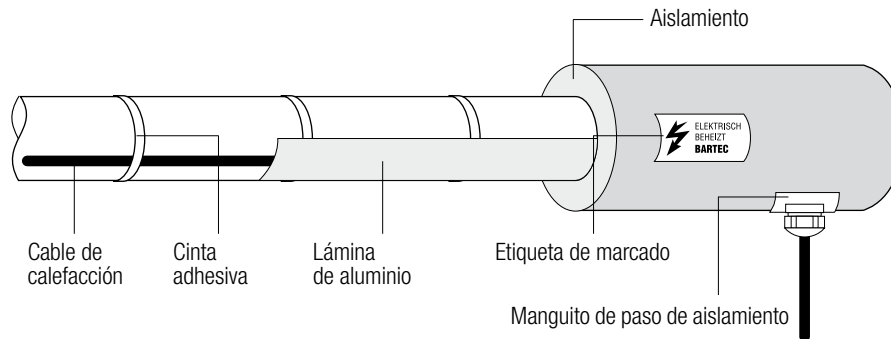
Colocación en manómetros



Colocación en bombas



Montaje básico



- 1 Cable de calefacción en paralelo
- 2 PLEXO conexión de caja
- 3 PLEXO terminación
- 4 Caja de conexión Ex e
- 5 Control de temperatura BSTW
- 6 Ángulo de montaje
- 7 Placa de montaje
- 8 Abrazadera para ángulo de montaje
- 9 Manguitos tensores para banda de separación
- 10 Cinta adhesiva de fibra de vidrio
- 11 Etiqueta de marcado «Calefactado por electricidad»
- 12 Control de temperatura BSTW para alarma extra (opcional)
- 13 Ángulo de montaje (en la imagen = acero inoxidable, opcional)



4.3 Montaje de accesorios

4.3.1 Accesorios del sistema BARTEC

Para realizar el montaje completo de un circuito de calefacción, además de cable de calefacción por lo general se precisan los siguientes accesorios del sistema:

- Conexión del cable de calefacción
- Cables de conexión
- Terminación del cable de calefacción
- Accesorios de fijación del cable de calefacción
- Conductos de paso del aislamiento térmico
- Etiquetas de marcado «Calefactado por electricidad»

Eventualmente, de manera adicional podrán precisarse más accesorios del sistema:

- Enlace del cable de calefacción
- Ramal en T del cable de calefacción
- Caja de conexión/caja del ramal en T
- Ángulo de montaje y placa de montaje para la caja de conexión o caja del ramal en T
- Dispositivos reguladores BARTEC

AVISO

Utilice exclusivamente accesorios originales de BARTEC, solo así podrá cumplir con la normativa técnica existente y las homologaciones.

El uso de los accesorios originales constituye una condición previa a un eventual ejercicio de la garantía.

Siga con precisión las indicaciones de montaje y las indicaciones técnicas que figuran en los prospectos de cada uno de los accesorios. Esto es necesario para garantizar un montaje sin errores.

4.3.2 Montaje de accesorios

- Antes de instalar la conexión eléctrica, monte la terminación y el enlace del cable de calefacción.
- Monte la caja de conexión de manera que sea fácilmente accesible.
- Al colocar la caja de conexión, cerciórese de que las inserciones en la caja que cuentan con uniones atornilladas para el cable y el cable de calefacción no apunten hacia arriba.
- Al montar las conexiones, asegúrese de poder utilizar los recorridos existentes del cableado.
- Durante el montaje, deje cerradas las cajas de conexión todo el tiempo que sea posible para evitar que entre suciedad y humedad en estas.
- Tras montar la terminación, el enlace, el ramal en T y la conexión, verifique que los ha instalado correctamente midiendo la resistencia del aislamiento.

Tras montar las cajas. verifique si:

- ha empleado las uniones atornilladas y tapones ciegos apropiados y homologados y si los ha montado correctamente.
- las uniones atornilladas y los tapones ciegos han quedado bien fijados.
- la caja ha quedado bien fijada al ángulo de montaje.
- Cerciórese de haber cumplido los requisitos contenidos en los certificados de ensayo.

4.4 Aceptación y prueba

Modo de llevarlas a cabo

ATENCIÓN

Antes de aplicar el aislamiento térmico ha de verificarse el montaje de los circuitos de calefacción.

Proceda como sigue:

- Cerciórese de haber colocado correctamente el cable de calefacción, en concreto
 - de haber dispuesto el cable de calefacción plano y a ras del tubo o depósito, de haber puesto cable de calefacción adicional suficiente en las bridas, válvulas, bombas y otra valvulería,
 - de que el cable de calefacción no presenta daños y de que no se ha colocado por debajo de las abrazadera de tubo.
- Verifique si ha montado adecuadamente las conexiones, terminaciones, los enlaces, ramales en T y las cajas de conexión, así como los reguladores y sensores de temperatura (inspección visual).
- Complete la documentación relativa a las tuberías, indicando la posición del cable de calefacción, así como la de las conexiones, terminaciones, enlaces y ramales en T.
- Antes de montar el aislamiento térmico, efectúe una medición de la resistencia del aislamiento en todos los circuitos de calefacción (Sección 8).
- El correcto montaje y funcionamiento de la calefacción adicional eléctrica ha de confirmarse por medio del protocolo de aceptación (Sección 13).

AVISO

Si no haber rellenado por completo el protocolo de aceptación no podrá ejercerse el derecho a reclamar la garantía.



5. Regulación de la temperatura

i AVISO

Los cables de calefacción autorregulados de BARTEC se han sometido a una prueba de envejecimiento térmico, que corresponde a una prueba de potencia de vida útil (IEEE 515, CSA) para dispositivos de uso en aplicaciones industriales y en zonas potencialmente explosivas. Con esta prueba pretende garantizarse una potencia mínima del equipo calefactor. Si los cables de calefacción autorregulados de BARTEC operan fuera de los valores límite indicados en las fichas de datos, se producirá como efecto una pérdida de potencia (W/m). La temperatura de diseño no podrá volver a alcanzarse.

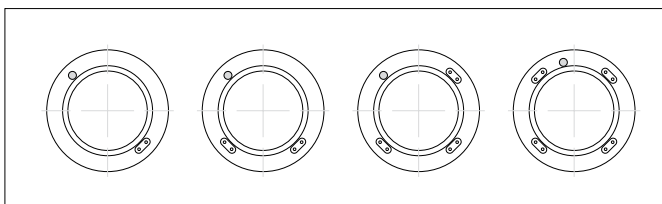
Cuando se realiza una prueba significativa, se registran la temperatura, tensión y corriente. A continuación se comparan los valores medidos con las indicaciones de potencia que figuran en la ficha de datos.

Selección del regulador de temperatura

- De manera general, se recomienda en uso de una regulación de temperatura. Los valores de regulación vendrán determinados por la documentación del proyecto.
- En caso de existir prescripciones de temperatura precisas, será obligatorio usar una regulación en todo caso.
- Al seleccionar el regulador de temperatura apropiado, en particular deberán conformarse a las prescripciones del correspondiente uso los siguientes datos técnicos:
 - Tensión de funcionamiento
 - Corriente nominal
 - Banda de regulación de la temperatura
 - Temperatura máx. homologada/Temperatura del sensor máx. homologada
 - Protección IP
 - Protección contra explosiones, en caso necesario
 - Certificado de ensayo
- En términos generales, por razones de eficiencia energética conviene utilizar un regulador con sensor de contacto.
- Antes de proceder a su montaje, cerciórese de que el regulador de temperatura empleado se corresponde con las prescripciones técnicas y el diseño.

Regulador de temperatura con cable de sensor

- En las calefacciones adicionales de la tubería, el sensor de temperatura no debe colocarse en la inmediata proximidad del cable de calefacción.



- Al fijar el sensor de temperatura, ha de asegurarse de que exista una buena transmisión térmica entre el sensor y el tubo (p. ej. empleando cinta adhesiva de aluminio o bien pasta térmica).
- Por regla general, el sensor de temperatura se instala al menos a 2 m de distancia de la valvulería, bridas, bombas y puntos de soporte.
- Observe las indicaciones de montaje del correspondiente regulador de temperatura.

- Deje cerrada la caja de los reguladores de temperatura durante el montaje el mayor tiempo posible, para evitar la infiltración de suciedad y humedad.
- Asegúrese de que la tapa de la caja quede bien fijada, así como de que el sellado quede limpio.
- Utilice uniones atornilladas y tapones ciegos que se ajustan a las prescripciones técnicas y a los certificados de ensayo y verifique su estanqueidad.

6. Aislamiento térmico

i AVISO

Antes de aplicar el aislamiento térmico, compruebe si se ha llevado a cabo y se ha registrado un ensayo de aceptación del montaje.

Montaje del aislamiento térmico

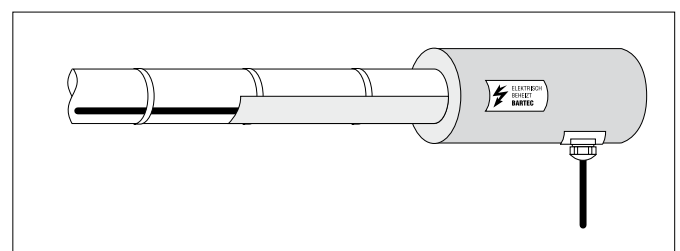
El funcionamiento fiable y la eficiencia de una calefacción adicional eléctrica dependen fundamentalmente de un montaje adecuado y profesional del aislamiento térmico.

Han de observarse cuidadosamente los siguientes factores:

- Verifique que el aislamiento térmico (tipo, grosor del aislamiento) se corresponde con el diseño del proyecto. En ningún caso debe montarse un aislamiento térmico no conforme con el diseño del proyecto, en tal caso dejaría de garantizarse el correcto funcionamiento de la calefacción adicional.
- Realice el montaje del aislamiento térmico a ser posible tanto pronto como haya montado la calefacción adicional, con objeto de reducir al mínimo los daños potenciales al cable de calefacción.
- Utilice exclusivamente material de aislamiento seco, ya que la humedad merma su eficiencia y comprometería el funcionamiento de la calefacción adicional.
- Al montar el aislamiento térmico, asegúrese de que el cable de calefacción no resulte dañado.
- Utilice exclusivamente conductos de paso de aislamiento térmico BARTEC al instalar los conductos de paso de los cables de calefacción y cables de conexión.
- Haga estanco el aislamiento térmico en todas las zonas de contacto entre el chapado y las inserciones (de las válvulas, puntos de sujeción). El conjunto del aislamiento debe realizarse de manera que garantice su impermeabilidad al agua.
- Una vez montado el aislamiento térmico, efectúe una nueva medición de la resistencia del aislamiento en cada circuito de calefacción, con el objeto de asegurarse de que el cable de calefacción no ha resultado dañado durante el montaje.

Marcado

- Indique en el manto exterior del aislamiento térmico con etiquetas de marcado «Calefactado por electricidad» a distancias de separación de un máximo de 3 metros, que adviertan al personal de mantenimiento de la existencia de una calefacción adicional eléctrica.





7. Suministro de tensión y dispositivo de protección eléctrica

Tensión nominal

- Se dispone de cables de calefacción BARTEC para diferentes tensiones nominales. Puede obtener información al respecto a través de las fichas técnicas de BARTEC y de BARTEC.
- Debe utilizar cada cable de calefacción únicamente con la tensión nominal prevista para él.

Dispositivo de protección - sobreintensidad

- Para protegerse frente a la sobreintensidad de corriente, utilice únicamente fusibles automáticos que ajusten al diseño del proyecto y a la documentación técnica de BARTEC. De no hacerlo pueden producirse disparos erróneos en los fusibles automáticos, o puede poner en riesgo la eficacia de la protección de sobreintensidad.
- De utilizar otros fusibles diferentes de los que se encuentran en el diseño del proyecto y en la documentación técnica de BARTEC, póngase, por favor, en contacto con la Oficina Técnica de BARTEC.

Dispositivo de protección - Corriente de fuga

- Para limitar el calentamiento por causa de un disfuncionamiento de la conexión a tierra y de corrientes de fuga a tierra, debe instalarse adicionalmente el siguiente dispositivo de protección de sobreintensidad:

En un sistema TT o TN, debe emplearse un dispositivo de protección de corrientes de fuga, cuya corriente de referencia, corriente de reacción y corriente de fuga no sobrepase 100 mA. Son preferibles dispositivos de protección de corriente de fuga de 30 mA. El tiempo de desconexión máximo de la instalación no debe sobrepasar 5 s con corriente de referencia, corriente de reacción y corriente de fuga, con quintuple corriente de referencia, corriente de reacción y corriente de fuga el tiempo de desconexión no deberá sobrepasar 0,15 s (ver EN 60079-14 y IEC 60755).

- Generalmente, para dar eficacia a esta medida de protección se emplea un cable de calefacción con tela de protección. Ha de incluirse dicha tela de protección en las medidas de protección. Esto es válido, en particular, para todas las calefacciones adicionales en tubos (tubos de plástico, tubos revestidos) y superficies no conductores eléctricamente.



ATENCIÓN

Al aplicar las medidas de protección eléctrica, ha de observarse la respectiva normativa técnica del país.

8. Pruebas y puesta en funcionamiento

Pruebas

La realización progresiva de pruebas en la calefacción adicional a lo largo de su montaje y operación servirá para evitar los costes adicionales en que se incurre por identificar tardíamente los errores de instalación y montaje. Dado que los costes de montaje de la calefacción adicional y el aislamiento térmico superan con creces los costes del cable de calefacción, deberían seguirse las siguientes fases de prueba.

La medición de la resistencia del aislamiento se realiza en las siguientes momentos:

- Prueba preliminar**
Poco antes de iniciar el montaje del cable de calefacción en el propio lugar de montaje.
- Ensayo de aceptación**
tras completar el montaje del circuito de calefacción o antes de aplicar el aislamiento térmico

- Ensayo de aceptación final**
inmediatamente después de finalizar los trabajos de aislamiento térmico
- Prueba de puesta en marcha**
antes de conectar la instalación

Medición de la resistencia del aislamiento

- Este método de ensayo sirve para comprobar si existen daños en el cable de calefacción, así como eventuales errores de montaje en las conexiones, enlaces y ramales en T.
- Se utiliza un dispositivo de ensayo del aislamiento con una tensión de prueba mínima de 500 Vcc y una tensión de prueba máxima de 2500 Vcc (tensión de prueba recomendada de 1500 Vcc, resistencia de aislamiento de al menos 20 MΩ).
- La medición se lleva a cabo del modo siguiente:

➤ Cable de calefacción con tela de protección y revestimiento externo

Las mediciones se efectúan entre cada cable de alimentación del cable de calefacción y la tela de protección, así como entre la tela de protección y el tubo con toma a tierra.

Aceptación y documentación

- Una vez finalizados los trabajos de montaje (antes de aplicar el aislamiento térmico), ha de efectuarse una aceptación para cada circuito de calefacción, en la medida de lo posible en presencia de la empresa mandante de la obra.
- Todas las pruebas adicionales deberán documentarse asimismo por medio de un protocolo de prueba.
- Tras concluir los trabajos de aislamiento térmico conviene realizar una aceptación final de cada uno de los circuitos de calefacción. Por regla general corresponde su realización al mandante de la obra o cliente final (= ensayo de aceptación final).

Puesta en marcha

- Toda calefacción adicional no podrá ponerse en funcionamiento hasta que
 - se disponga de los protocolos de aceptación de cada circuito de calefacción y conste que el circuito de calefacción se encuentra en perfecto estado.
 - se haya montado completamente el aislamiento térmico y este se encuentre seco.
 - se garantice que el circuito de calefacción vaya a operar dentro de los datos especificados por BARTEC.

Observación

Por regla general, en el diseño del proyecto no se contempla el uso de energías de calefacción adicionales que puedan ser necesarias para el calentamiento de tuberías vacías o ya llenas. Por ello, al realizar el encendido en frío de la instalación deberá prever un tiempo suficiente para que la tubería alcance la temperatura deseada.



ATENCIÓN

En zonas potencialmente explosivas, los equipos eléctricos no podrán ponerse en funcionamiento hasta que se disponga de los preceptivos certificados de ensayo o certificaciones del organismo de inspección designado.



9. Operación y mantenimiento

Funcionamiento

- Durante el funcionamiento de la calefacción adicional eléctrica ha de garantizarse que todos los componentes del sistema operen respetando los datos operativos indicados por BARTEC. Ello se aplicará, en especial, al respeto de las temperaturas máximas. El funcionamiento dentro del respeto de tales valores operativos constituye una condición previa para poder hacer valer en el futuro los derechos de garantía.

Documentación del sistema

- Cada sistema deberá disponer de una documentación completa que abarque desde su diseño de proyecto, montaje y puesta en marcha, hasta sus mantenimientos periódicos.
- Tal documentación deberá contener:
 - Documentación del proyecto
 - Cálculo de la pérdida de calor
 - Selección del cable de calefacción
 - Planos de las tuberías junto con la distribución de los circuitos de calefacción
 - Diagramas de conexión
 - Planos actuales de las tuberías
 - Protocolos de aceptación
 - Informes relativos a los trabajos de reparación y a cualquier tipo de intervención llevado a cabo en tuberías, calefacción adicional y aislamiento térmico
 - Informes de inspección

AVISO

Para alcanzar un nivel óptimo de seguridad y fiabilidad del sistema de calefacción adicional es preciso introducir un programa de mantenimiento que prevea inspecciones eléctricas, funcionales y visuales, que deberán realizarse en los intervalos de tiempo prescritos.

Inspección visual y funcional

- Verifique en el aislamiento térmico si se han producido daños, faltas de estanqueidad, fisuras, daños en el recubrimiento exterior, infiltración de agua o productos químicos, o si faltan conductos de paso del aislamiento térmico para cables de calefacción y cables.

En caso de haberse producido daños en el aislamiento térmico, habrá de comprobarse si el cable de calefacción ha sufrido un deterioro.

- Habrá de reemplazarse los cables de calefacción deteriorados por otros nuevos.
- Las piezas de desgaste han de reemplazarse (p. ej. juntas, chapas de seguridad, etc.)
- Compruebe si las cajas de conexión, cajas de enlace y las cajas de los reguladores de temperatura han sufrido daños por corrosión o eventualmente daños mecánicos. Asegúrese de que todas las tapas de las cajas permanecen correctamente cerradas.
- Compruebe si los cables de conexión del regulador de temperatura y los sistemas de tubo capilar han sufrido daños o un desplazamiento mecánico.
- Ha de comprobarse el funcionamiento de los reguladores de temperatura.

Inspección eléctrica

- La medición de la resistencia del aislamiento debe formar parte obligada del mantenimiento regular.

Ritmo de inspección

- Las instalaciones dotadas de protección anticongelación deberán someterse a inspecciones anuales antes de que se inicie el período de calefacción.
- En aquellas instalaciones de mantenimiento de temperaturas de proceso, las inspecciones deberán efectuarse periódicamente, por lo menos dos veces al año.

Capacitación del personal

- Los mantenimientos periódicos han de ser realizados por personal de mantenimiento formado y con experiencia.
- Se recomienda apoyar al personal de mantenimiento con formaciones periódicas para que sigan los nuevos desarrollos en materia de aplicaciones técnicas y mantenimiento.

Servicio técnico de BARTEC

- BARTEC pone a disposición su personal de servicio técnico tanto para la construcción de circuitos de calefacción completos, como para realizar los trabajos de mantenimiento que se planteen.

Trabajos de reparación en el aislamiento térmico o en las tuberías

- Tenga en cuenta que la instalación se activa antes de toda puesta en marcha.
- Vele por que no resulte dañado el sistema de calefacción adicional durante los trabajos de reparación en las tuberías o durante el aislamiento térmico.
- Asegúrese de que, tras finalizar toda puesta en marcha, los circuitos de calefacción junto con el aislamiento térmico vuelvan a estar montados adecuadamente conforme al diseño del proyecto.
- Tras finalizar toda puesta en marcha, efectúe una comprobación visual, funcional y eléctrica de la calefacción adicional y regístrela documentalmente.
- Tenga en cuenta que los cables de calefacción autorregulados únicamente están diseñados para colocarlos una sola vez.

AVISO

Los responsables deben ser capaces de acreditar su competencia y de demostrar que han adquirido los conocimientos y experiencia técnica en relación con las clases de protección y/o tipos de dispositivo implicados. Deben disponer al menos de

- Una comprensión general de los aspectos relevantes de ingeniería eléctrica
- Una comprensión práctica de los principios y técnicas de la protección contra explosiones
- Conocimiento profesional y comprensión de las normas aplicables en materia de protección contra explosiones
- Conocimientos básicos de control de calidad, incluyendo los principios de auditoría de la documentación, de trazabilidad de las mediciones y de calibración de instrumentos de medida.



10. Comportamiento en caso de fallos

- Para la puesta en marcha de un circuito de calefacción emplee exclusivamente piezas originales de BARTEC (p. ej. enlaces, conexiones, juntas etc.)
- En el caso de que se produzca un fallo en el sistema de calefacción adicional, le recomendamos que, siguiendo las instrucciones siguientes, efectúe la localización de fallos y, en su caso, repare tal fallo.
- En el caso de que el intento de reparar el fallo siguiendo las instrucciones no tenga éxito, póngase en contacto de inmediato con BARTEC.



ATENCIÓN

No intente en ningún caso reparar un cable de calefacción dañado. Reemplace inmediatamente la pieza dañada de cable de calefacción por una nueva pieza (**¡Peligro de incendio!**).

10.1 Disparo del fusible automático

Possible causa	Medidas a tomar
1. Fusible automático infradimensionado	Verificar la intensidad de corriente, comprobar el fusible de protección de sobreintensidad y la corriente máx. admisible del cable de conexión eléctrica
2. Circuito de calefacción demasiado largo	
3. Activación a temperaturas demasiado bajas (considerar datos de diseño del proyecto)	
4. Diferencial defectuoso	Cambiar el diferencial
5. Cortocircuito/derivación a tierra en la conexión, enlace(s), terminación o cables de conexión	Localizar la conexión, terminación, enlace defectuoso y repararlo, o bien localizar y sustituir cable de calefacción defectuoso
6. Cortocircuito/derivación a tierra en cable de calefacción por daño	
7. Cables de alimentación del cable de calefacción han hecho contacto entre sí en la terminación (cortocircuito/derivación a tierra)	Acortar terminación defectuosa, comprobar si hay daños en el resto del circuito de calefacción, montar nueva terminación

10.2 Disparo del interruptor diferencial residual

Possible causa	Medidas a tomar
1. Fusible automático infradimensionado	Verificar la intensidad de corriente, comprobar el fusible de protección de sobreintensidad y la corriente máx. admisible del cable de conexión eléctrica
2. Diferencial defectuoso	
3. Cortocircuito/derivación a tierra en la conexión, enlace(s), terminación o cables de conexión	
4. Cortocircuito/derivación a tierra en cable de calefacción por daño	
5. Cables de alimentación del cable de calefacción han hecho contacto entre sí en la terminación (cortocircuito/derivación a tierra)	
6. Humedad excesiva en la conexión, terminación o enlace(s) por causa de un montaje inadecuado	Localizar zona(s) de humedad, cambiar el bloque de terminales y desmontar las piezas afectadas. En primer lugar, comprobar y reparar las cajas que se encuentran fuera del aislamiento térmico, luego las cajas que se encuentran por debajo del aislamiento térmico
7. Daños en el cable de calefacción o cable de conexión	Localizar zona dañada y reemplazarla por un cable de calefacción o cable de conexión nuevo



10.3 Potencia calorífica reducida o inexistente

Posible causa	Medidas a tomar
1. Tensión de la red reducida o inexistente	Controlar la tensión de la red en el punto de alimentación del circuito de calefacción y resolver las averías existentes
2. La longitud del circuito de calefacción es más larga de lo previsto en el diseño del proyecto a) No se han realizado los enlaces b) El cable de calefacción está cortado	Verificar la distribución, tendido y longitud del circuito de calefacción, comprobar el cálculo de la potencia calorífica requerida a) lConectar los enlaces y volver a verificar la potencia calorífica b) lLocalizar el corte y repararlo, a continuación volver a verificar la potencia calorífica
3. Elevada resistencia de paso por causa de conexión, enlace montado incorrectamente	Volver a montar la conexión, enlace. etc. afectado, prestando atención a embornar o engazar correctamente
4. El regulador de temperatura se ha conectado incorrectamente, se ha configurado erróneamente o el sensor está mal colocado	Corregir el cableado o colocar el sensor correctamente
5. Se ha sobrepasado la temperatura máxima homologada de la tubería	Verificar temperatura de la tubería
6. El cable de calefacción ha estado expuesto a humedad excesiva (p. ej. conexión errónea o daño del cable de calefacción)	Sustituir piezas defectuosas
7. El cable de calefacción ha estado expuesto a temperaturas excesivas	Sustituir conexión, terminación, cable de calefacción

10.4 lLa potencia calorífica parece ser correcta, no obstante la temperatura de la tubería se encuentra por debajo de la temperatura deseada

Posible causa	Medidas a tomar
1. El aislamiento térmico está húmedo	Reemplazar el aislamiento térmico húmedo por otro seco, prestando atención a una correcta estanqueidad
2. Tendido de cable de calefacción insuficiente en bridas, válvulas y valvulería	Colocar cable de calefacción adicional sirviéndose de enlaces, sin superar con ello la longitud del circuito calefactor máx. homologada
3. Configuración incorrecta del regulador de temperatura	Corregir configuración del regulador
4. Dimensionamiento térmico insuficiente	Verificar el diseño del proyecto en colaboración con su oficina de BARTEC y tomar en consideración la recomendación del departamento de desarrollo de proyectos.
5. La sección del cable de conexión es inferior al valor homologado (caída de tensión excesiva)	Utilizar un cable de conexión de sección homologada
6. Sensor colocado erróneamente	Colocar el sensor correctamente

11. Protocolo de aceptación

El protocolo de aceptación que se encuentra en la sección siguiente puede ser utilizado como modelo por el contratista.

■ Protocolo de aceptación estándar - BARTEC



Sin haber rellenado por completo el protocolo de aceptación no podrá ejercerse el derecho a reclamar la garantía.

Protocolo de aceptación y protocolo de prueba Acceptance Report

BARTEC

Record of Inspection according to §19 BetrSichV (art. 19 del Reglamento de seguridad laboral alemán)

Calefacción eléctrica adicional de la tubería Electric Trace Heating Pipe <input type="checkbox"/>	Hoja Sheet <input type="checkbox"/>	de of <input type="checkbox"/>	Observaciones/Anexos Comments/Appendixes <input type="text"/>
Calefacción del depósito Electric Trace Heating Tank/Vessel <input type="checkbox"/>	Fecha Date		
Empresa mandante de la obra Customer	Nº de pedido/Nº de expedición Order Comm. Nº.		
	Proyecto Project		
	Nº de pedido BARTEC BARTEC Order No.		
Zona Ex Ex version <input type="checkbox"/>	sí yes <input type="checkbox"/>	no no <input type="checkbox"/>	Zona Zone <input type="text"/>
			Clase de temperatura T Temperature class T <input type="text"/>
			Grupo de explosión Ex group <input type="text"/>
Prueba antes de la puesta en funcionamiento inicial art. 14 (1) del Reglamento de seguridad laboral alemán Inspection before initial operation <input type="checkbox"/>	Prueba tras modificación art. 14 (2) del Reglamento de seguridad laboral alemán Inspection after modification <input type="checkbox"/>	Pruebas periódicas art. 15 Reglamento de seguridad laboral alemán Periodic inspection <input type="checkbox"/>	
Inspección visual Visual inspection <input type="checkbox"/>	Inspección directa Close inspection <input type="checkbox"/>	Inspección detallada Detailed inspection <input type="checkbox"/>	
Nº de circuito de calefacción Heating circuit No.			
Subcircuito de calefacción sí no cantidad Sub-Heating circuit yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> quantity <input type="text"/>			
Nº tubo/depósito Pipe-/Vessel No.			
Edificio Building			
Producto Product			
Cable de calefacción/tipo Heating cable/type			
Charge-Nr. Cable de calefacción Charge No. Heating cable			
Longitud del cable de calefacción Heating cable length	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m
Nº de serie conexión Serial No. Connection kit			
Nº de serie caja Serial No. Junction box			
Tensión Voltaje	<input type="text"/> V	<input type="text"/> V	<input type="text"/> V
Corriente (conectado/en funcionamiento) Current (Switch on/operation)	<input type="text"/> / <input type="text"/> A	<input type="text"/> / <input type="text"/> A	<input type="text"/> / <input type="text"/> A
Potencia cable de calefacción Output Power heating cable	<input type="text"/> W/m	<input type="text"/> W/m	<input type="text"/> W/m
Resistencia cable de calefacción Resistance heating cable	<input type="text"/> Ω	<input type="text"/> Ω	<input type="text"/> Ω
Resistencia de aislamiento a Isolation resistance at <input type="text"/> V	> <input type="text"/> MΩ	> <input type="text"/> MΩ	> <input type="text"/> MΩ
Ajuste de temperatura Temperature setting	sí no yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	sí no yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	sí no yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Regulador Controller	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>
Limitador Limiter	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>
Temperatura baja Low temperature	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>	<input type="text"/> °C <input type="checkbox"/>
Cuadro eléctrico/Panel de distribución Switchgear/Distribution Panel	incluido en el volumen de suministro Included in the scope of supply <input type="checkbox"/>		Nombre del cuadro eléctrico/UV Name ESS/LDP <input type="text"/>
			Protocolo de aceptación Test report <input type="checkbox"/>
Aislamiento térmico Thermal insulation	Material de aislamiento térmico Thermal insulation material <input type="text"/>		Grosor del aislamiento térmico en mm Thermal insulation thickness in mm <input type="text"/>
	Prueba antes del montaje del aislamiento térmico check before installation insulation <input type="checkbox"/>		Prueba tras el montaje del aislamiento térmico check after installation insulation <input type="checkbox"/>
	Fecha/nombre/firma Date/Name/Signature <input type="text"/>		Fecha/nombre/firma Date/Name/Signature <input type="text"/>
Observaciones Comments			
Lugar/fecha City/Date			
BARTEC GmbH - Contractor Nombre/firma «Persona responsable» art. 2(7) Reglamento de seguridad laboral alemán- Name/Signature		Empresa mandante de la obra - Customer Nombre/firma - nombre/Signature	

Su socio
para la seguridad.
¡Pónganos a prueba!

