



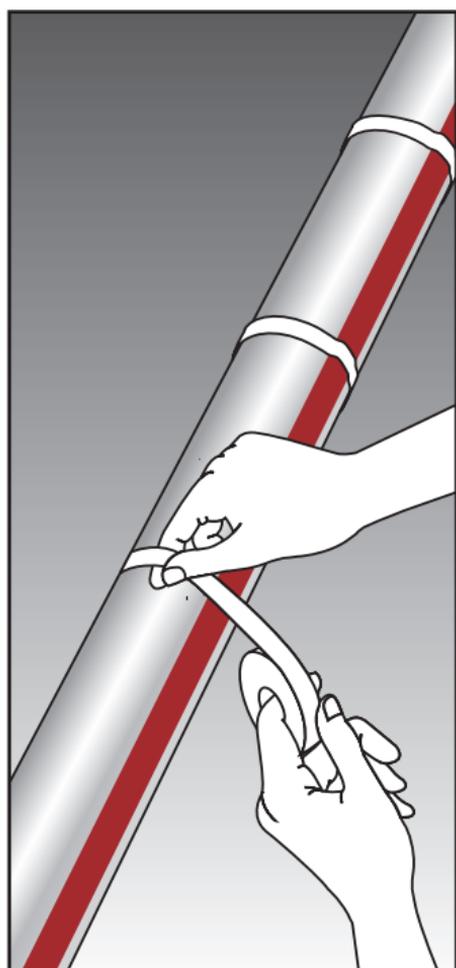
**RAYCHEM**

# Industrial Heat-Tracing Aquecimento Industrial Rastreo de calor industrial

Installation and Maintenance Manual for  
Series Resistance Heating Cable Systems for Pipes

Manual De Instalação E Manutenção De  
Aquecimento Industrial Para Os Sistemas  
De Cabo Aquecedor Series Resistance Para Tubos

Manual De Instalación Y Mantenimiento Para  
Sistemas De Cable Calefactor De Resistencia  
En Serie Para Tuberías



## Important Safeguards and Warnings

### **WARNING: FIRE AND SHOCK HAZARD.**

nVent RAYCHEM heat-tracing systems must be installed correctly to ensure proper operation and to prevent shock and fire. Read these important warnings and carefully follow all the installation instructions.

- To minimize the danger of fire from sustained electrical arcing if the heating cable is damaged or improperly installed, and to comply with nVent requirements, agency certifications, and national electrical codes, ground-fault equipment protection must be used on each heating cable branch circuit. Arcing may not be stopped by conventional circuit breakers.
- Approvals and performance of the heat-tracing systems are based on the use of approved components and accessories. Do not use substitute parts.
- Cable ends must be kept dry before, during, and after installation.
- Damaged heating cable can cause electrical arcing or fire. Use only nVent-approved glass tape or cable ties to secure the cable to the pipe.
- Damaged heating cable or components must be repaired or replaced. Contact nVent for assistance.
- Use only fire-resistant insulation which is compatible with the application and the maximum exposure temperature of the system to be traced.
- To prevent fire or explosion in hazardous locations, verify that the maximum sheath temperature of the heating cable is below the autoignition temperature of the gases in the area. For further information, see the design documentation.
- Heating cables are capable of reaching high temperatures during operation and can cause burns when touched. Avoid contact when cables are powered. Insulate the pipe before energizing the cable. Use only properly trained personnel.
- Material Safety Data Sheets (MSDSs) are available on our website: [nVent.com](http://nVent.com).

# Table of Contents

---

<b>1</b>	<b>General Information</b>	<b>1</b>
	1.1 Use of the Manual	1
	1.2 Safety Guidelines	2
	1.3 Typical System	2
	1.4 Electrical Codes	3
	1.5 Warranty and Approvals	3
	1.6 Heating Cable Construction	4
	1.7 Heating Cable Identification	5
	1.8 General Installation Guidelines	6
	1.9 Heating Cable Storage	7

---

<b>2</b>	<b>Heating Cable Verification and Selection</b>	<b>8</b>
	2.1 Check Materials Received	8
	2.2 Check Piping to be Traced	8
	2.3 Check Tools	8

---

<b>3</b>	<b>Heating Cable Installation</b>	<b>9</b>
	3.1 Heating Cable Payout	9
	3.2 Installation Directly on Pipes	14
	3.3 Installation in Channel	15
	3.4 Typical Installation Details	16

---

<b>4</b>	<b>Heating Cable Components</b>	<b>19</b>
	4.1 General Component Installation	19

---

<b>5</b>	<b>Control and Monitoring</b>	<b>21</b>
	5.1 General Information	21
	5.2 Temperature Sensor Installation on Pipes	22
	5.3 High Temperature Cut-Out Installation on Plastic Pipes	23

---

<b>6</b>	<b>Thermal Insulation and Marking</b>	<b>24</b>
	6.1 Pre-Insulation Checks	24
	6.2 Insulation Installation Hints	24
	6.3 Marking	26
	6.4 Post-Insulation Testing	26

---

<b>7</b>	<b>Power Supply and Electrical Protection</b>	<b>27</b>
	7.1 Voltage Rating	27
	7.2 Electrical Loading	27
	7.3 Temperature Control Wiring	29

---

<b>8</b>	<b>Commissioning and Preventive Maintenance</b>	<b>30</b>
	8.1 Commissioning Tests	30
	8.2 Preventive Maintenance	31
<b>9</b>	<b>Test Procedures</b>	<b>33</b>
	9.1 Visual Inspection	33
	9.2 Insulation Resistance (Megger) Test	33
	9.3 Resistance and Continuity Test	37
	9.4 Capacitance Test	38
	9.5 Power Check	40
<b>10</b>	<b>Test Procedures</b>	<b>42</b>
<b>11</b>	<b>Troubleshooting Guide</b>	<b>48</b>
<b>12</b>	<b>Installation and Inspection Records</b>	<b>52</b>

---

# 1

## General Information

---

nVent RAYCHEM Series Resistance SC heat-tracing systems are for use on thermally insulated metal and plastic pipes. These systems must be installed in compliance with requirements established in the design documentation that nVent provides for each project.

**We manage the heat you need** at nVent by offering complete integrated service from original design, to product specification, to installation of the complete system. We also provide future maintenance of the installation, if required.

### 1.1 Use of the Manual

This manual covers the basics of installation and maintenance for nVent RAYCHEM Series Resistance (SC) heat-tracing systems. Use this manual in conjunction with the design documentation provided by nVent as well as the following:

- SC, SC/H, SC/F Data Sheets (H57027, H57961)
- SC, SC/H, SC/F Components and Accessories Data Sheets (H57780, H57943A)

For technical support, or information regarding SC heat-tracing systems cable, please contact your nVent representative or nVent directly.

#### **nVent**

7433 Harwin Drive

Houston, TX 77036

USA

Tel: +1.800.545.6258

Tel: +1.650.216.1526

Fax: +1.800.527.5703

Fax: +1.650.474.7711

[thermal.info@nVent.com](mailto:thermal.info@nVent.com)

[nVent.com](http://nVent.com)



**Important: For the nVent warranty and agency approvals to apply, the instructions that are included in this manual and product packages must be followed.**

# 1

## General Information

### 1.2 Safety Guidelines

The safety and reliability of any heat-tracing system depends on proper design, installation, and maintenance. Incorrect design, handling, installation, or maintenance of any of the system components can cause underheating or overheating of the pipe, or damage to the heating cable system, and may result in system failure, electric shock, or fire. The guidelines and instructions contained in this guide are important. Follow them carefully to minimize these risks and to ensure that the SC system performs reliably.

Pay special attention to the following:

- Important instructions are marked  **Important**
- Warnings are marked  **WARNING**

### 1.3 Typical System

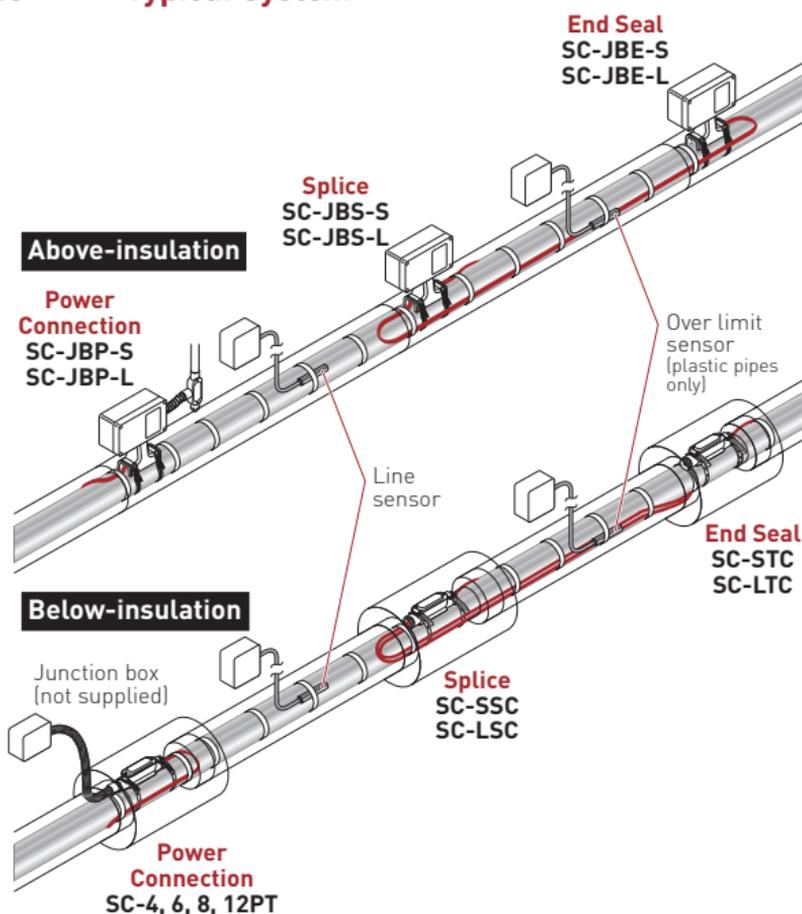


Figure 1: Typical SC heating cable system

# 1

## General Information

---



**Important:** nVent RAYCHEM SC heating cables are engineered products. All applications require design by nVent.

### 1.4 Electrical Codes

Sections 427 (pipelines and vessels) and 500 (classified locations) of the National Electrical Code (NEC), and Part 1 of the Canadian Electrical Code, Sections 18 (hazardous locations) and 62 (Fixed Electric Space and Surface Heating), govern the installation of electrical heat-tracing systems. All heat-tracing-system installations must be in compliance with these and any other applicable national or local codes.

### 1.5 Warranty and Approvals

nVent RAYCHEM SC heating cables and components are approved for use in hazardous and nonhazardous locations. Refer to specific product data sheets for details.



nVent's limited standard warranty applies to nVent RAYCHEM SC products. You can access the complete warranty on [nVent.com](http://nVent.com).

To qualify for an extended 10-year warranty, register online within 30 days of installation at [nVent.com](http://nVent.com).

# 1

## General Information

### 1.6 Heating Cable Construction

nVent RAYCHEM SC heating cables provide electrical freeze protection and temperature maintenance for long pipelines. These cables are available in single, dual, or triple conductor configurations as shown in Figure 2.

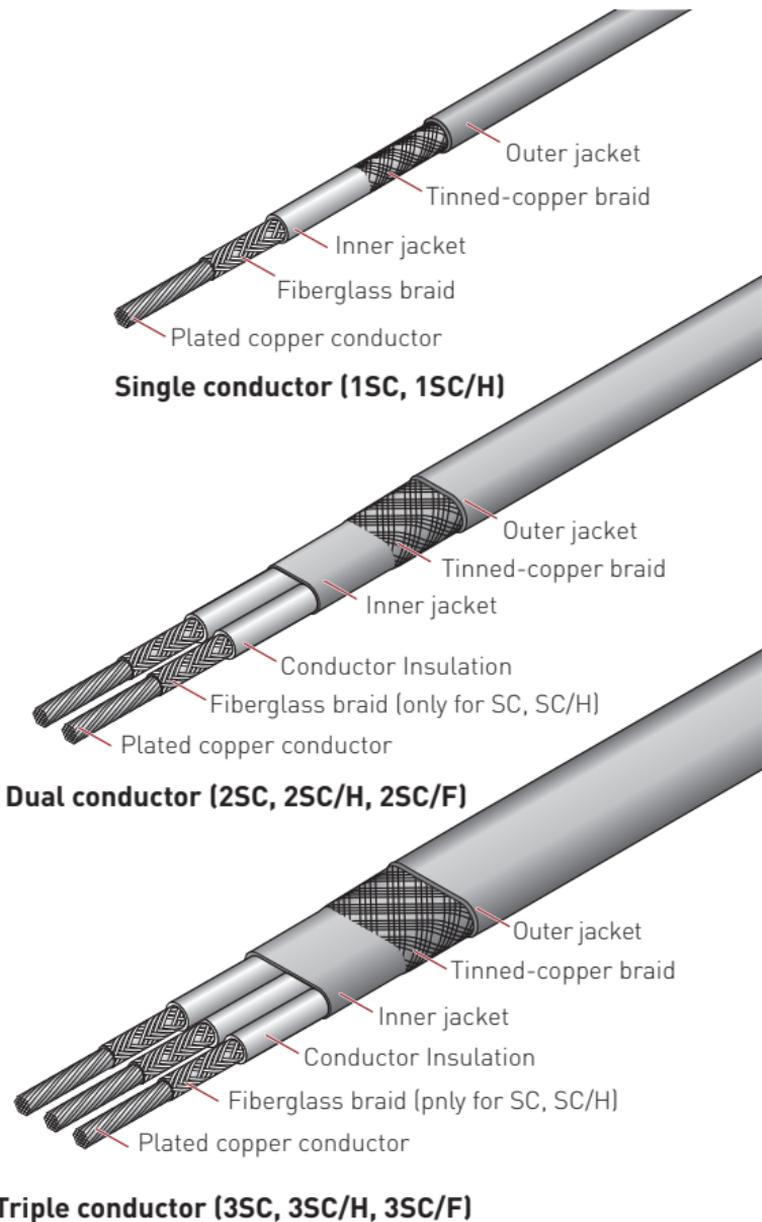


Figure 2: SC, SC/H, SC/F heating cable construction

# 1

## General Information

### 1.7 Heating Cable Identification

Circuit identification tags, required by approval agencies, can be ordered from nVent (P/N P000000311). The circuit identification tag provides information such as the heating cable catalog number, operating voltage, power output, maximum cable-sheath temperature, circuit identification number, heating cable length, and cable current rating. If the cable has been designed for a hazardous location, the area classification is printed in the 'Haz. Locations' section of the tag.



**Important: The circuit identification tag must be permanently attached within 3 inches (75 mm) of the power connection.**

nvent RAYCHEM		SC, SC/H, and SC/F		
		Series-Resistance Heating Cable		
<b>Catalog No.</b>	<input type="text"/>	<b>Watts</b>	<input type="text"/>	<b>Volts</b>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Circuit No.</b>	<input type="text"/>	<b>Circuit Length</b>		
		<input type="text"/>		
 Ex e II T <sup>(2)</sup>	 <sup>(1)</sup>		<b>Usage Code</b>	<b>Max. Sheath Temperature</b>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Hazardous Locations</b>			<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Class</b>	<input type="text"/>	<b>Div</b>	<input type="text"/>	<b>Group</b>
IECEX BAS 06.0049X				
Ex e II T* (see schedule)				
Ex tD A21 IP66				
Segurança				
		IEEx 09.0008X		
		Ex eb IIC T* Gb (* See observation)		
<sup>(1)</sup> Except 1SC	<sup>(2)</sup> Temperature code based on design documentation			
			<b>Min. Installation Temperature: -40°C</b>	
				<b>See Other Side</b>
				<b>Voir Aussi Au Verso</b>
				<b>Veja O Outro Lado</b>

**Figure 3: Typical SC cable circuit identification tag (front)**



**WARNING: Fire or Explosion Hazard.**

Ensure the SC heating cable system as identified on the circuit identification tag meets the requirements of the area classification.

# 1

## General Information

---

### 1.8 General Installation Guidelines

These guidelines are provided to assist the installer throughout the installation process and should be reviewed before the installation begins.

- Avoid damage to the SC heating cable as follows:
  - Do not use metal pipe straps/banding to secure cable to pipe.
  - Do not install heating cable lengths other than those listed on the system design documentation.
  - Do not energize before installation is complete.
  - Do not cross, group, or overlap cables closely together. This can cause localized overheating and a risk of fire or cable failure.
  - Keep welding torches clear of cable and protect against slag falling on cables below.
- Ensure all pipes have been released by the client for tracing prior to heating cable installation.
- Install cable in a manner that permits removal of serviceable equipment such as valves, pumps, and filters, with minimum disruption to the surrounding heating cable.
- Avoid bending cable to a bend radius less than 1 inch, particularly when installing on valves, pumps, and other irregularly shaped surfaces. On small flanges and joints where it is impractical to bend the cables tightly, metal foil or metal bridging pieces can be used to fill gaps between the heating cable and the surface to be heated.
- Ensure heating cable is suitable for the continuous exposure temperature shown in Table 1.
- Apply thermal insulation as soon as possible after heat-tracing to prevent mechanical damage to the heating cables. Waterproof cladding must be installed immediately after insulation is applied to prevent the insulation from becoming wet.
- Make all connections to supply cables in above grade junction boxes and keep covers on junction boxes when not working on them.
- The minimum installation temperature is  $-40^{\circ}\text{F}$  ( $-40^{\circ}\text{C}$ ).

# 1

## General Information

---

- Use a temperature controller suitable for the process temperature. nVent supplies a wide range of temperature controllers including the nVent RAYCHEM series electronic monitoring controllers.

**TABLE 1: SC, SC/H, SC/F HEATING CABLE EXPOSURE TEMPERATURE**

<b>SC heating cable</b>	<b>Maximum continuous exposure temperature</b>
SC	400°F (204°C)
SC/H	480°F (250°C)
SC/F	195°F (90°C)

### 1.9 Heating Cable Storage

- Store heating cables in a clean dry location and protect them from mechanical damage.
- Store heating cables in their shipping container until they are installed.

# 2

## Pre-Installation Checks

---

### 2.1 Check Materials Received

Review the heating cable design documentation and compare the list of materials to the catalog numbers of heating cables and components received to confirm that proper materials are on site. The heating cable voltage, wattage, and length for each circuit are printed on the circuit identification tag.

- Ensure that the heating cable voltage rating is suitable for the source voltage available.
- Inspect the heating cable and components for in-transit damage.
- Perform continuity and insulation resistance testing (minimum 100 MΩ) on each cable as detailed in Section 9 and record the results on the Heating Cable Installation Record in Section 12.
- Verify that the conditional sheath temperature (T-Rating) on the circuit identification tag satisfies your area requirement and pipe material.

### 2.2 Check Piping to be Traced

- Make sure all mechanical pipe testing (i.e. hydrostatic testing/purging) is complete and the system has been cleared by the client for tracing.
- Walk the system and plan the routing of the heating cable on the pipe.
- Verify that the actual pipe length, routes, and location of pipe fittings such as valves, pipe supports, hangers, and other components match the design drawings.
- Inspect the piping and channels for burrs, rough surfaces, or sharp edges that may damage the heating cable. Remove if necessary.
- Verify that any surface coatings are dry to the touch.

### 2.3 Check Tools

The following tools are needed for installing SC heat-tracing systems. Additional tools are listed in the Installation Instructions for each specific component.

- Proper crimp tool
- Propane or mapp gas torch
- Proper test meters as described in Section 9 of this manual.

# 3

## Heating Cable Installation

### 3.1 Heating Cable Payout

#### Paying out the cable

Make sure to use a reel holder that rotates smoothly with little tension. Pay out the cable from the reel as shown in Figure 4.

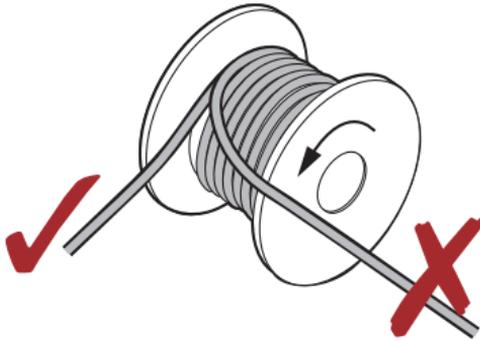


Figure 4: Payout direction

Position the reels next to the pipe to be traced.

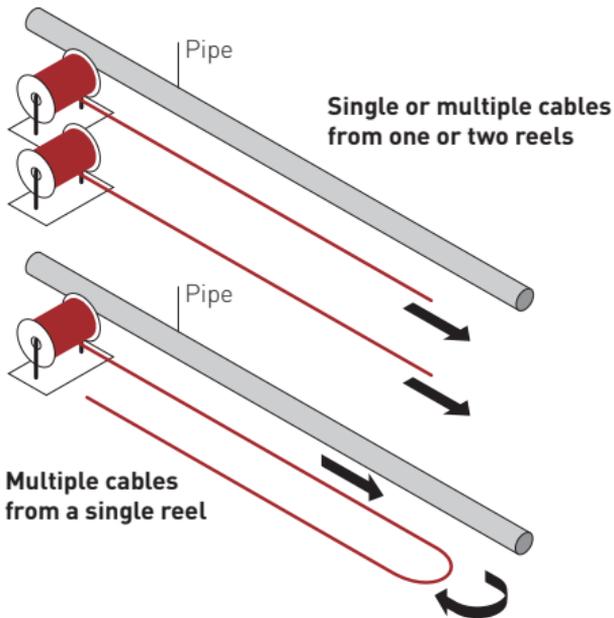


Figure 5: Paying out single and multiple SC heating cables

# 3

## Heating Cable Installation

---

### Paying out the cable

String the cable along the length of the pipe following the design. Ensure that the appropriate amount of heating cable is designated for component installation, service loops, and pipe fixtures.

#### heating cable paying out tips:

- Use a reel holder that pays out smoothly with little tension. If heating cable snags, stop pulling.
- Pull heating cable by hand. No mechanized pulling.
- Keep the heating cable strung loosely but close to the pipe being traced to avoid interference with supports and equipment.
- Meter marks on the heating cable can be used to determine heater length.
- Protect all heating cable ends from moisture, contamination, and mechanical damage.

 **WARNING: Fire and Shock Hazard. Do not install damaged cable. Components and cable ends must be kept dry before and during installation.**

#### when paying out the heating cable, AVOID:

- Sharp edges
- Excessive pulling force or jerking
- Kinking and crushing
- Walking on it, or running over it with equipment

### Positioning heating cables

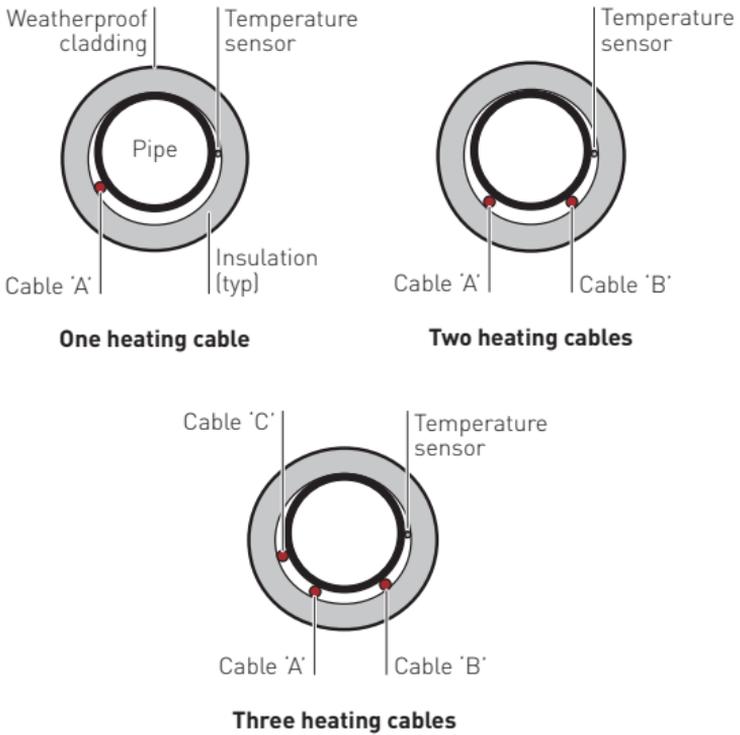
Install cables around the bottom section of pipe, avoiding bottom dead center (Figure 6).

For two cable runs, install between 30° and 45° on either side of bottom dead center (Figure 6).

For three cable runs, install bottom cable about 10° to one side of bottom dead center (Figure 6). On a vertical pipe, space cables evenly around circumference of pipe.

# 3

## Heating Cable Installation



**Figure 6: SC heating cable positioning (typical cross section)**

### Bending the cable

The heating cable does not bend easily in the flat plane. Do not force such a bend, as the heating cable may be damaged.



**Figure 7: Bending the SC heating cable**

# 3

## Heating Cable Installation

### Minimum bend radius

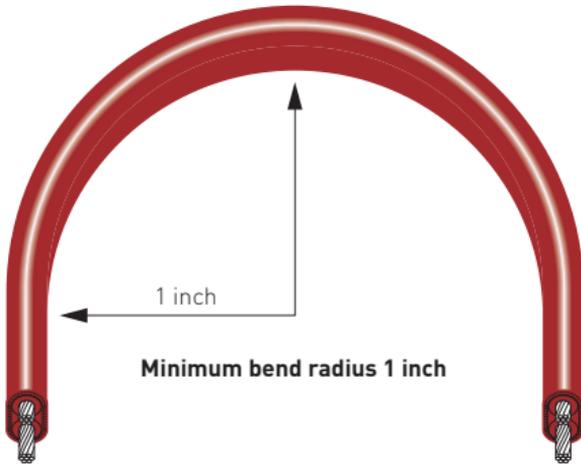


Figure 8: Minimum bend radius

### Crossing the cable

Do not cross, overlap, or group the heating cables.

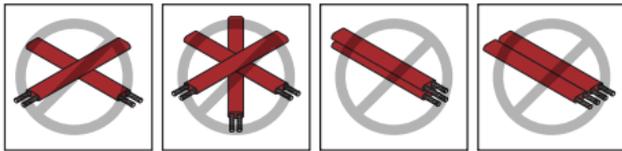


Figure 9: Crossing, overlapping, and grouping

### Cutting the cable

Before cutting, confirm that the as-built pipe matches design specifications.

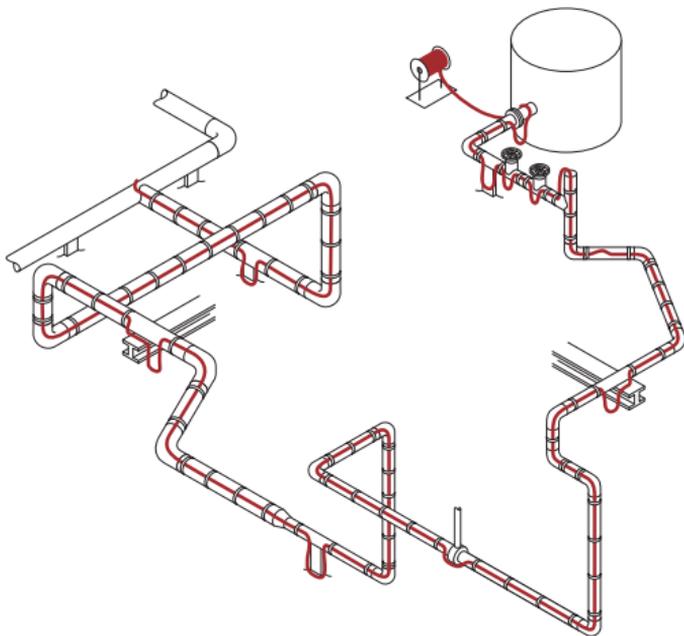


**Important: Any change to designed circuit length will change power output and design must be reconfirmed. Do not cut the cable to any length other than the design length.**

# 3

## Heating Cable Installation

### Attaching the cable



**Figure 10: Typical heating cable attachment**

Starting from the end opposite the reel, tape the heating cable on the pipe at every foot, as shown in the figure above. If aluminum tape is used, apply it over the entire length of the heating cable after the cable has been secured with glass tape. Work back to the reel. Leave extra heating cable at the power connection, at all sides of splices and tees, and at the end seal to allow for future servicing.

Allow a loop of extra cable for each heat sink, such as pipe supports, valves, flanges, and instruments, as detailed by the design. Refer to Section 3.4 for attaching heating cable to heat sinks.



**Important: Install heating cable components immediately after attaching the heating cable. If immediate installation is not possible, protect the heating cable ends from moisture.**

# 3

## Heating Cable Installation

### 3.2 Installation Directly on Pipes

nVent requires that you complete the Heating Cable Installation Record during the installation of the heating cable and thermal insulation and keep this record for future reference.

- Install all ancillary equipment onto pipe via brackets before installing heating cables.
- Where feasible, lay the heating cable alongside the pipe section to be traced.

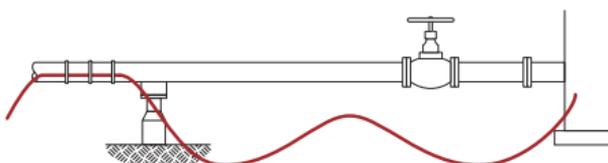


Figure 11: Paying out heating cable

- Attach heating cables to the pipe with glass tape at 12–18 inch (300–450 mm) intervals.
- Allow extra cable per design specifications at all pipe fixtures.

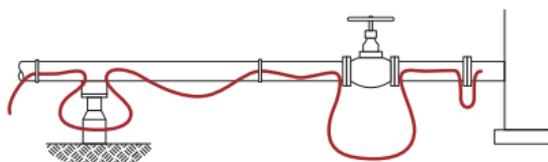


Figure 12: Allowances for valves, flanges, and pipe supports

- Install cable on pipe fixtures per installation details in Section 3.4.
- Install power connections, splices, and end terminations per instructions in component kits.

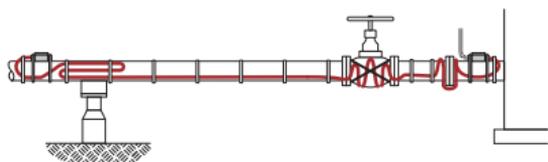


Figure 13: Completed SC heating cable installation



**Important:** AT-180 aluminum tape can be used over SC heating cables to improve heat transfer. Refer to design documentation.

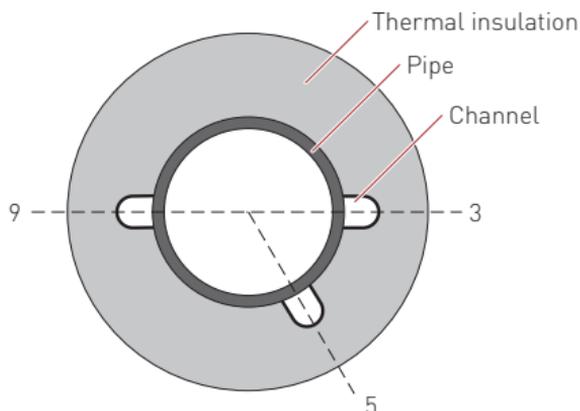
# 3

## Heating Cable Installation

**⚠ WARNING: Fire and Shock Hazard. Do not install damaged cable. It must be replaced.**

### 3.3 Installation in Channel

Confirm that the correct number, size and location of the channel are as specified on the design documentation.



Semicircular channel  
Typical: w: 3/4" h: 7/8"

**Figure 14: Channel size and position on pipe**

**⚠ WARNING: To avoid overheating, install only one SC cable in a channel.**

#### Pulling method

Feed and pull heating cable by hand. Do not use mechanized pulling.

To avoid jacket damage while pulling, make sure the ends of the channel are free of burrs. Chamfer the edges or use a guide to route the cable.



**Important: Channels must be aligned and free of dirt or debris to avoid damaging the heating cable.**

# 3

## Heating Cable Installation

### Splicing and components

- The number of splices and spacing interval depends on the engineered system design and reel lengths. The insulation must be opened and channel interrupted to install the components. Select and install the components in accordance with the design documentation provided.
- Use AT-180 Aluminum tape to attach SC heating cable to the pipe in any areas outside of the channel, such as pipe joints.

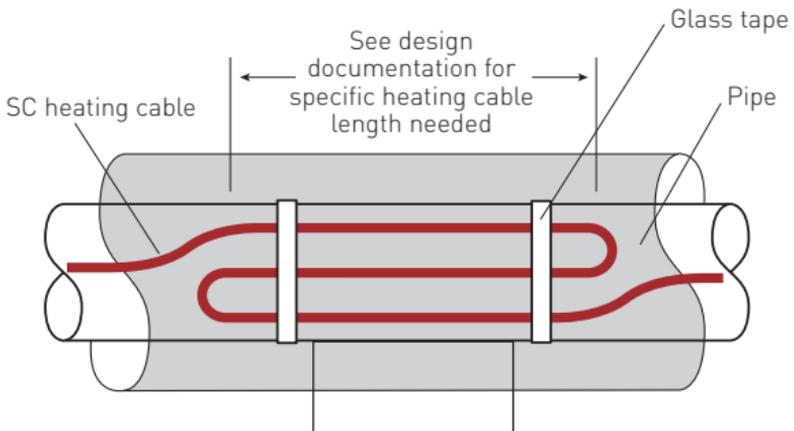


**Important: Buried pipes must use below-insulation components. See Figure 19 on page <?>.**

- Replace the thermal insulation, to the design thickness, and the waterproof cladding after component installation.
- Use oversized insulation after installing below-insulation components.

### 3.4 Typical Installation Details

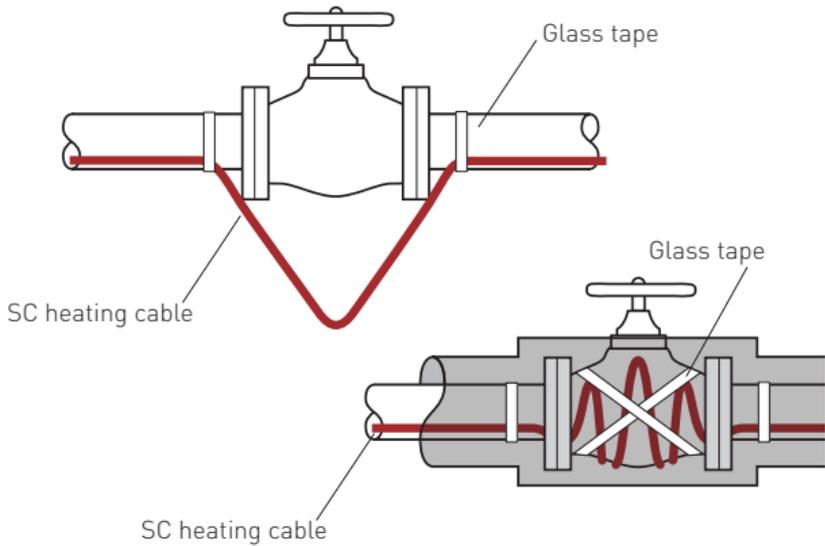
Wrap pipe fittings, equipment, and supports as shown in the following examples to properly compensate for higher heat-loss at heat sinks and to allow easy access for maintenance. The exact amount of heating cable needed is determined in the design.



**Figure 15: Pipe support**

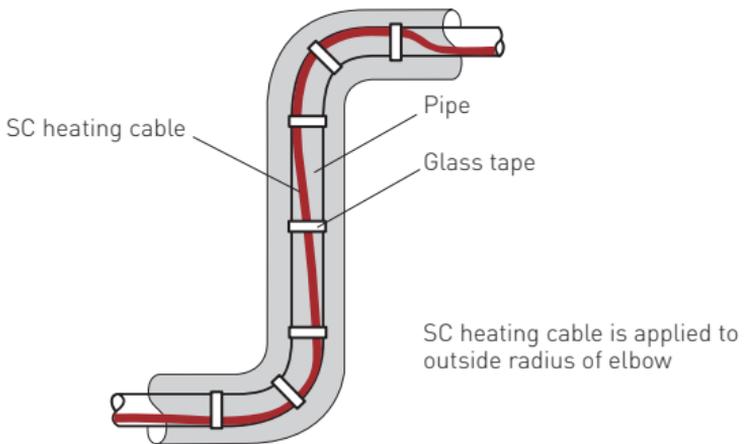
# 3

## Heating Cable Installation



**Figure 16: Valves**

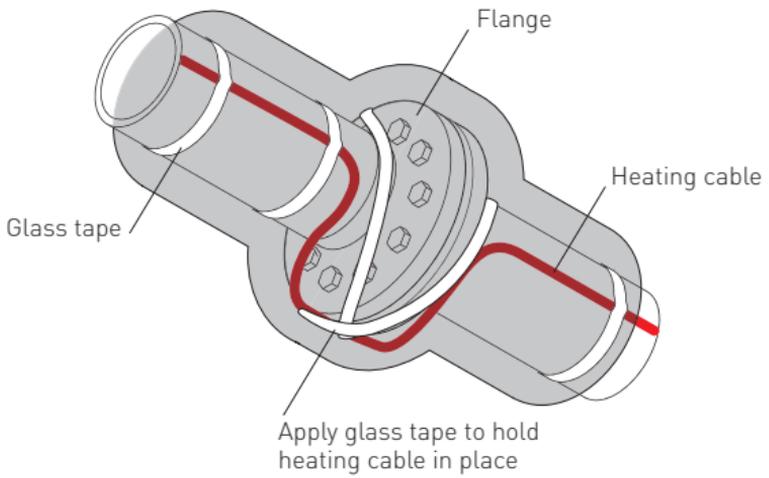
**⚠ WARNING: Overlapped cables can overheat and create a risk of damaged cable or fire.**



**Figure 17: Installation at 90° elbow**

# 3

## Heating Cable Installation



**Figure 18: Flanges**

**⚠ WARNING: Overlap cables can overheat and create a risk of damaged cable or fire.**

# 4

## Component Installation

### 4.1 General Component Installation

nVent RAYCHEM SC components must be used with nVent RAYCHEM SC heating cables. A complete circuit requires a power connection and an end seal. Splices and accessories are used as needed.

Refer to the system design documentation for the components required for your system.

Above-insulation SC power connections include the necessary junction box, cold leads and connections. Below-insulation SC power connections include the hot-to-cold lead transition but do not include the junction box, which must be supplied by others.

Installation instructions are included with the component kit. Steps for preparing the heating cable and connecting to components must be followed.

**⚠ WARNING: Connections can overheat. Wire connections must be crimped and soldered.**

#### Component Installation Tips

- Connection kits should be mounted on top of the pipe when practical. Electrical conduit leading to power connection kits should have low-point drains to keep condensation from accumulating in the conduit. All heating cable connections must be mounted above grade level.
- Be sure to leave a service loop at all components for future maintenance.
- Locate junction boxes for easy access but not where they may be exposed to mechanical abuse.
- Heating cables must be installed over, not under, pipe straps that are used to secure components.
- Make sure junction box lids, plugs, and glands are firmly tightened to prevent water ingress.
- Conduit drains should be installed in above-insulation components.

**⚠ WARNING: Conductors must not be damaged. Damaged conductors can overheat or short. Do not break conductor strands when stripping the heating cable.**

# 4

## Component Installation

### nVent RAYCHEM sc components

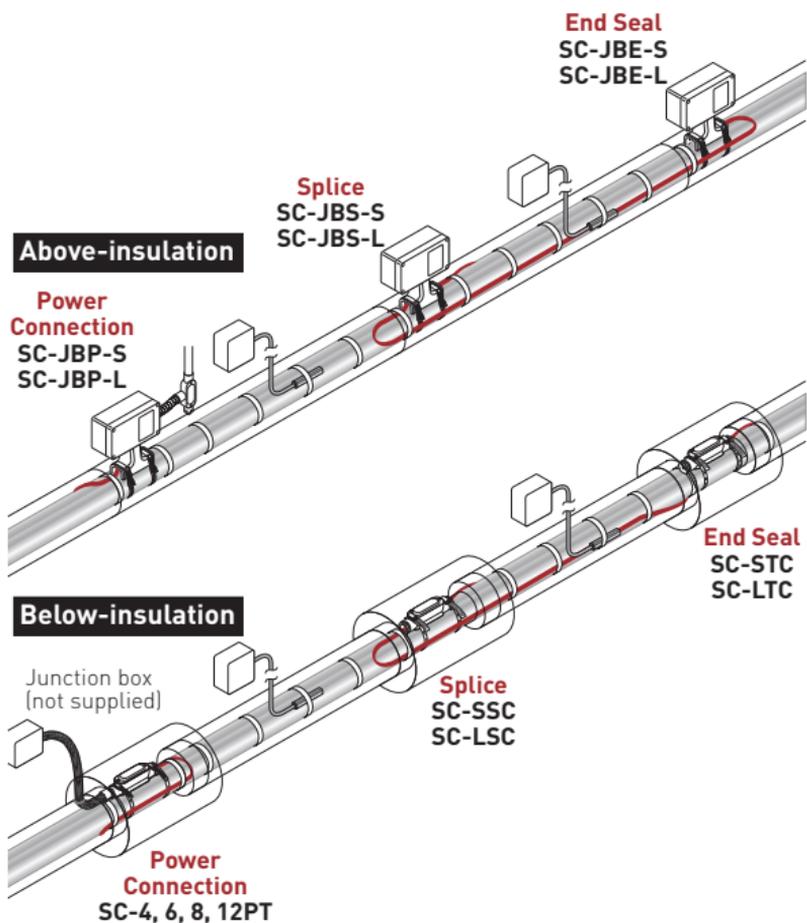


Figure 19: SC heating cable components

**⚠ WARNING: Fire and Shock Hazard.** nVent RAYCHEM SC components must be used. Do not substitute parts or use vinyl electrical tape.

# 5

## Control and Monitoring

### 5.1 General Information

nVent Raychem control and monitoring products are designed for use with SC heat-tracing systems. Thermostats, controllers, and control and monitoring systems are available. Compare features of these products in the table below. For additional information on each product, refer to the Industrial Product Selection and Design Guide or contact your nVent representative.

Refer to the installation instructions supplied with control and monitoring products. Control and Monitoring systems may require installation by a certified electrician.

#### nVent Control and Monitoring Products

	Thermostats					Controllers				
	AMC-F5 AMC-1A AMC-1H	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 E507S-LS E507S-2LS-2 Raystat-EX03-A				nVent RAYCHEM Series <sup>1</sup>				
			910	920	200N	T2000	NGC-30			
<b>Control</b>										
Ambient sensing	■		●	●	●	●	●			
Line-sensing		■	●	●	●	●	●			
PASC			●	●	●	●	●			
<b>Monitoring</b>										
Ambient temperature			●	●	●	●	●			
Pipe temperature			●	●	●	●	●			
Ground fault			●	●	●	●	●			
Current			●	●	●	●	●			
<b>Location</b>										
Local	■	■	●	●		●	●			
Remote			●	●	●	●	●			
Hazardous	AMC-1H	E507S	●	●		●	●			
<b>Communications</b>										
Local display			●	●	●	●	●			
Remote display			●	●	●	●	●			

<sup>1</sup> nVent RAYCHEM controllers used in CID1 areas require the use of appropriate hazardous area enclosures or Z-purge systems.

# 5

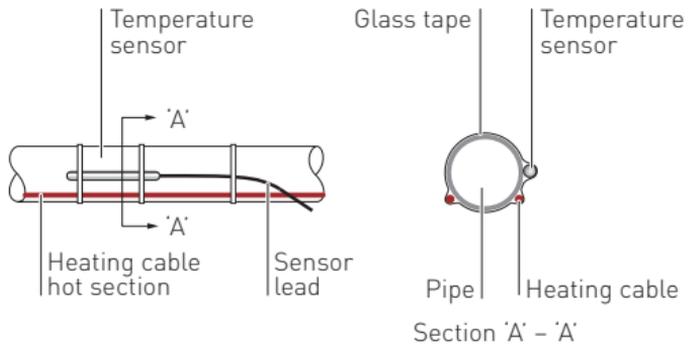
## Control and Monitoring

### 5.2 Temperature Sensor Installation on Pipes

Secure the temperature sensor to the pipe using glass tape. Position the sensor element parallel to the pipe and in a location where it will not be affected by the heating cable (Figure 20). It is essential that the temperature sensor be positioned in accordance with design documentation.



**Important: Temperature sensor should not be positioned at the end of a pipe, on a heat sink, or on a flowing section of pipe when other sections are stagnant.**



**Figure 20: Temperature sensor and SC heating cable positioning**

The temperature sensor should be taped in good thermal contact with the pipe and protected so that insulating materials cannot become trapped between it and the heated surface. Install temperature sensor with care as damage may cause a calibration error.

# 5

## Control and Monitoring

### 5.3

### High Temperature Cut-Out Installation on Plastic Pipes

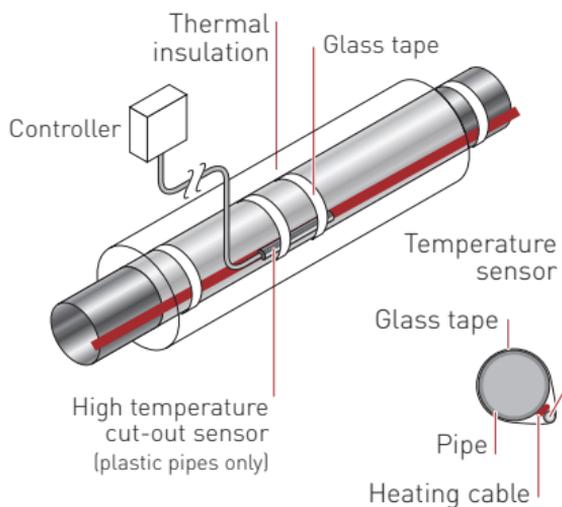
**⚠ WARNING:** To prevent overheating, a high temperature cut-out sensor must be installed for SC cable applications on plastic pipe.

#### High temperature cut-out sensor placement

Attach the high temperature cut-out sensor directly to the back surface of the heating cable, away from the pipe, as shown in Figure 21.

The sensor should be located in the hottest region of the pipeline, considering the following:

- Upstream in direction of flow
- Away from the heat sinks
- Accessible for maintenance
- At top of vertical pipes
- In direction of other heat sources
- Refer to the design documentation



**Figure 21: High temperature cut-out sensor placement**

# 6

## Thermal Insulation and Marking

---

### 6.1 Pre-Insulation Checks

Visually inspect the heating cable and components for possible damage or incorrect installation. Damaged cable must be removed and replaced.

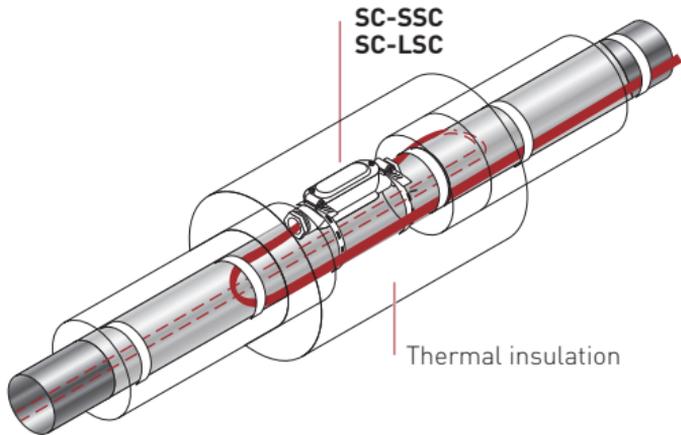
Perform continuity and insulation resistance testing, known as a Megger test, on each cable following the procedure in Section 9.2. Confirm the results meet the minimum requirement stated in Test A and Test B and record them on the Heating Cable Installation Record in Section 12.

### 6.2 Insulation Installation Hints

- Make sure all of the piping is insulated according to the design documentation, including valves, flanges, pipe supports, and pumps.
- Ensure thermal insulation is suitable for the temperatures involved and for the location of the pipe (i.e. outdoors or below grade).
- Check insulation type and thickness against the design documentation.
- Insulation must be properly installed and kept dry.
- To minimize potential heating cable damage, insulate as soon as possible after tracing.
- Check that pipe fittings, wall penetrations, and other irregular areas have been completely insulated.
- When installing waterproof cladding, be sure drills, screws, and sharp edges do not damage the heating cable. The cladding must be installed immediately after insulation is applied to prevent the insulation from becoming wet.
- To weatherproof the insulation, seal around all fixtures that extend through the cladding. Check around valve stems, support brackets, and thermostat capillaries and sensor leads.
- Oversized insulation may be required to limit heat loss over SC components (see Figure 22).

# 6

## Thermal Insulation and Marking



**Figure 22: Oversized insulation**

- Ensure that insulation is not trapped between cable and pipe, blocking heat transfer.
- To minimize “chimney effect” on vertical lengths of piping when using oversized insulation, install baffles between the thermal insulation and the pipe at maximum 8-foot (2.45 m) intervals.
- To prevent localized overheating, do not allow thermal insulation or other material to become lodged between the cable and the pipe.  
If urethane foam insulation is applied over heating cable, special care must be taken to ensure that the urethane does not get between the SC heating cable and the pipe. This can be accomplished by applying a strip of AT-180 aluminum tape longitudinally to the pipe over the cable.



**Figure 23: AT-180 aluminum tape**

**⚠ WARNING: Use only fire-resistant insulation.**

# 6

## Thermal Insulation and Marking

---

### 6.3 Marking

Apply “Electric Traced,” or similar, warning labels along piping at 10-foot (3 m) intervals on alternate sides, and on equipment requiring periodic maintenance, such as valves, pumps, filters, and so on, to indicate presence of electric heating cables.

### 6.4 Post-Insulation Testing

After the insulation is complete, perform a resistance/continuity and insulation resistance test on each circuit to confirm that the cable has not been damaged (refer to Section 9).

# 7

## Power Supply and Electrical Protection

---

### 7.1 Voltage Rating

Verify that the source voltage corresponds to the SC heating cable voltage rating printed on the circuit identification tag and specified by the design documentation.

### 7.2 Electrical Loading

Size the over-current protective devices according to the design documentation. If devices other than those identified are used, refer to the current rating (amps) on the circuit identification tag to determine the electrical load.

#### Ground-fault protection

nVent recommends 30-mA ground-fault protection on all SC heating cable circuits.

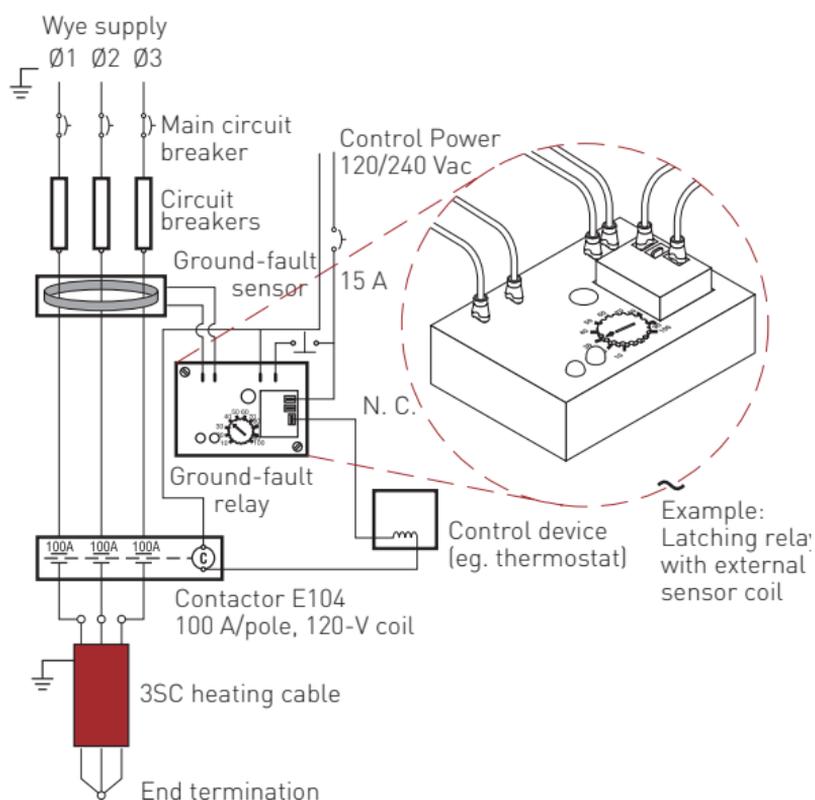
nVent, the U.S. National Electrical Code, and the Canadian Electrical Code require both ground-fault protection of equipment and a grounded metallic covering on all heating cables. All nVent RAYCHEM products meet the metallic covering requirement.

Following are some of the ground fault breakers that satisfy this equipment protection requirement for 1SC and 2SC heating cables: Square D Type GFPD EHB-EPD (277 Vac); Cutler Hammer (Westinghouse) Type QBGFEP. nVent nVent RAYCHEM series electronic monitoring controllers incorporate adjustable ground-fault protection, eliminating the need for separate ground-fault breakers.

For 3SC heating cable, ground-fault protection can be provided with 3-pole 30-mA GFPD breakers or by using a ground-fault relay system as detailed in Figure 24. For more details, contact your nVent sales representative.

# 7

## Power Supply and Electrical Protection



**Figure 24: Three phase ground-fault protection with relay system**

**⚠ WARNING: Fire and Shock Hazard**  
To minimize the danger of fire from sustained electrical arcing if the heating cable is damaged or improperly installed, and to comply with nVent requirements, agency certifications, and national electrical codes, ground-fault equipment protection must be used on each heating cable branch circuit. Arcing may not be stopped by conventional circuit breakers.

**⚠ WARNING: Shock Hazard**  
Disconnect all power before making connections to the heating cable.

**⚠ WARNING: For ground-fault protection to be effective, the power must be supplied from a Wye transformer configuration with a solid ground reference.**

# 7

## Power Supply and Electrical Protection

---

### 7.3 Temperature Control Wiring

Wiring diagrams for typical temperature controllers are supplied with the controller. A contactor may be used to switch loads greater than the maximum current or voltage rating of the controller. Contact nVent for details.

Contactor current ratings: Always ensure that current ratings of the switch contacts are not exceeded.

 **WARNING: Fire Hazard in Hazardous Locations. Megger tests can produce sparks. Be sure there are no flammable vapors in the area before performing this test.**

nVent requires a series of tests be performed on the heat-tracing system upon commissioning. These tests are also recommended at regular intervals for preventive maintenance. Record and maintain results for the life of the system, utilizing the Heating Cable Commissioning Record (refer to Section 12).

# 8

## Commissioning and Preventive Maintenance

---

### 8.1 Commissioning Tests

A brief description of each test is found below. Detailed test procedures are found in Section 9.

#### Visual inspection

Visually inspect the pipe, insulation, and connections to the heating cable for physical damage. Check that no moisture is present in junction boxes, electrical connections are tight and grounded, insulation is dry and sealed, and control and monitoring systems are operational and properly set. Damaged heating cable must be replaced. See Section 9.1 for more information.

#### Insulation resistance (Megger) test

Insulation resistance (IR) testing checks the integrity of the electrical insulating barrier between the resistive heating element and the cable jacket. IR testing is analogous to pressure testing a pipe and detects damage to the heating jacket or termination. IR testing can also be used to isolate the damage to a single run of heating cable. Fault location can be used to further locate damage. IR testing is recommended at five stages during the installation process, as part of regular system inspection, and after any maintenance or repair work. See Section 9.2 for more information.

#### Resistance and continuity test

Resistance and continuity testing measurements ensure that the correct product at the specified circuit length is installed and the conductors are connected properly. Continuity testing is recommended at commissioning, prior to system start-up, as part of regular system inspection, and after any maintenance or repair work. See Section 9.3 for more information.

#### Capacitance test

The length of the installed SC heating cable can be confirmed by measuring the capacitance between the heating conductors and the braid. Capacitance testing should be performed at the same time as the resistance and continuity test. See Section 9.4 for more information.

#### Power check

Power check verifies that the installed SC heating cable circuit produces the power output specified in the design

# 8

## Commissioning and Preventive Maintenance

---

documentation, and that the circuit breaker is sized correctly. This test also verifies that the ground-fault protection and system control are functioning. See Section 9.5 for more information.

### 8.2 Preventive Maintenance

Recommended maintenance for nVent SC heat-tracing systems consists of performing the commissioning tests on a regular basis, preferably at least once a year. Systems should be checked prior to each winter season.

If the SC heat-tracing system is found to be non-functioning, refer to Section 11 for troubleshooting assistance. Make the necessary repairs and replace any damaged part of the heat-tracing system.

The recommended cable installation methods allow for extra cable at all pipe fixtures (such as valves, pumps, and pressure gauges) so that the cable does not need to be cut when performing maintenance work.



**Important: De-energize all circuits which may be affected by maintenance.**



**Important: Protect the heating cable from mechanical or thermal damage during maintenance work.**

#### Maintenance records

nVent requires that the Installation and Inspection Record (refer to Section 12) be completed during all inspections and kept for future reference.

# 8

## Commissioning and Preventive Maintenance

---

### Repairs

Use only nVent RAYCHEM SC heating cable and components when replacing any damaged cable. Replace the thermal insulation to its original condition or replace with new insulation and water proof coverings, if damaged.

Retest the system after repairs.

**⚠ WARNING: Damage to cables or components can cause sustained electrical arcing or fire. Do not energize cables that have been damaged. Damaged heating cable and components must be replaced. Damaged cable should be replaced by a qualified person.**

# 9

## Test Procedures

---

nVent requires that the Installation and Inspection Record be completed during testing and kept for future reference.

### 9.1 Visual Inspection

- Visually inspect the pipe and connections to the heating cable for physical damage. Damaged heating cable must be replaced.
- Check that no moisture is present in junction boxes and that electrical connections are tight and grounded.
- Verify that all junction boxes are appropriate for the area classification and correctly sealed.
- Check for damaged or wet thermal insulation, damaged, missing or cracked lagging and weather-proofing.
- Check control and monitoring systems and high temperature cut-out sensors for moisture, corrosion, set point, switch operation, sensor or capillary damage, and ensure that they are operational and properly set.
- Check circuit breaker sizing and the supply voltage to verify that it is suitable for the heating cable voltage and amperage printed on the circuit identification tag and design documentation.
- Check the electrical connections to be sure the conductors are insulated over their full length.

### 9.2 Insulation Resistance (Megger) Test

#### Frequency

Insulation resistance testing is recommended at five stages during the installation process and as part of regularly scheduled maintenance.

- Before installing the cable
- Before installing components
- Before installing the thermal insulation
- After installing the thermal insulation
- Prior to the initial start-up (commissioning)
- As part of the regular system inspection
- After any maintenance or repair work

# 9

## Test Procedures

---

### Procedure

Insulation resistance testing (using a megohmmeter) should be conducted at three voltages: 500, 1000, and 2500 Vdc. Significant problems may not be detected if testing is done only at 500 and 1000 volts.

First measure the resistance between the heating cable conductors and the braid (Test A) then measure the insulation resistance between the braid and the metal pipe (Test B). Test B cannot be conducted on plastic pipes or after installing below-insulation components. Do not allow test leads to touch the junction box, which can cause inaccurate readings.

1. De-energize the circuit.
2. Disconnect the thermostat or controller, if installed.
3. Disconnect conductors from the terminal block, if installed.
4. Set the test voltage at 0 Vdc.
5. Connect the negative (-) lead to the heating cable metallic braid.
6. Connect the positive (+) lead to all heating cable conductors simultaneously.
7. Turn on the megohmmeter and set the voltage to 500 Vdc; apply the voltage for several minutes. Meter needle should stop moving. Rapid deflection indicates a short. Record the insulation resistance value in the Inspection Record.
8. Repeat Steps 4–7 at 1000 and 2500 Vdc.
9. Turn off the megohmmeter.
10. If the megohmmeter does not self-discharge, discharge the phase connection to the ground with a suitable grounding rod. Disconnect the megohmmeter.
11. Repeat this test between the braid and metal pipe where possible.
12. Reconnect conductors to the terminal block.
13. Reconnect the thermostat.

# 9

## Test Procedures

---



**Important:** System checkout and regular maintenance procedures require that Megger testing be performed from the distribution panel unless a control and monitoring system is in use. If a control and monitoring system is being used and Megger testing is being performed, remove the control equipment from the circuit and conduct the test directly from the heating cable.



**WARNING:** Fire Hazard in Hazardous Locations. Megger test can produce sparks. Be sure there are no flammable vapors in the area before performing this test.

### Insulation resistance criteria

A clean, dry, properly installed circuit should measure hundreds of megohms, regardless of the heating cable length or measuring voltage (0–2500 Vdc).

- All insulation resistance values should be greater than 100 megohms. If the reading is lower, consult Section 11, Troubleshooting Guide.



**Important:** Insulation resistance values for Tests A and B for any particular circuit should not vary more than 25 percent as a function of measuring voltage. Greater variances may indicate a problem with your heat-tracing system; confirm proper installation and/or contact nVent for assistance.

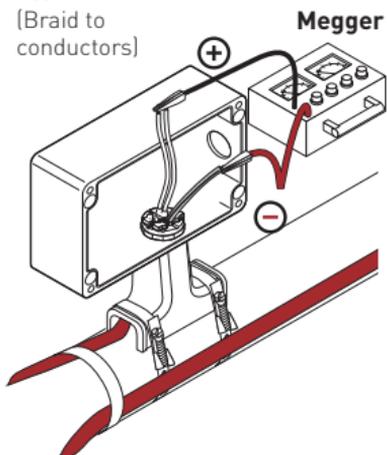
# 9

## Test Procedures

### Above-insulation component systems

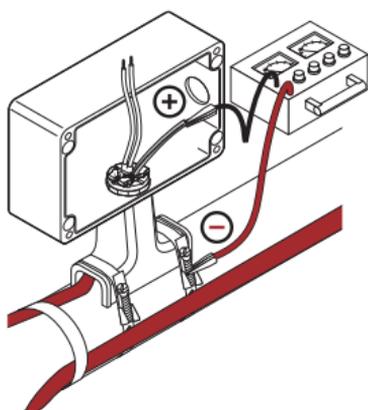
#### Test A

(Braid to conductors)



#### Test B

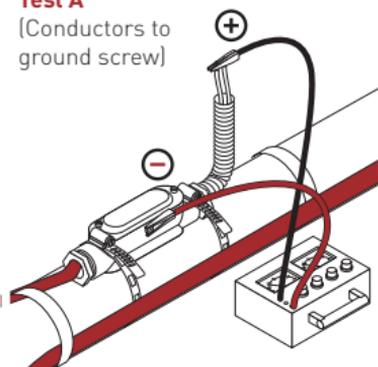
(Braid to pipe)



### Below-insulation component systems

#### Test A

(Conductors to ground screw)



#### Test B

Cannot be performed on below-insulation component systems

Figure 25: Megger testing for above and below-insulation components

# 9

## Test Procedures

### 9.3 Resistance and Continuity Test

Resistance and continuity testing is performed using a standard Digital Multimeter (DMM) and measures the resistance between the conductors of terminated circuits.

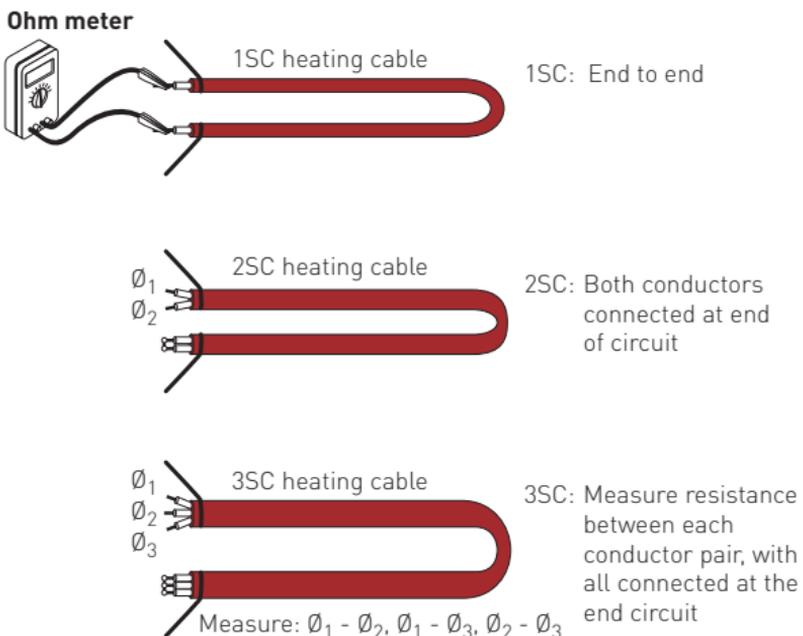
#### Test Criteria

Measure the resistance of the SC heating cable with the DMM. Most SC heating cable resistances are less than 100 ohms. The approximate resistance can be calculated using the formula: Resistance (ohms) = Volts / Amps. Voltage and amps can be found on the circuit identification tag and design documentation.

- If the resistance measurement is more than 20% higher than the calculated value, consult Section 11, Troubleshooting Guide.



**Important: This measured value is the resistance at 68°F (20°C); the calculated value is the resistance at the operating temperature and may be higher than the measured value.**



**Figure 26: Resistance and continuity test**

# 9

## Test Procedures

### 9.4 Capacitance Test

Connect the capacitance meter negative lead to the conductors and the positive lead to the braid wire. Set the meter to the 200nF range. Multiply the meter reading by the Capacitance factor for the correct heating cable shown in Table 2 to determine the total circuit length.

Length (ft or m) = Capacitance (nF) x Capacitance factor (ft or m/nF)

Compare the calculated circuit length to the design documentation and circuit breaker sizing tables.

#### Capacitance meter

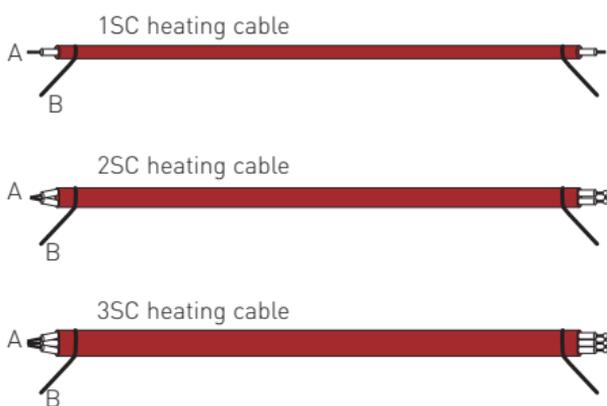
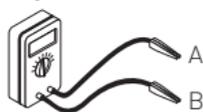


Figure 27: Capacitance (circuit length) test

## 9

## Test Procedures

**TABLE 2: CAPACITANCE FACTORS**

SC Heating Cable	Capacitance Factor	
	Ft/nF	m/nF
1SC30	25.4	7.7
1SC40	23.5	7.2
1SC50	22.6	6.9
1SC60	19.9	6.1
1SC70	18.1	5.5
1SC80	12.6	3.8
2SC30	22.1	6.7
2SC40	21.4	6.5
2SC50	20.6	6.3
2SC60	19.1	5.8
2SC70	16.1	4.9
2SC80	12.4	3.8
3SC30	15.9	4.9
3SC40	15.2	4.6
3SC50	13.6	4.2
3SC60	12.9	3.9
3SC70	12.1	3.7
3SC80	9.0	2.8



**Important:** The above capacitance factors are applicable to SC, SC/H heating cables. Capacitance factors for SC/F heating cables are pending. Please contact nVent.

# 9

## Test Procedures

---

### 9.5 Power Check

Energize the circuit breaker and after the current has stabilized, measure the circuit current using a clamp-on or panel ammeter. The measured value should be approximately the number shown under "Amps" on the circuit identification tag or design documentation. Variations of 10% to 20% are possible due to deviations in measurement equipment, supply voltage, and cable resistance. nVent RAYCHEMseries electronic monitoring controllers can perform this function.

The heating cable power (wattage) can be calculated by multiplying the measured voltage by the measured current using the following formula:

$$\text{Power (watts)} = \text{Volts (Vac)} \times \text{Current (Amps)}$$

Compare the calculated wattage to the wattage indicated on the circuit identification tag or design documentation.



**Important: For 3SC heating cables, the current of all three phases must be measured. Calculate the power of each phase. Then combine for calculating the total circuit power.**

Circuit Power =

$$(\text{Volts } \emptyset\text{-}\emptyset / \sqrt{3}) \times \text{Amps } \emptyset_1 = \text{_____ Watts } \emptyset_1$$

$$(\text{Volts } \emptyset\text{-}\emptyset / \sqrt{3}) \times \text{Amps } \emptyset_2 = \text{_____ Watts } \emptyset_2$$

$$(\text{Volts } \emptyset\text{-}\emptyset / \sqrt{3}) \times \text{Amps } \emptyset_3 = \text{_____ Watts } \emptyset_3$$

#### Ground-fault test

Test all ground-fault breakers or relay systems per manufacturer's instructions.

# 9

## Test Procedures

---

# 10

## Troubleshooting Guide

This section describes how to locate SC heating cable faults detected during commissioning or preventative maintenance testing. SC heating cable faults can be of three different types: interrupted conductors, conductor to conductor shorts or conductor to ground shorts. The

### Mode 1: Conductors/Heating Cable Interrupted

**Symptom:** No current, fail power check test, may pass megger.

**Cause:** Severed wires, component not installed, improperly installed crimps.

#### Case A: Entire cable interrupted

##### Data Measurements

- Megger to braid/ground: Pass Megger
- Resistance: Ohm readings show open ( $\infty$ )
- Capacitance Test: Stable reading

##### Actions:

- Calculate circuit length from capacitance and compare to design documentation, or measure capacitance from each end and use the ratio to locate the fault.
- Open thermal insulation at calculated distance to interruption then inspect heating cable and replace damaged cable and components as necessary.

#### Case B: SC heating cable only partially interrupted (at least one conductor connected)

##### Data Measurements

- Megger to braid/ground: Pass Megger
- Resistance: Ohm readings show open (A to B =  $\infty$ ) on 1SC and 2SC. 3SC may have one complete phase connected.
- Capacitance Test: Stable reading

# 10

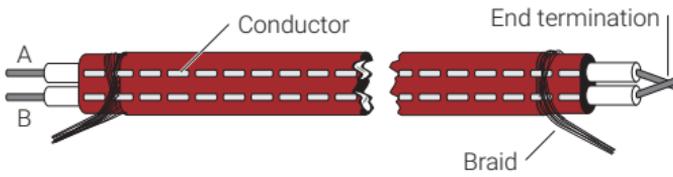
## Troubleshooting Guide

following sections describe how the test procedures in Section 9 reveal the different fault modes.

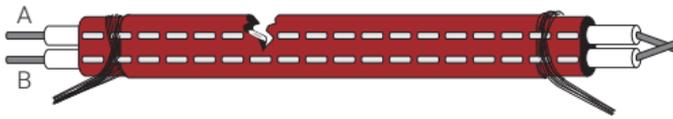
When a fault is discovered, the heating cable and/or components must be replaced or repaired until the circuit passes the required testing.

### Mode 1: Interrupted conductor fault

#### Case A: Entire cable



#### Case B: Single conductor



2SC heating cable shown for example

#### Actions:

- If only one heating cable conductor is interrupted the capacitance reading from all conductors to ground will include entire installed length not the location of the interruption. The end termination must be removed. Capacitance test must be run on each conductor individually to ground to determine approximate location of the fault:

Measure capacitance from each conductor to ground, from both ends of the circuit, where:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Front nF}}{(\text{front nF} + \text{back nF})}$$

$$\text{Approximate Distance} = \text{Design length} * \text{Ratio}$$

- Open thermal insulation at calculated distance to interruption then inspect heating cable and replace damaged cable and components as necessary.

## Mode 2: Conductors Shorted Together

**Symptom:** High Current, Possible CB trip, fail power check test

**Cause:** Mechanical damage, improperly installed components

### Case A: One conductor to conductor short

#### Data Measurements

- Megger to braid/ground: Pass Megger
- Resistance: Ohm readings low
- Capacitance Test: Stable reading

#### Actions:

- Compare circuit resistance to design documentation, use the ratio of the two readings to estimate the approximate location of the short from the power connection.

$$\text{approximate distance} = \text{design length} * \left( \frac{\text{measured } \Omega}{\text{design } \Omega} \right)$$

- Open the thermal insulation at calculated distance to the fault then inspect the heating cable and replace damaged cable and components as necessary.

### Case B: Multiple conductor-conductor shorts

#### Data Measurements

- Megger to braid/ground: Pass Megger
- Resistance: Ohm readings low
- Capacitance Test: Stable reading

#### Actions:

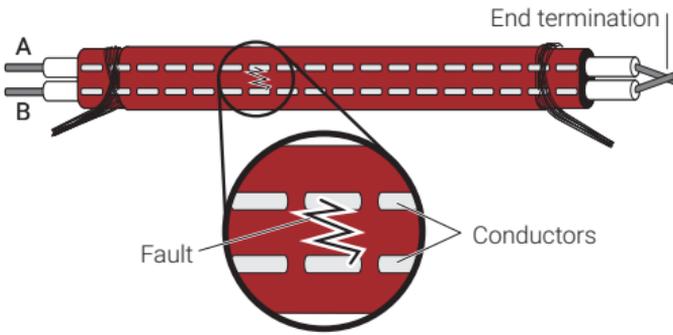
- Open thermal insulation at calculated distance to interruption then inspect heating cable and replace damaged cable and components as necessary.
- If there are multiple conductor-conductor shorts the distance to subsequent faults must be determined by repeating the measurements and calculation in Case A after each repair is made, until all the shorts are located and damaged heating cable and components are replaced.

# 10

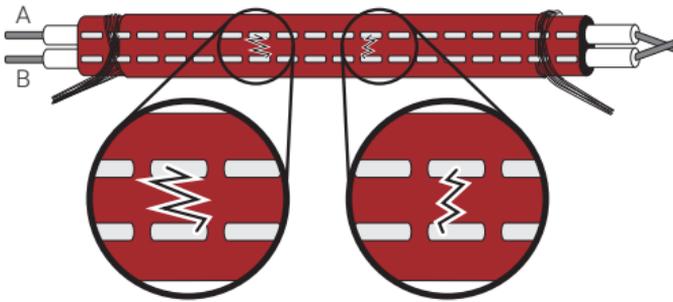
## Troubleshooting Guide

### Mode 2: Conductor to conductor fault

#### Case A: Single fault



#### Case B: Multiple faults



2SC heating cable shown for example

## Mode 3: Conductor to Ground Fault

**Symptom:** High Current, Possible CB trip, fail power check test, fail megger test

**Cause:** Mechanical Damage, improperly installed components

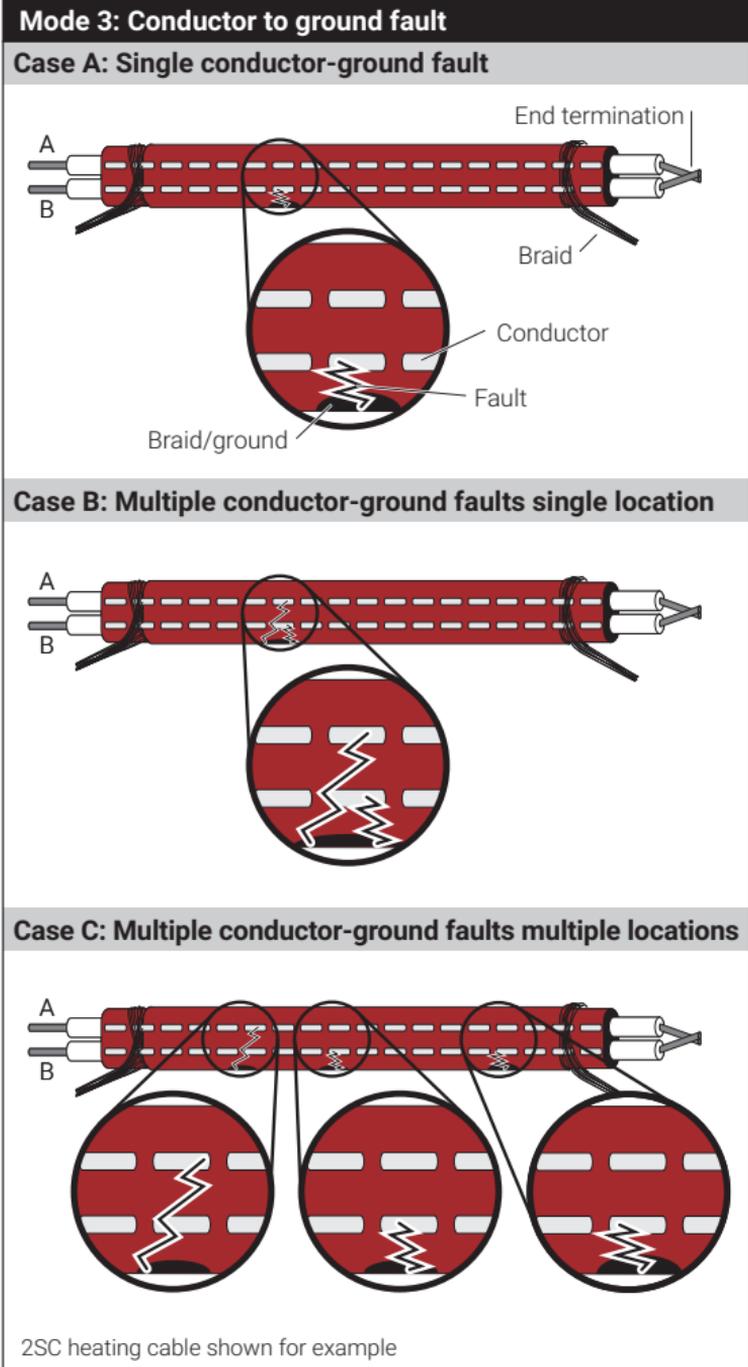
Case A, B and C: Conductor to ground fault

### Data Measurements

- Megger: Fail Megger
- Resistance: Ohm readings appear normal or low
- Capacitance: Cannot be tested since the conductors are shorted to ground

### Actions:

- Remove the end seal and measure the resistance and capacitance between each conductor and ground from both ends.
- If there is no fault to ground on the individual conductor the resistance reading will be open ( $\infty$ ) and the capacitance will give a stable reading
- Where a fault to ground is detected use the ratio method for resistance to ground between the front and back readings to estimate the fault location.
- If multiple faults are present, repeat the ratio tests until all of the faults are located and the necessary heating cable and components are replaced



# 11

## Troubleshooting Guide

---

### Symptom

Low or inconsistent insulation resistance

### Probable Causes

Nicks or cuts in the heating cable.

Short between the braid and heating cable bus wires or the braid and pipe.

---

Testing braid to pipe (Test B) on below-insulation components.

---

Arcing due to damaged heating cable insulation.

---

Moisture present in the components.

---

Test leads touching the junction box/condulet.

---

High pipe temperature may cause low IR reading.

### Reference tests:

---

### Symptom

Circuit breaker trips

### Probable Causes

Circuit breaker is undersized.

Heating cable is too short.

Connections and/or splices are shorting out.

---

Physical damage to heating cable is causing a direct short.

---

Nick or cut exists in heating cable or power feed wire with moisture present or moisture in connections

---

GFPD is undersized (5 mA used instead of 30 mA) or miswired..

### Reference tests:

# 11

## Troubleshooting Guide

---

### Corrective Action

---

Check power, splice, and end connections for cuts, improper stripping distance, and signs of moisture. If heating cable is not yet insulated, visually inspect the entire length for damage, especially at elbows and flanges and around valves. If the system is insulated, disconnect heating cable section between power kits, splices, etc., and test again to isolate damaged section.

---

The braid is grounded to the pipe in these components so Test B cannot be performed.

---

Replace damaged heating cable sections and restrip any improper or damaged connections.

---

If moisture is present, dry out the connections and retest. Be sure all conduit entries are sealed, and that condensate in conduit cannot enter power connection boxes. If heating cable bus wires are exposed to large quantities of water, replace the heating cable.

Clear the test leads from junction box/condulet and restart. Retest.

Retest at ambient, if necessary

---

### Insulation Resistance Test, Visual Inspection

---

#### Corrective Action

---

Recheck the design current loads. Do not install cable length shorter than indicated on the circuit ID tag. Check to see if existing power wire sizing is compatible with circuit breaker. Replace the circuit breaker, if defective or improperly sized. Visually inspect the power connections, splices, and end seals for proper installation; correct as necessary.

---

Check for visual indications of damage around the valves, pump, and any area where there may have been maintenance work. Look for crushed or damaged insulation lagging along the pipe. Replace damaged sections of heating cable.

---

Replace the heating cable as necessary. Dry out and reseal the connections and splices. using a megohmmeter, retest insulation resistance.

Replace undersized GFPD with 30 mA GFPD. Check the GFPD wiring instructions.

---

### Insulation Resistance Test, Fault Location Test, Visual Inspection

# 11

## Troubleshooting Guide

### Symptom

Low pipe temperature

### Probable Causes

Pipe temperature measured while colder fluid is flowing.

Insulation is wet or missing.

Heating cable circuit too long.

Insufficient heating cable was used on valves, supports, and other heat sinks.

Temperature controller was set incorrectly.

Improper thermal design used.

Improper voltage applied.

Temperature sensor installed too close to the SC heating cable.

### Reference tests:

### Symptom

High pipe temperature

### Probable Causes

Temperature sensor is not in contact with pipe.

Temperature controller was set incorrectly.

### Reference tests:

### Symptom

Low or no power output

### Probable Causes

Low or no input voltage applied.

The circuit is longer than the design shows due to splices or tees not being connected, or the heating cable having been severed.

Improper component connection causing a high-resistance connection.

Control thermostat is wired in normally open position.

The heating cable has been exposed to excessive temperature, moisture, or chemicals.

### Reference tests:

# 11

## Troubleshooting Guide

---

### **Corrective Action**

---

Measure temperature when pipe is static.

---

Remove wet insulation and replace with dry insulation, and secure it with proper weatherproofing.

---

Longer heating cable circuits result in lower power output. Confirm the circuit length agrees with the design documentation.

---

Splice in additional heating cable but do not exceed circuit length indicated on the design documentation.

---

Reset the controller.

---

Contact your Pentair Thermal Management representative to confirm the design and modify as recommended.

---

Relocate the temperature sensor away from the heating cable.

---

### **Power Check, Visual Inspection**

---

#### **Corrective Action**

---

Reinstall the temperature sensor on the pipe.

---

Reset the controller.

---

### **Power Check, Capacitance, Visual Inspection**

---

#### **Corrective Action**

---

Repair the electrical supply lines and equipment.

Check the routing and length of heating cable (use as "as built" drawings to reference actual pipe layout). Locate and replace any damaged heating cables, Then recheck the power output.

Check for loose wiring connections and rewire if necessary. Verify that all crimps were connected using the proper crimp tool and solder.

---

Rewire the thermostat in the normally closed position.

---

Replace damaged heating cable. Repeat the commissioning tests.

---

### **Power Check, Fault Location Test, Visual Inspection**

# 12

## Installation and Inspection Records

### Heating Cable Installation Record

Location \_\_\_\_\_

Ref. drawings(s) \_\_\_\_\_

Area classification \_\_\_\_\_

Auto ignition temp. \_\_\_\_\_

Circuit number \_\_\_\_\_

Circuit amp. \_\_\_\_\_

Heating cable manufacturer \_\_\_\_\_

Heating cable cat. no. \_\_\_\_\_

Megohmmeter manufacturer / model no. \_\_\_\_\_

Multimeter manufacturer / model no. \_\_\_\_\_ Last calibration date \_\_\_\_\_

Capacitance meter manufacturer / model no. \_\_\_\_\_ Last calibration date \_\_\_\_\_

**TESTING:** Note: Minimum acceptable insulation resistance shall be 100 MΩ.

1. Receipt of heating cable

Insulation Resistance Test (Test A/Test B)

Capacitance (Circuit length) Cap. Factor:

2. After installing cable on pipe (or pulling through channel)

Insulation Resistance Test (Test A/Test B)

Capacitance (Circuit length) Cap. Factor:

3. After installing components  
(Circle components installed add kit name)

Insulation Resistance Test (Test A/Test B)

Capacitance (Circuit length) Cap. Factor:

Resistance Calculated from ID tag:

4. Visual Inspection before installing thermal insulation

Heating cable installed correctly on pipe/channel Y/N

Heater correctly installed at valves, pipe supports, other heat sinks Y/N

Components correctly installed and cable terminated Y/N

Installation agrees with manufacturers instructions and circuit design Y/N

5. After installing thermal insulation

Continuity test

Insulation Resistance Test (Test A/Test B)

Capacitance (Circuit length) Cap. Factor:

Resistance Calculated from ID tag:

6. Tagging and identification complete (panel, field components, pipe labels) Y/N

7. Circuit Identification tag connected within 3 inches of power? Y/N

8. Heating cable effectively grounded Y/N

9. Thermal insulation weather tight (all penetrations sealed)

10. Drawings, documentation marked as-built

Performed by \_\_\_\_\_ Company \_\_\_\_\_

Witnessed by \_\_\_\_\_ Company \_\_\_\_\_

Accepted by \_\_\_\_\_ Company \_\_\_\_\_

Approved by \_\_\_\_\_ Company \_\_\_\_\_

# 12

## Installation and Inspection Records

Project number \_\_\_\_\_ Line number \_\_\_\_\_  
 Panel number \_\_\_\_\_ Breaker number \_\_\_\_\_  
 Circuit length \_\_\_\_\_  
 Heater wattage \_\_\_\_\_ Source voltage \_\_\_\_\_  
 Voltage setting \_\_\_\_\_V  
 Resistance range \_\_\_\_\_Ω  
 Capacitance range \_\_\_\_\_nF

Test Value / Remarks	Date	Initials
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Circuit Length:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Circuit Length:		
Power Kit Splice End Termination		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Circuit Length: Measured:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Circuit Length: Measured:		

\_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

# 12

## Installation and Inspection Records

### Heating Cable Commissioning and Annual Testing Record

Location \_\_\_\_\_ Ref. drawings(s) \_\_\_\_\_  
 Area classification \_\_\_\_\_ Auto ignition temp. \_\_\_\_\_  
 Circuit number \_\_\_\_\_ Circuit amp \_\_\_\_\_  
 Heating cable manufacturer \_\_\_\_\_ Heating cable \_\_\_\_\_

#### Design Information:

Total design length \_\_\_\_\_ Total installed length \_\_\_\_\_  
 Thermal insulation type \_\_\_\_\_  
 Maintain pipe temperature \_\_\_\_\_

#### Heating Cable Testing:

Instrument models and calibration date \_\_\_\_\_ Capacitance (Circuit length) Capacitance factor: \_\_\_\_\_  
 Continuity/Resistance ( $\Omega$ ) \_\_\_\_\_  
 Insulation Resistance (100 M $\Omega$  minimum) 500 V: \_\_\_\_\_

Performance Data:	Volts AC		1 phase Line	
	Panel	Field		
Startup				
Second test				
Third test				
Ambient temperature				
Pipe temperature				
Calculated Total Watts				
<b>Temperature Control: (degrees)</b>	Ambient sensing		Set point	
Model:				
Location:				
Programmed Y/N:				
Controls Operation Verified Y/N:				
<b>Alarms/Monitoring:</b>				
Type:			Temperature	
			Current	
			Ground fault	
			Loss of voltage	
Ground fault protection type:			Trip level (mA)	

Performed by \_\_\_\_\_  
 Witnessed by \_\_\_\_\_  
 Accepted by \_\_\_\_\_  
 Approved by \_\_\_\_\_

# 12

## Installation and Inspection Records

Project number \_\_\_\_\_ Line number \_\_\_\_\_  
 Panel number \_\_\_\_\_ Breaker number \_\_\_\_\_  
 Circuit length \_\_\_\_\_ Source voltage \_\_\_\_\_  
 Catalog no. \_\_\_\_\_ Heater wattage \_\_\_\_\_

Thermal insulation thickness \_\_\_\_\_

Circuit length (ft)

\_\_\_\_\_

1000 V: \_\_\_\_\_ 2500 V: \_\_\_\_\_

### Current in Amperes

3 phase

Phase A	Phase B	Phase C	Neutral
Pipe sensing	Set point	Overlimit	Set point
High setting	Low setting	Operation verified Y/N	
Measured current		Tested for operation	

Company \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 Company \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 Company \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 Company \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

## Salvaguardias y advertencias importantes

### **ADVERTENCIA: PELIGRO DE INCENDIO O DESCARGAS ELÉCTRICAS.**

Los sistemas de rastreo de calor de nVent RAYCHEM deben instalarse correctamente para asegurar un funcionamiento correcto y evitar cortocircuitos e incendio. Lea estas advertencias importantes y siga cuidadosamente todas las instrucciones de instalación.

- Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de nVent certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.
- Las homologaciones y el rendimiento de los sistemas de trazado eléctrico se basan en el uso de componentes y accesorios aprobados. No utilice piezas alternativas.
- Las terminaciones de los cables deben mantenerse secas antes, durante y después de la instalación.
- El cable de calefacción dañado puede producir arqueo eléctrico o incendios. Utilice únicamente las cintas de fibra de vidrio o abrazaderas aprobadas para fijar el cable a la tubería.
- Si hay daños en el cable calefactor o en los componentes, estos elementos deben repararse o sustituirse. Para obtener asistencia, póngase en contacto con nVent.
- Use sólo aislación resistente al fuego compatible con la aplicación y la temperatura máxima de exposición del sistema a rastrear.
- Para prevenir el incendio o explosión en ubicaciones peligrosas, verifique que la temperatura máxima de la cubierta exterior del cable calefactor sea inferior a la temperatura de autoignición de los gases en el área. Para obtener información adicional, consulte la documentación de diseño.
- Los cables calefactores pueden alcanzar altas temperaturas en funcionamiento y causar quemaduras si se tocan. Evite el contacto cuando los cables estén energizados. Aísle la tubería antes de energizar el cable. Procure que su personal esté adecuadamente formado.
- Las Fichas de datos de seguridad de los materiales (MSDS por sus siglas en inglés) están disponibles en nuestro sitio Web en [nVent.com](http://nVent.com).

# CONTENIDOS

---

<b>1</b>	<b>Información general</b>	<b>121</b>
	1.1 Uso del manual	121
	1.2 Instrucciones de seguridad	122
	1.3 Sistema típico	122
	1.4 Códigos eléctricos	123
	1.5 Garantía y aprobaciones	123
	1.6 Construcción del cable calefactor	124
	1.7 Identificación del cable calefactor	125
	1.8 Directrices generales para la instalación	126
	1.9 Almacenamiento del cable de calefacción	127

---

<b>2</b>	<b>Comprobaciones previas a la instalación</b>	<b>128</b>
	2.1 Comprobación del material recibido	128
	2.2 Comprobación de la tubería que se va a trazar	128
	2.3 Comprobación de las herramientas	128

---

<b>3</b>	<b>Instalación de cable de calefacción</b>	<b>129</b>
	3.1 Tendido de cables calefactores	129
	3.2 Instalación directamente sobre tubería	134
	3.3 Instalación en canalización	135
	3.4 Detalles de instalación típica	136

---

<b>4</b>	<b>Instalación de componentes</b>	<b>139</b>
	4.1 Instalación general de componentes	139

---

<b>5</b>	<b>Control y monitoreo</b>	<b>141</b>
	5.1 Información general	141
	5.2 Instalación de sensores de temperatura en las tuberías	142
	5.3 Instalación de seguridad para altas temperaturas en tuberías plásticas	143

---

<b>6</b>	<b>Aislamiento térmico y señalización</b>	<b>144</b>
	6.1 Comprobaciones previas a la instalación	144
	6.2 Indicaciones para la instalación de aislamiento	144
	6.3 Marcas	146
	6.4 Prueba post aislamiento	146

---

<b>7</b>	<b>Corriente y protección eléctricas</b>	<b>147</b>
	7.1 Clasificación de voltaje	147
	7.2 Carga eléctrica	147
	7.3 Cableado de control de temperatura	149

---

<b>8</b>	<b>Puesta en marcha y mantenimiento preventivo</b>	<b>150</b>
	8.1 Pruebas de puesta en servicio	150
	8.2 Mantenimiento preventivo	151

---

<b>9</b>	<b>Procedimientos de prueba</b>	<b>153</b>
	9.1 Inspección visual	153
	9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)	153
	9.3 Prueba de resistencia y continuidad	157
	9.4 Prueba de capacitancia	158
	9.5 Comprobación de alimentación	160

---

<b>10</b>	<b>Guía para la solución de problemas</b>	<b>162</b>
-----------	---	------------

---

<b>11</b>	<b>Guía para la solución de problemas</b>	<b>168</b>
-----------	---	------------

---

<b>12</b>	<b>Registro de instalación e inspección</b>	<b>172</b>
-----------	---	------------

---

# 1

## Información general

---

Los sistemas de trazado eléctrico de resistencia en serie SC de nVent RAYCHEM se utilizan en tuberías de metal y plástico aisladas térmicamente. Estos sistemas deben instalarse respetando los requisitos establecidos en la documentación de diseño que nVent proporciona con cada proyecto.

En nVent nos encargamos del calor que necesita (We manage the heat you need) ofreciéndole un completo servicio integrado que incluye desde el diseño original hasta la especificación del producto y la instalación de todo el sistema. Si se requiere, también brindamos mantenimiento futuro de la instalación.

### 1.1 **Uso del manual**

Este manual abarca los principios básicos de instalación y mantenimiento de los sistemas de trazado eléctrico de resistencia en serie (SC) de nVent RAYCHEM. Utilice este manual junto con la documentación de diseño proporcionada por nVent, así como el material siguiente:

- Hojas de datos de SC, SC/H, SC/F (H57027, H57961)
- Hojas de datos de componentes y accesorios SC, SC/H, SC/F (H57780, H57943A)

Para obtener asistencia técnica o información relativa a los cables de los sistemas de trazado eléctrico SC, póngase en contacto con su representante de nVent o directamente con nVent.

#### **nVent**

7433 Harwin Drive

Houston, TX 77036

USA

Tel: +1.800.545.6258

Tel: +1.650.216.1526

Fax: +1.800.527.5703

Fax: +1.650.474.7711

[thermal.info@nVent.com](mailto:thermal.info@nVent.com)

[nVent.com](http://nVent.com)



**Importante:** Para que la garantía de nVent y las aprobaciones de agencia apliquen, se deben seguir las instrucciones incluidas en este manual y paquetes de producto.

# 1

## Información general

### 1.2 Instrucciones de seguridad

La seguridad y fiabilidad de cualquier sistema de trazado eléctrico depende de un diseño, instalación y mantenimiento apropiados. El diseño, manipulación, instalación o mantenimiento incorrectos de cualquiera de los componentes del sistema puede causar falta o exceso de calentamiento en las tuberías o daños en el sistema de cables calefactores, pudiendo provocar el desperfecto del sistema, una descarga eléctrica o un incendio. Las directrices e instrucciones de esta guía son importantes. Síguelas cuidadosamente para minimizar dichos riesgos y garantizar que el sistema SC tenga un comportamiento fiable.

Ponga especial atención a lo siguiente:

- Las instrucciones importantes están marcadas con la palabra  **Importante**
- Las advertencias están señaladas con la palabra  **ADVERTENCIA**

### 1.3 Sistema típico

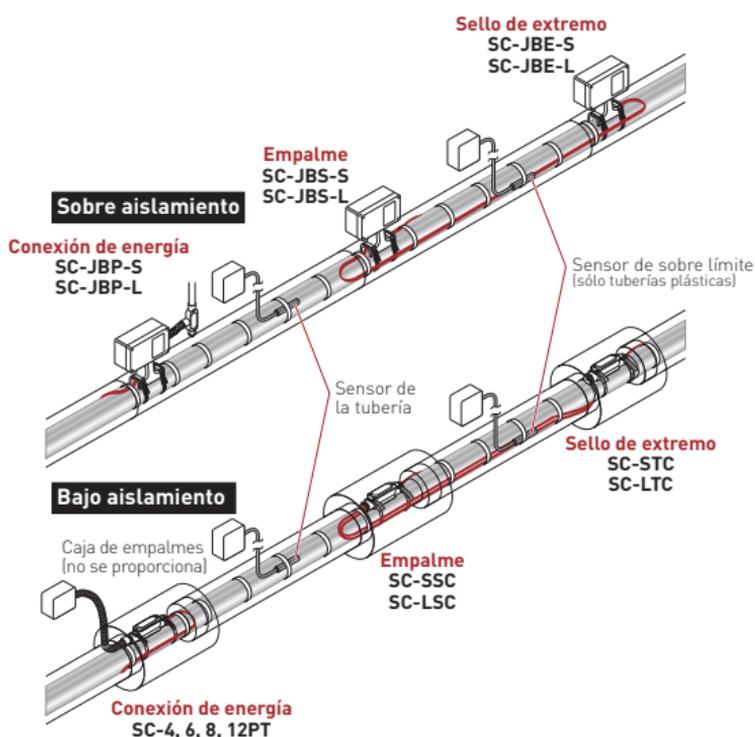


Figura 1: Sistema típico de cable calefactor SC

# 1

## Información general

---



**Importante:** Los cables calefactores SC nVent RAYCHEM son productos tecnológicos. Todas las aplicaciones precisan el diseño de nVent.

### 1.4 Códigos eléctricos

Las Secciones 427 (sistema de tuberías y contenedores) y 500 (áreas clasificadas) del Código Eléctrico Nacional (NEC) y la Parte 1 del Código Eléctrico Canadiense, Secciones 18 (áreas de riesgo) y 62 (espacio eléctrico fijo y calefacción en superficie) rigen la instalación de sistemas de trazado eléctrico. Todas las instalación de sistemas de rastreo de calor deben cumplir con estas normas y con otros códigos locales o nacionales aplicables.

### 1.5 Garantía y aprobaciones

Los cables calefactores SC y los componentes de nVent RAYCHEM han sido homologados para su utilización en áreas de ries-go y en áreas seguras. Para obtener más detalles consulte las hojas de datos específicas de los productos.



La garantía limitada estándar de nVent es válida para todos los productos. Se puede ver la garantía completa en [nVent.com](http://nVent.com). Para tener derecho a una garantía ampliada de 10 años, regístre-se en línea antes de que transcurran los 30 días siguientes a la instalación en [nVent.com](http://nVent.com).

# 1

## Información general

### 1.6 Construcción del cable calefactor

Los cables calefactores SC de nVent RAYCHEM proporcionan protección eléctrica frente a la congelación y mantenimiento de la temperatura en tuberías largas. Estos cables están disponibles en configuraciones de conductor único, doble o triple, como aparece en la Figura 2.

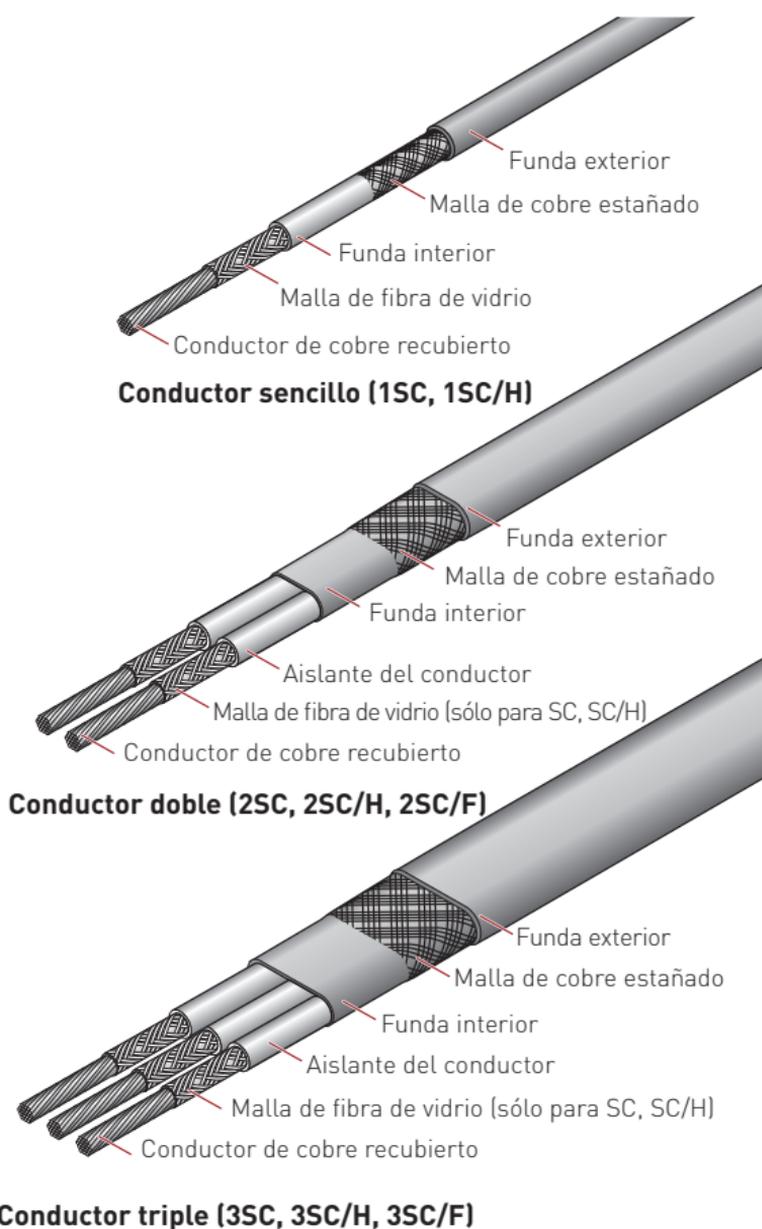


Figura 2: Construcción del cable calefactor SC, SC/H, SC/F

# 1

## Información general

### 1.7 Identificación del cable calefactor

Se pueden solicitar etiquetas de identificación del circuito, necesarias para las agencias de homologación, a nVent (Ref.: P000000311). Las etiquetas de identificación del circuito proporcionan información como el número de catálogo del cable calefactor, el voltaje de funcionamiento, la corriente de salida, la temperatura máxima de la cubierta del cable, el número de identificación del circuito, la longitud del cable calefactor y la corriente nominal del cable. Si el cable ha sido diseñado para un área peli-grosa, la clasificación del área estará impresa en la sección 'Haz. Locations' de la etiqueta.



**Importante:** La etiqueta de identificación del circuito debe fijarse de forma permanente a no más de 75 mm (3 pulgadas) de la conexión eléctrica.

nvent RAYCHEM		SC, SC/H, and SC/F		
Series-Resistance Heating Cable		Watts	Volts	Amps
Catalog No.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Circuit No.	<input type="text"/>	Circuit Length <input type="text"/>		
Ex e II T <sup>(2)</sup>	<sup>(1)</sup>		Usage Code	Max. Sheath Temperature
Hazardous Locations			<input type="text"/>	<input type="text"/> °C
Class <input type="text"/> Div <input type="text"/> Group <input type="text"/>			-W	Min. Installation Temperature: -40°C
IECEx BAS 06.0049X Ex e II T* (see schedule) Ex tD A21 IP66 Segurança			See Other Side Voir Aussi Au Verso Veja O Outro Lado	
IEx 09.0008X Ex eb IIC T* Gb (* See observation)				
<sup>(1)</sup> Except 1SC <sup>(2)</sup> Temperature code based on design documentation				

Figura 3: Etiqueta típica de identificación del circuito de cables SC (parte delantera)



**ADVERTENCIA:** Riesgo de incendio o explosión. Asegúrese de que el sistema de cables calefactores SC tal como se identifica en la etiqueta de identificación del circuito cumple los requisitos de la clasificación del área.

## 1.8 Directrices generales para la instalación

Estas directrices se ofrecen para ayudar al instalador con el proceso de instalación y deben revisarse antes de comenzar la instalación.

- Evite daños al cable calefactor SC de la siguiente forma:
  - No utilice abrazaderas ni bandas metálicas para fijar el cable a la tubería.
  - No instale cables calefactores de distinta longitud a la especificada en la documentación de diseño del sistema.
  - No suministre corriente hasta que no se haya completado la instalación.
  - No permita que los cables calefactores se crucen, superpongan o agrupen. Esto puede causar sobrecalentamiento localizado con riesgo de incendio o desperfecto del cable.
  - Mantenga los sopletes de soldar lejos de los cables y protéjalos de las escorias que puedan caer sobre ellos.
- Asegúrese de que el cliente haya dado la autorización para el trazado en todas las tuberías antes de instalar el cable calefactor.
- Instale el cable de forma que permita la extracción de equipos que requieran mantenimiento, como válvulas, bombas y filtros, sin afectar excesivamente al cable calefactor que los rodea.
- Al instalar el cable sobre válvulas, bombas y otras superficies con formas irregulares, evite doblarlo con un radio de curvatura inferior a 1 pulgada. En bridas y uniones pequeñas donde no resulta práctico doblar los cables muy ajustadamente, se pueden usar láminas o piezas puente metálicas para llenar los espacios entre el cable calefactor y la superficie que se calentará.
- Asegúrese de que el cable calefactor es adecuado para la temperatura continua de exposición que aparece en la Tabla 1.
- Aplique aislamiento térmico tan pronto como sea posible después del trazado eléctrico para evitar daños mecánicos en los cables calefactores. Se debe instalar revestimiento impermeable inmediatamente después de aplicarse el aislamiento para evitar que el aislamiento se humedezca.
- Haga todas las conexiones a los cables de alimentación en las cajas de empalmes elevadas y tápelas cuando no esté trabajando en ellas.
- La temperatura de instalación mínima es  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ).

# 1

## Información general

---

- Use un controlador de temperatura adecuado para la temperatura del proceso. nVent suministra una amplia gama de controladores de temperatura, entre ellos los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM.

**TABLA 1: TEMPERATURA DE EXPOSICIÓN DEL CABLE CALEFACTOR SC, SC/H, SC/F**

Cable calefactor SC	Temperatura máxima de exposición continua
SC	400°F (204°C)
SC/H	480°F (250°C)
SC/F	195°F (90°C)

### 1.9 Almacenamiento del cable de calefacción

- Guarde los cables calefactores en un lugar limpio y seco y protéjalos de daños mecánicos.
- Guarde los cables calefactores en su embalaje original hasta el momento de su instalación.

# 2

## Comprobaciones previas a la instalación

---

### 2.1 Comprobación del material recibido

Revise el diseño del cable calefactor y compare la lista de materiales con los números de catálogo de los cables calefactores y los componentes que haya recibido, para confirmar que sean los adecuados. El voltaje del cable calefactor, el voltaje y la longitud de cada circuito están impresos en la etiqueta de identificación del circuito.

- Asegúrese de que el voltaje nominal del cable sea adecuado para el voltaje de alimentación disponible.
- Inspeccione el cable de calefacción y los componentes en busca de daños producidos durante el traslado.
- Ejecute una prueba de continuidad y de resistencia de aislamiento (100 MΩ como mínimo) en cada cable como se detalla en la Sección 9 y registre los resultados en el Registro de instalación del cable calefactor en la Sección 12.
- Verifique que la temperatura condicional de la cubierta (temperatura nominal) en la etiqueta de identificación del circuito satisfaga los requisitos del área y del material de las tuberías.

### 2.2 Comprobación de la tubería que se va a trazar

- Asegúrese de que se completen las pruebas mecánicas de las tuberías (purga y pruebas hidrostáticas, por ejemplo) y de que el cliente haya autorizado el trazado del sistema.
- Recorra el sistema y planifique el trazado del cable de calefacción sobre la tubería.
- Verifique que la longitud real de las tuberías, las rutas y la ubicación de accesorios como válvulas, soportes, estribos de suspensión y otros componentes, coincidan con los planos del proyecto.
- Inspeccione las tuberías y canaletas para comprobar si presentan rebabas, superficies rugosas o bordes afilados que puedan dañar el cable calefactor. Elimine en caso de ser necesario.
- Verifique que las cubiertas de todas las superficies estén secas al tacto.

### 2.3 Comprobación de las herramientas

Para la instalación de sistemas de trazado eléctrico SC son necesarias las siguientes herramientas. En las instrucciones de instalación de cada componente específico se enumeran herramientas adicionales.

- Herramienta de compresión adecuada
- Soplete de gas propano o GLP
- Medidores de prueba adecuados como los descritos en la Sección 9 de este manual.

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### 3.1 Tendido de cables calefactores

#### Tendido de cables

Utilice un carrete que gire con facilidad y poca tensión. Tienda el cable desde el carrete como se indica en la Figure 4.

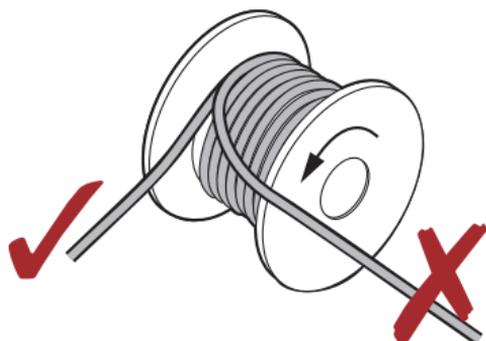


Figure 4: Dirección de tendido

Sitúe los carretes próximos a la tubería que se traceará.

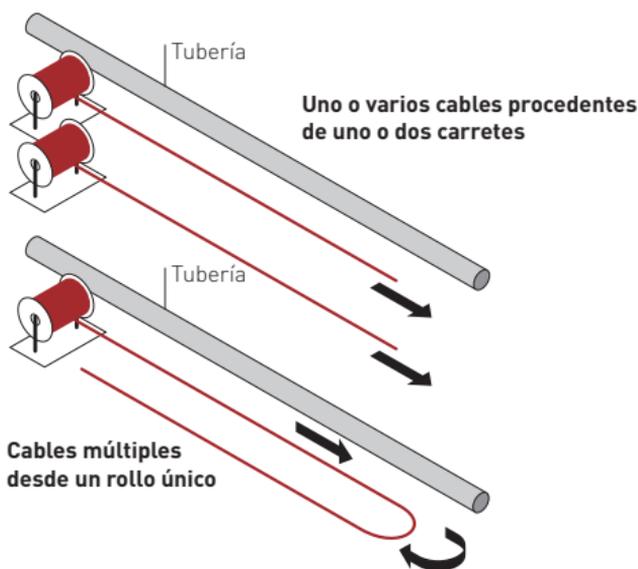


Figure 5: Tendido de cables calefactores SC sencillos y múltiples

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Tendido de cables

Extienda el cable a lo largo de la tubería siguiendo el diseño. Asegúrese de que se haya considerado la cantidad suficiente de cable para la instalación de componentes, bucles de servicio y accesorios de las tuberías.

### Recomendaciones para tender el cable calefactor:

- Utilice un carrete que se tienda con facilidad y poca tensión. Si el cable de calefacción se engancha, deje de tirarlo.
- Tire del cable calefactor a mano. No tire con dispositivos mecánicos.
- Mantenga el cable de calefacción colgando sin tensarlo pero cerca de la tubería que se está rastreando para evitar la interferencia con los soportes y el equipo.
- Las marcas en el cable de calefacción se pueden utilizar para determinar la longitud del cable.
- Proteja todas las puntas del cable calefactor de la humedad, la contaminación y los daños mecánicos.

**⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio o choques eléctricos No instale cable dañado. Los componentes y extremos del cable deben mantenerse secos antes y durante la instalación.**

### Al tender el cable calefactor EVITE:

- Esquinas afiladas
- Tirar con demasiada fuerza o que se produzcan tirones
- Los retorcimientos y el aplastamiento
- Caminar sobre él o pasarle por encima con equipo

### Colocación de cables calefactores

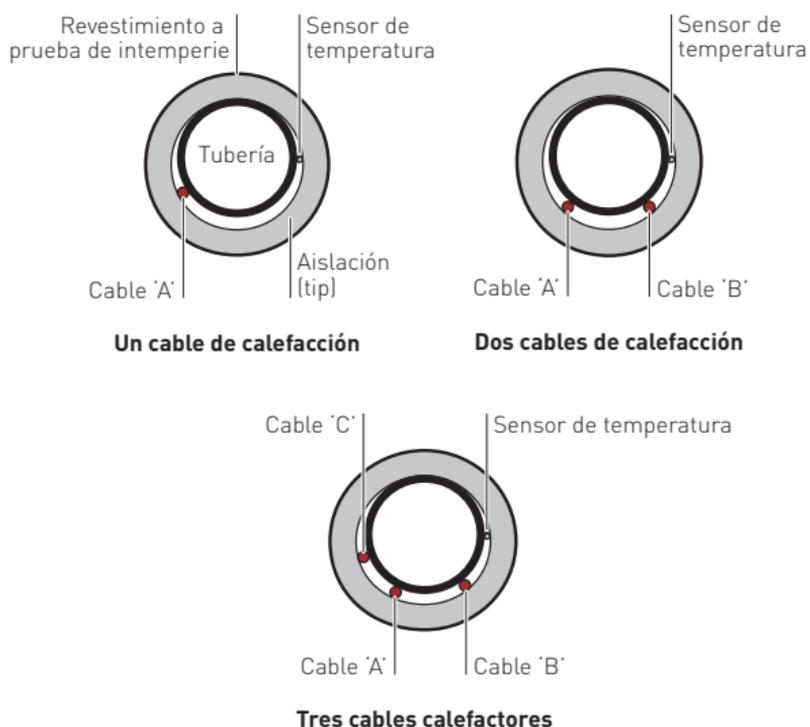
Instale los cables alrededor de la sección inferior de la tubería pero evitando el centro inferior de la misma (Figure 6).

En el caso de dos cables, instálelos entre 30° y 45° a ambos lados del centro inferior de la tubería (Figure 6).

En el caso de tres cables, instale el cable inferior aproximadamente a 10° del centro inferior de la tubería (Figure 6). En una tubería vertical, separe los cables uniformemente alrededor de la circunferencia de la tubería.

# 3

## Instalación de cable de calefacción



**Figure 6: Sección transversal típica de colocación de los cables calefactores SC**

### Doblar el cable

El cable de calefacción no se dobla fácilmente en una superficie plana. No fuerce al doblar ya que se puede dañar el cable de calefacción.



**Figure 7: Doblado del cable calefactor SC**

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Radio de curvatura mínimo

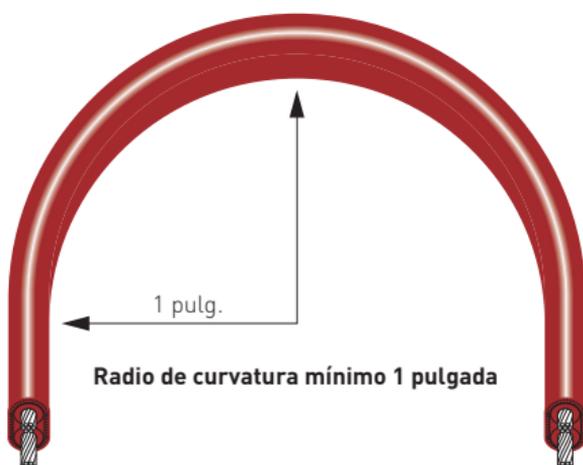


Figure 8: Radio de curvatura mínimo

### Crossing the cable

Do not cross, overlap, or group the heating cables.

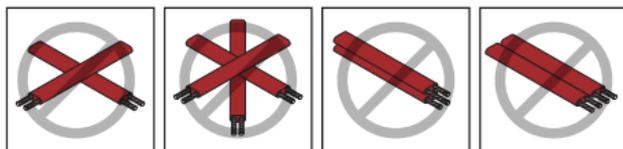


Figure 1: Crossing, overlapping, and grouping

### Cruzar el cable

No permita que los cables calefactores se crucen, super-pongan o agrupen.

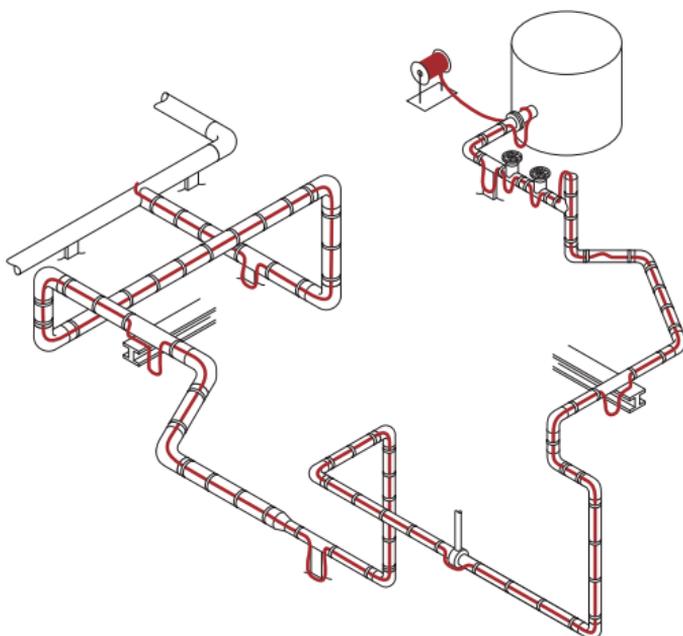


**Importante:** Cualquier cambio en la longitud del circuito diseñado alterará la corriente de salida y obligará a reconfirmar el diseño. No corte el cable a ninguna otra longitud que la especificada.

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Fijación del cable



**Figure 10: Fijación típica del cable calefactor**

Coloque cinta para adherir el cable a la tubería cada 30 cm. Empiece por la punta opuesta al carrete, como se indica en la figura previa. Si se utiliza cinta de aluminio, aplíquela sobre toda la extensión del cable de calefacción después de asegurar el cable con cinta de vidrio. Trabaje en dirección al rollo de cable. Prevea cable calefactor extra en la conexión eléctrica, en todos los lados de los empalmes y las conexiones en T, así como al final del sello para permitir servicios futuros.

Deje una vuelta extra de cable para cada dissipador térmico, como en los soportes, válvulas, bridas e instrumentos de tuberías según se detalla en el diseño. Consulte Sección 3.4 para fijar el cable de calefacción a dissipadores térmicos.



**Importante: Instale los componentes del cable calefactor inmediatamente después de sujetar el cable. Si no es posible instalar inmediatamente, proteja de la humedad los extremos del cable de calefacción.**

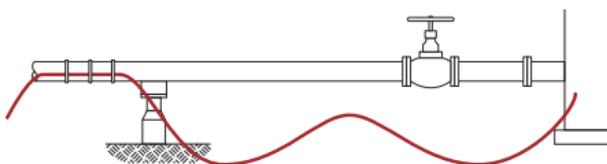
# 3

## Instalación de cable de calefacción

### 3.2 Instalación directamente sobre tuberías

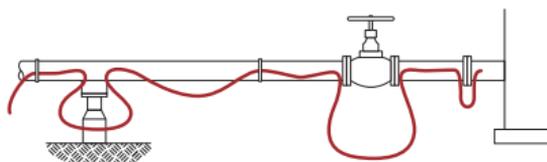
nVent requiere que complete el Registro de instalación de cable calefactor durante la instalación del mismo y el aislamiento térmico y que conserve este registro para referencia futura.

- Instale todo el equipo auxiliar sobre las tuberías con abrazaderas antes de instalar los cables calefactores.
- Donde sea posible, tienda el cable calefactor a lo largo de la sección de tubería que se traceará.



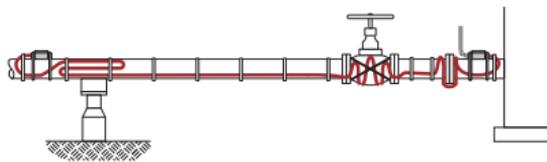
**Figure 11: Tendido de cables calefactores**

- Fije los cables calefactores a la tubería con cinta de fibra de vidrio a intervalos de 300–450 mm (12–18 pulgadas).
- Deje cable extra según las especificaciones del diseño en todos los accesorios de la tubería.



**Figure 12: Márgenes para válvulas, bridas y soportes de tubería**

- Instale el cable sobre los accesorios de las tuberías conforme a los detalles de instalación de la Sección 3.4.
- Instale las conexiones eléctricas, los empalmes y los extremos finales siguiendo las instrucciones del paquete de componentes.



**Figure 13: Instalación de cable calefactor SC terminada**



**Importante:** Para mejorar la transferencia térmica se puede utilizar cinta de aluminio AT-180 en los cables calefactores SC. Consulte la documentación de diseño.

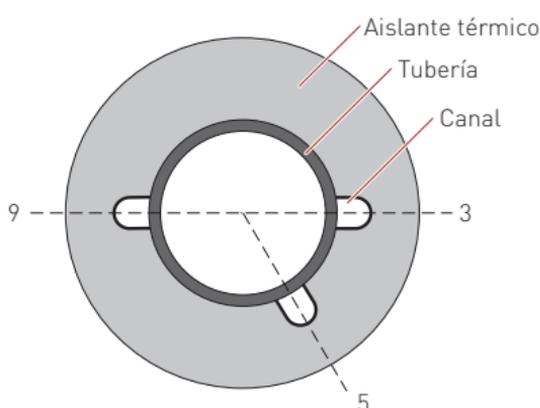
# 3

## Instalación de cable de calefacción

**⚠ ADVERTENCIA:** Peligro de incendio o choques eléctricos. No instale cable dañado. Tendrá que reemplazarlo.

### 3.3 Instalación en canalización

Asegúrese de que el número, tamaño y posición de la canalización son los correctos según lo especificado en la documentación de diseño.



Canal semicircular típico:  
w: 19,05 mm al.: 7/8"

**Figure 14: Tamaño y posición de la canalización en la tubería**

**⚠ ADVERTENCIA:** Para evitar sobrecalentamientos, instale únicamente un cable SC por canalización.

#### Método de jalado

Tire e inserte el cable calefactor a mano. No tire con dispositivos mecánicos.

Para no dañar la sobrecubierta al tirar, asegúrese de que los extremos de la canalización no tengan rebabas. Bisele los bordes o utilice una guía para dirigir el cable.



**Importante:** Las canalizaciones deben estar alineadas, limpias de suciedad o residuos para evitar que se dañe el cable calefactor.

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Empalmes y componentes

- El número de empalmes y de intervalos de separación depende del diseño del sistema y de la longitud del carrete. El aislamiento debe abrirse y la canalización, interrumpirse para instalar los componentes. Seleccione e instale los componentes de acuerdo con la documentación de diseño proporcionada.
- Utilice cinta de aluminio AT-180 para fijar el cable calefactor SC a la tubería en las zonas externas de la canalización, como las conexiones de la tubería.



**Importante:** Las tuberías enterradas deben utilizar componentes bajo aislamiento. Consulte Figura 19 en la página 20.

- Vuelva a colocar el aislamiento térmico, hasta el espesor del diseño, y el revestimiento impermeable después de instalar los componentes.
- Utilice más cantidad de aislamiento después de instalar componentes bajo aislamiento.

### 3.4 Detalles de instalación típica

Envuelva los accesorios de tuberías, equipo y soportes como se muestra en los ejemplos siguientes para compensar apropiadamente mayores pérdidas de calor en disipadores térmicos y facilitar el acceso para mantenimiento. La cantidad de cable de calefacción exacta es determinada en el diseño.

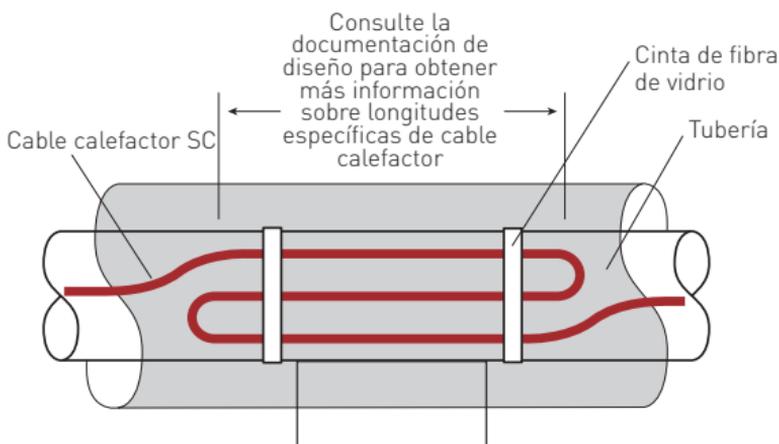
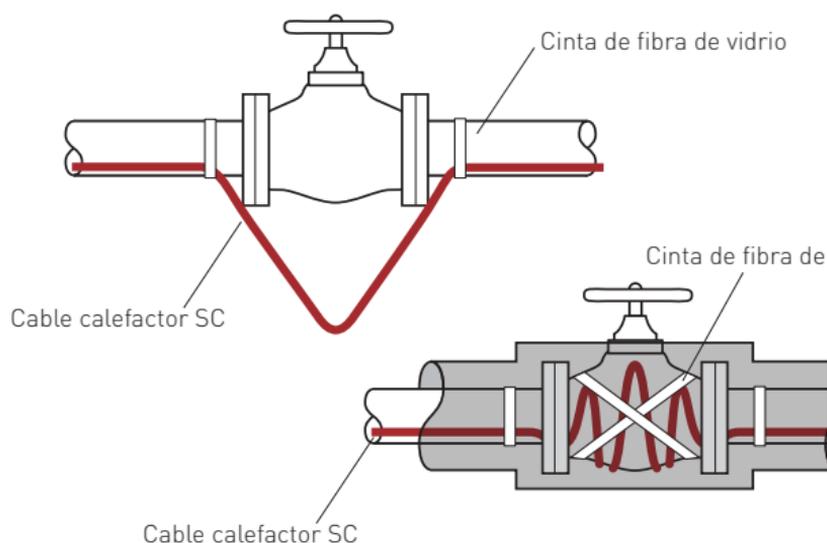


Figure 15: Soporte de tubería

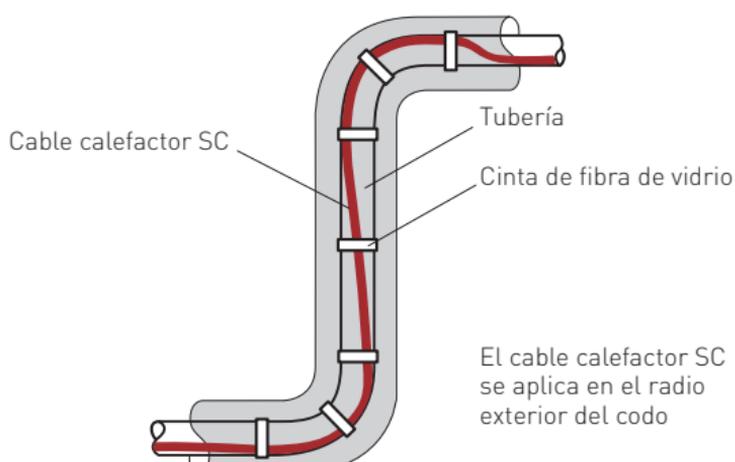
# 3

## Instalación de cable de calefacción



**Figure 16: Válvulas**

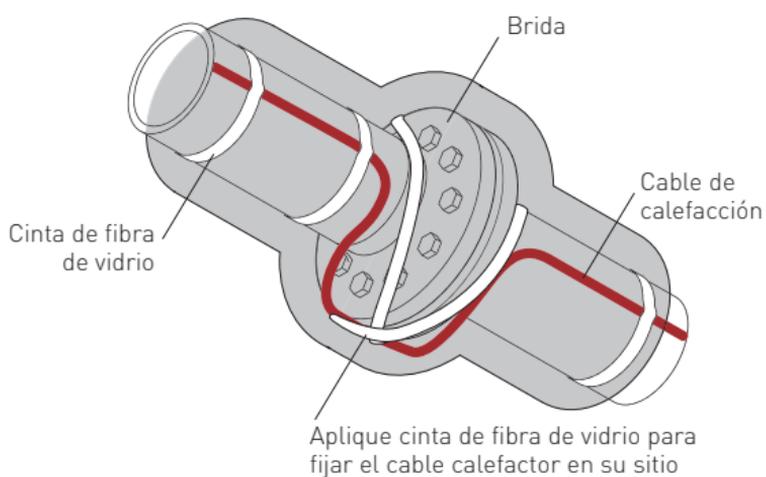
**⚠ ADVERTENCIA:** Los cables superpuestos se pueden sobrecalentar, dañar y suponer un riesgo de incendio.



**Figure 17: Instalación en codo de 90°**

# 3

## Instalación de cable de calefacción



**Figure 18: Bridas**

**⚠ ADVERTENCIA:** Los cables superpuestos se pueden sobrecalentar, dañar y suponer un riesgo de incendio.

# 4

## Instalación de componentes

### 4.1 Instalación general de componentes

Los componentes SC nVent RAYCHEM deben utilizarse con los cables calefactores SC nVent RAYCHEM. Un circuito completo requiere una conexión de alimentación y un sello en el extremo. Los empalmes y accesorios se utilizan conforme se necesiten. Consulte la documentación de diseño del sistema para obtener información sobre los componentes necesarios en el mismo.

Las conexiones eléctricas SC sobre aislamiento incluyen la necesaria caja de empalmes, cables fríos y conexiones. Las conexiones eléctricas SC bajo aislamiento incluyen la transición de cable frío a caliente pero no la caja de empalmes, que deben suministrarla otros fabricantes.

Las instrucciones de instalaciones están incluidas en el kit de componentes. Se deben seguir los pasos para preparar el cable de calefacción y conectar los componentes.

 **ADVERTENCIA: Las conexiones pueden sobrecalentarse. Las conexiones de cable deben comprimir-se y soldarse.**

#### Recomendaciones para la instalación de componentes

- Los paquetes de conexión deberán ir montados sobre la tubería cuando sea conveniente. Los conductos eléctricos que llevan a los kits de conexión deben poseer drenajes en sus puntos bajos para evitar que se acumule condensación en el conducto. Todas las conexiones del cable de calefacción deben montarse sobre el nivel de sobre el nivel de la pendiente.
- Asegúrese de dejar un bucle de servicio en todos los componentes para su futuro mantenimiento.
- Coloque las cajas de empalmes para que resulten de fácil acceso, pero no donde puedan estar expuestas a maltrato mecánico.
- Los cables calefactores deberán ser instalados sobre, y no debajo de, las abrazaderas de tubería utilizadas para asegurar los componentes.
- Compruebe que tapas, tapones y collarines de la caja de empalmes estén bien apretados para evitar que penetre agua.
- Deben instalarse conductos de drenaje en los componentes sobre aislamiento.

 **ADVERTENCIA: No deben dañarse los conductores. Los conductores dañados pueden sobrecalentarse o provocar cortocircuitos. No rompa los hilos del conductor cuando pele un cable calefactor.**

# 4

## Instalación de componentes

### nVent RAYCHEM sc components

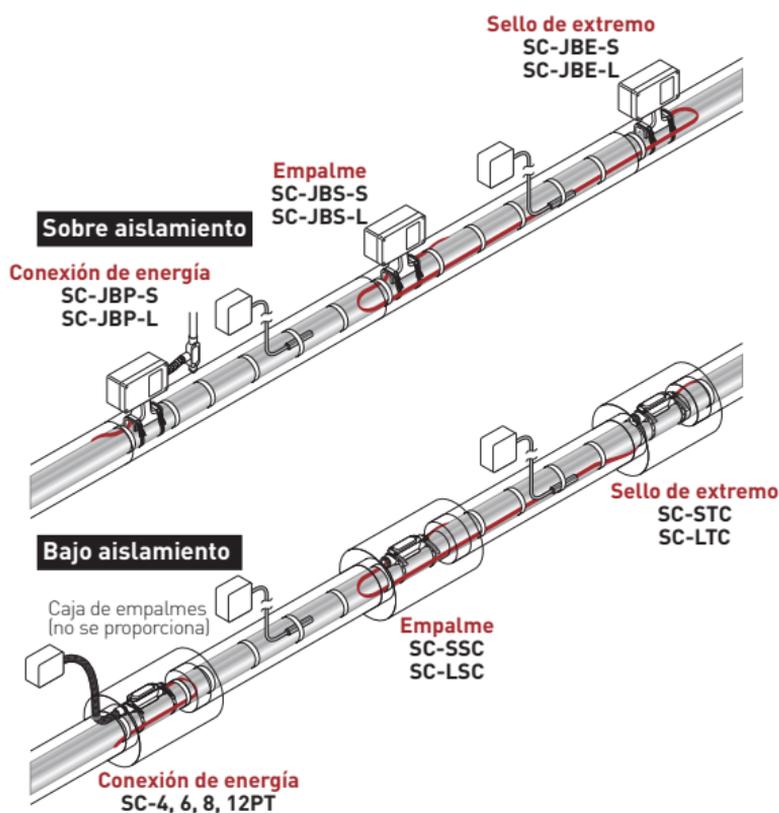


Figura 19: Componentes del cable calefactor SC

**⚠ ADVERTENCIA:** Peligro de incendio o descargas eléctricas. Deben utilizarse componentes SC nVent RAYCHEM. No utilice puestos no originales o cinta adhesiva de vinil.

# 5

## Control y monitoreo

### 5.1 Información general

Los productos de control y monitoreo nVent RAYCHEM de nVent están diseñados para su uso con sistemas de trazado eléctrico SC. Existen termostatos, controladores y sistemas de control y monitoreo disponibles. Compare las características de estos productos en la siguiente tabla.

Para obtener información adicional sobre cada producto, consulte la Guía de Diseño y Selección de Productos Industriales o contacte a su representante nVent.

Consulte las instrucciones de instalación proporcionadas con los productos de control y monitoreo. Los sistemas de control y monitoreo podrían requerir la instalación de un técnico eléctrico certificado.

#### nVent Control and Monitoring Products

	Thermostats		Controladores				
	AMC-F5 AMC-1A AMC-1H	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 E507S-LS E507S-2LS-2 Raystat-EX03-A	nVent RAYCHEM Series <sup>1</sup>				
			910	920	200N	T2000	NGC-30
<b>Control</b>							
Sensor de ambiente	■		●	●	●	●	●
Sensor de línea		■	●	●	●	●	●
PASC			●	●	●	●	●
<b>Monitores</b>							
Temperatura ambiente			●	●	●	●	●
Temperatura de tubería			●	●	●	●	●
Falla a tierra			●	●	●	●	●
Corriente			●	●	●	●	●
<b>Ubicación</b>							
Local	■	■	●	●		●	●
Remota			●	●	●	●	●
Peligrosa	AMC-1H	E507S	●	●		●	●
<b>Comunicaciones</b>							
Pantalla local			●	●	●	●	●
Pantalla remota			●	●	●	●	●
Red a DCS			●	●	●	●	●

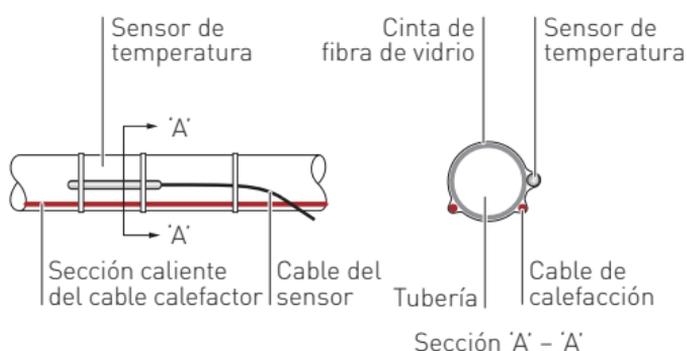
<sup>1</sup> Los controladores nVent RAYCHEM usados en áreas CID1 requieren el uso de recinto para áreas peligrosas adecuados o sistemas de purga Z.

## 5.2 Instalación de sensores de temperatura en las tuberías

Fije el sensor de temperatura a la tubería usando cinta de fibra de vidrio. Coloque el elemento sensor paralelo a la tubería y en un lugar donde no se vea afectado por el cable calefactor (Figura 20). Es esencial que el sensor de temperatura esté situado de acuerdo con la documentación de diseño.



**Importante:** El sensor de temperatura no debe colocarse en un extremo de la tubería, sobre un disipador térmico ni sobre una sección circular de la tubería cuando haya otras secciones estancadas.



**Figura 20: Colocación del sensor de temperatura y el cable calefactor SC**

El sensor de temperatura debe fijarse haciendo buen contacto térmico con la tubería y protegido de forma que los materiales de aislamiento no queden atrapados entre el mismo y la superficie calentada. Instale el sensor de temperatura con cuidado porque si se daña puede producir errores de calibración.

### 5.3

### Instalación de seguridad para altas temperaturas en tuberías plásticas

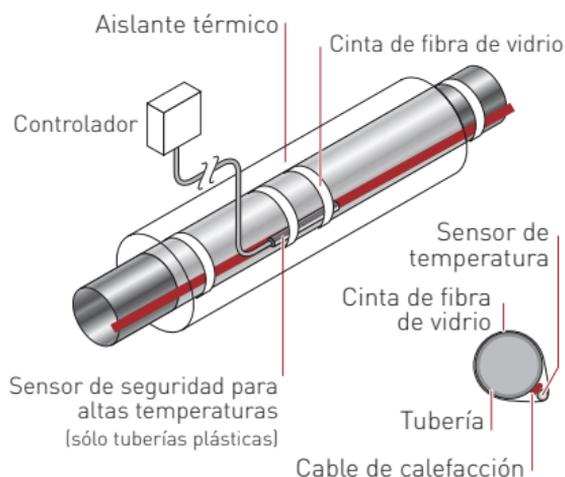
**⚠ ADVERTENCIA:** Para evitar el sobrecalentamiento debe instalarse un sensor de seguridad para altas temperaturas en las aplicaciones de cable SC en tuberías plásticas.

#### Colocación del sensor de seguridad para altas temperaturas

Fije el sensor de seguridad directamente a la superficie trasera del cable calefactor, lejos de la tubería, como aparece en la Figura 21.

El sensor debe situarse en la zona más caliente de las tuberías, teniendo en cuenta lo siguiente:

- En dirección contraria al caudal
- Lejos de los disipadores térmicos
- Accesible para su mantenimiento
- En la parte superior de tuberías verticales
- En la dirección de otras fuentes de calor
- Consulte la documentación de diseño.



**Figura 21: Colocación del sensor de seguridad para altas temperaturas**

# 6

## Aislamiento térmico y señalización

---

### 6.1 Comprobaciones previas a la instalación

Inspeccione visualmente el cable calefactor y los componentes en busca de posibles daños o instalación incorrecta. El cable dañado deberá extraerse y reemplazarse.

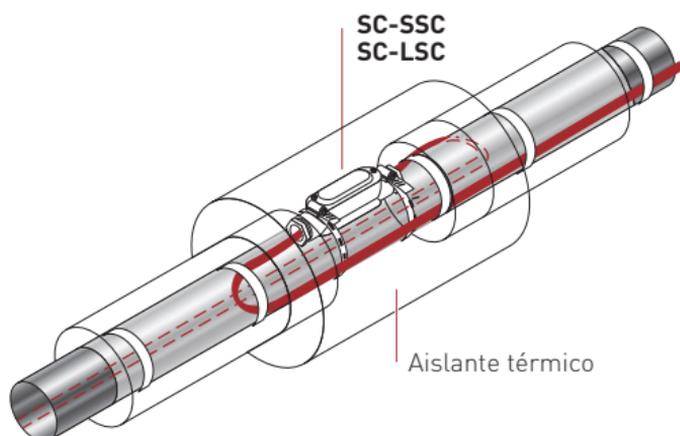
Realice las pruebas de continuidad y resistencia del aislamiento, o pruebas Megger, en cada cable siguiendo el procedimiento de la Sección 9.2. Compruebe que los resultados cumplan los requisitos mínimos indicados en las pruebas A y B y regístrelos en el Registro de instalación del cable calefactor en la Sección 12.

### 6.2 Indicaciones para la instalación de aislación

- Asegúrese de que todo el sistema de tuberías esté aislado de acuerdo con la documentación de diseño, incluyendo válvulas, bridas, soportes de tubería y bombas.
- Compruebe que el aislamiento térmico sea adecuado para las temperaturas correspondientes y para la ubicación de la tubería (esto es, exteriores o soterrada).
- Verifique el tipo y espesor del aislamiento respecto a la documentación de diseño.
- El aislamiento debe instalarse adecuadamente y mantenerse seco.
- Para reducir el posible daño del cable de calefacción, aisle tan pronto como sea posible después de realizar el rastreo.
- Compruebe que las conexiones de la tubería, penetraciones en pared y otras áreas irregulares estén completamente aisladas.
- Al instalar revestimiento impermeable, asegúrese de que los taladros, tornillos y bordes cortantes no dañen el cable calefactor. El revestimiento debe instalarse inmediatamente después de aplicarse el aislamiento para evitar que el aislamiento se humedezca.
- Para impermeabilizar la aislación, selle alrededor de todas las uniones que se extienden a través del revestimiento. Revise alrededor de los vástagos de las válvulas, soportes, capilares de termostato y cables de sensor.
- Puede ser necesario un aislamiento mayor para limitar la pérdida de calor de los componentes SC (consulte la Figura 22).

# 6

## Aislamiento térmico y señalización



**Figura 22: Aislamiento sobredimensionado**

- Asegúrese de que el aislante no quede atrapado entre el cable y la tubería, bloqueando la transferencia del calor.
- Para minimizar el "efecto chimenea" en tuberías verticales cuando se usa aislamiento sobredimensionado, instale amortiguadores entre el aislamiento térmico y la tubería a intervalos máximos de 2,45 m (8 pies).
- Para prevenir el sobrecalentamiento localizado, no permita que el aislamiento térmico u otros materiales queden atrapados entre el cable y la tubería. Si se aplica aislamiento de espuma de uretano sobre el cable calefactor SC, debe prestarse especial atención en garantizar que el uretano no quede entre el cable calefactor SC y la tubería. Esto se logra aplicando una tira de cinta de aluminio AT-180 sobre el cable a lo largo de la tubería.



**Figura 23: Cinta de aluminio AT-180**

**⚠ ADVERTENCIA: Utilice únicamente aislamiento ignífugo.**

# 6

## Aislamiento térmico y señalización

---

### 6.3

#### Marcas

Instale etiquetas con advertencias como “Trazado eléctrico,” o similares a lo largo de las tuberías a intervalos de 3 m (10 pies) en lados alternos, y en equipos que requieran mantenimiento periódico, como válvulas, bombas, filtros, etc., para advertir sobre la presencia de cables calefactores eléctricos.

### 6.4

#### Prueba pos aislación

Después de completar el aislamiento, realice una prueba de continuidad y resistencia de aislamiento en cada circuito para confirmar que el cable no haya sido dañado (consulte la Sección 9).

# 7

## Corriente y protección eléctricas

---

### 7.1 Clasificación de voltaje

Verifique que el voltaje de alimentación se corresponda al voltaje nominal impreso en la etiqueta de identificación del circuito y especificado en la documentación de diseño.

### 7.2 Carga eléctrica

La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe estar de acuerdo con la documentación de diseño. Si se utilizan dispositivos que no sean aquellos identificados, consulte la corriente nominal (amperios) en la etiqueta de identificación del circuito para determinar la carga eléctrica.

#### Protección contra fuga a tierra

nVent recomienda protección contra fuga a tierra de 30-mA en todos los circuitos de cables calefactores SC.

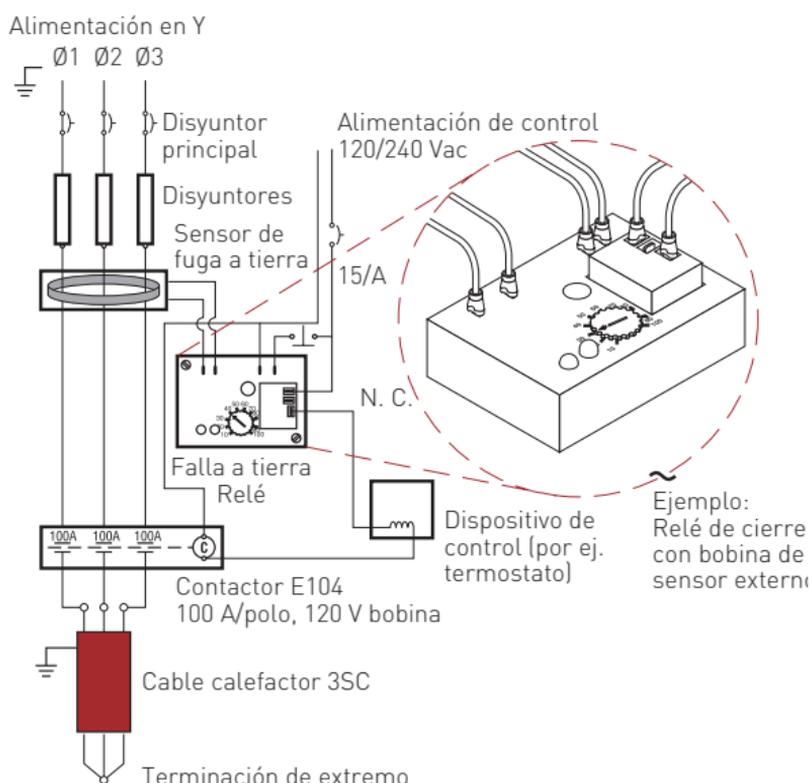
nVent, el Código Eléctrico Nacional de los EE.UU. y el Código Eléctrico de Canadá requieren equipos de protección de falla a tierra y una cobertura metálica a tierra en todos los cables de calefacción. Todos los productos nVent RAYCHEM cumplen el requerimiento de cobertura metálica.

A continuación se presentan algunos de los disyuntores de fuga a tierra que satisfacen la protección de equipo requerida para cables calefactores de 1SC y 2SC: Tipo Square D, serie GFPD EHB-EPD (277 V CA), tipo Cutler Hammer (Westinghouse), serie QBGFEP. Los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM de nVent tienen protección contra fuga a tierra ajustable, eliminando la necesidad de disyuntores de fuga a tierra independientes.

Para cables calefactores de 3SC, la protección contra fuga a tierra pueden proporcionarla bien disyuntores GFPD con 3 polos y 30 mA o un sistema de relé de fuga a tierra como se detalla en la Figura 24. Para obtener más detalles, póngase en contacto con su representante comercial de nVent.

# 7

## Corriente y protección eléctricas



**Figura 24: Protección trifásica contra fuga a tierra con sistema de relé**

**⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio y descarga**  
Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de nVent, certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.

**⚠ ADVERTENCIA: Riesgo de descarga eléctrica**  
Desconecte la energía eléctrica antes de hacer conexiones al cable calefactor.

**⚠ ADVERTENCIA: Para que la protección contra fuga a tierra sea eficaz, la corriente debe suministrarla un transformador en Y con una referencia a masa sólida.**

# 7

## Corriente y protección eléctricas

---

### 7.3

#### Cableado de control de temperatura

Con el controlador se suministran diagramas de cableado para controladores de temperatura típicos. Para conmutar cargas mayores que la corriente o voltaje nominal máximos del controlador se debe usar un contactor. Para obtener más detalles, póngase en contacto con nVent.

Valores nominales de corriente del contactor: Asegúrese siempre de que no se excedan los valores nominales de corriente de los contactos del interruptor.

 **ADVERTENCIA: Peligro de incendio en áreas de riesgo. Las pruebas Megger pueden producir chispas. Asegúrese de que no hayan vapores inflamables en el área antes de realizar esta prueba.**

nVent requiere de la realización de una serie de pruebas en el sistema de rastreo de calor antes de su puesta en marcha. Se recomienda además realizar estas pruebas además en intervalos regulares para el mantenimiento preventivo. Registre y conserve los resultados durante toda la duración del sistema, utilizando el Registro de puesta en servicio del cable calefactor (consulte la Sección 12).

# 8

## Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

---

### 8.1 Pruebas de puesta en servicio

Se presenta a continuación una breve descripción de cada una de las pruebas. Si desea mayor información sobre los procedimientos de prueba consulte la sección 9.

#### Inspección visual

Inspeccione la tubería, el aislante y las conexiones a los cables calefactores para localizar daños físicos. Compruebe que no haya humedad en las cajas de empalmes, que las conexiones eléctricas estén apretadas y conectadas a tierra, que el aislamiento esté seco y sellado y que los sistemas de control y monitoreo sean operativos y estén correctamente instalados. Se debe reemplazar el cable de calefacción. Consulte la Sección 9.1 para obtener más información.

#### Prueba de resistencia del aislante (Megger)

Las pruebas de resistencia de aislamiento (IR) verifican la integridad de la barrera aislante eléctrica entre el elemento calefactor resistivo y la cubierta exterior del cable. La prueba de resistencia de aislamiento es análoga a la prueba de presión en una tubería y detecta daños en la funda o en las terminaciones del cable. La prueba IR puede además utilizarse para aislar el daño en un recorrido único del cable de calefacción. La localización de la falla puede utilizarse para localizar daños adicionales. Se recomiendan pruebas de IR en cinco etapas durante el proceso de instalación, como parte de las inspecciones normales del sistema, y después de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento. Consulte la Sección 9.2 para obtener más información.

#### Prueba de resistencia y continuidad

Las mediciones de las pruebas de resistencia y continuidad aseguran que el producto correcto esté instalado en la longitud de circuito especificada y que los conductores estén bien conectados. Se recomiendan pruebas de continuidad durante la puesta en servicio, antes de poner en marcha el sistema, como parte de las inspecciones normales del sistema, y después de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento. Consulte la Sección 9.3 para obtener más información.

#### Prueba de capacitancia

La longitud del cable calefactor SC instalado puede confirmarse midiendo la capacitancia entre los conductores calefactores y la malla. La prueba de capacitancia debe realizarse al mismo tiempo que la prueba de resistencia y continuidad. Consulte la Sección 9.4 para obtener más información.

# 8

## Commissioning and Preventive Maintenance

---

### Comprobación de alimentación

La comprobación de corriente verifica que el circuito de cables calefactores SC instalado produce la salida de energía especificada en la documentación de diseño y que el disyuntor está correctamente dimensionado. Esta prueba también comprueba que la protección contra fugas a tierra y el control del sistema estén funcionando. Consulte la Sección 9.5 para obtener más información.

### 8.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento recomendado para los sistemas de trazado eléctrico SC de nVent consiste en llevar a cabo las pruebas de puesta en servicio de forma regular, de ser posible una vez al año como mínimo. Los sistemas deben comprobarse antes de cada invierno.

Si se encuentran defectos en el sistema de trazado eléctrico SC, consulte la Sección 11 para ayuda en la identificación y solución de problemas. Lleve a cabo las reparaciones necesarias y reemplace las piezas dañadas del sistema.

Los métodos de instalación de cable recomendados dejan cable adicional en todos los accesorios de la tubería (como válvulas, bombas y manómetros) de forma que no se requiera cortar el cable al realizar trabajos de mantenimiento.



**Importante:** Descargue de energía eléctrica todos los circuitos que hayan podido resultar afectados durante el mantenimiento.



**Importante:** Proteja el cable de calefacción del daño mecánico o térmico durante el mantenimiento.

### Registros de mantenimiento

nVent exige que durante todas las inspecciones se rellene el Registro de Instalación e Inspección (consulte la Sección 12) y que el mismo se conserve para futura referencia.

# 8

## Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

---

### Reparaciones

Utilice únicamente cable calefactor y componentes SC nVent RAYCHEM al reemplazar cualquier cable dañado. Si el aislamiento térmico está dañado, repóngalo a su condición original o sustituya con aislamiento nuevo y revestimientos impermeables.

Vuelva a realizar las pruebas al sistema después de las reparaciones.

**⚠ ADVERTENCIA:** Los daños en cables o componentes pueden ocasionar formación de arco eléctrico sostenido o incendio. No ponga en funcionamiento cables que se hayan dañado. El cable calefactor y los componentes dañados deberán reemplazarse. El cable dañado debe ser sustituido por una persona calificada.

# 9

## Procedimientos de prueba

---

nVent exige que durante las pruebas se rellene el Registro de Instalación e Inspección y que el mismo se conserve para referencia futura.

### 9.1 Inspección visual

- Inspeccione visualmente la tubería y las conexiones al cable calefactor en busca de daño físico. Se debe reemplazar el cable de calefacción.
- Verifique que no exista humedad en las cajas de empalmes y que las conexiones eléctricas estén apretadas y conectadas a tierra.
- Compruebe que todas las cajas de empalmes sean adecuadas para la clasificación del área correspondiente y que estén debidamente selladas.
- Busque aislamiento térmico dañado o húmedo, recubrimiento de protección contra la intemperie dañado, ausente o agrietado.
- Compruebe que los sistemas de control y monitoreo y los sensores de seguridad para altas temperaturas no tengan humedad ni corrosión, revise la puesta a punto, el funcionamiento del interruptor, posibles daños en el sensor o capilar, y asegúrese de que sean operativos y estén correctamente instalados.
- Compruebe el tamaño del disyuntor de circuito y el voltaje de alimentación para verificar que sean adecuados para el voltaje y el amperaje del cable calefactor impresos en la etiqueta de identificación del circuito y en la documentación de diseño.
- Verifique las conexiones eléctricas para asegurarse de que los conductores estén aislados en toda su longitud.

### 9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)

#### Frecuencia

Se recomienda que la prueba de resistencia del aislante se lleve a cabo en cinco etapas durante el proceso de instalación y como parte regular del programa de mantenimiento.

- Antes de instalar el cable.
- Antes de instalar los componentes.
- Antes de instalar la aislación térmica.
- Después de instalar la aislación térmica.
- Antes de la puesta en marcha inicial (entrada en servicio).
- Como parte de la inspección regular del sistema.
- Después de cualquier reparación o trabajo de mantenimiento.

# 9

## Procedimientos de prueba

---

### Procedimiento

La prueba de resistencia del aislante deberá ser llevada a cabo (con el uso de un megóhmetro) en tres voltajes: 500, 1000 y 2500 V CC. Puede que no se detecten los problemas importantes si la prueba se lleva a cabo sólo a 500 y 1000 volts.

Mida primero la resistencia entre los conductores del cable calefactor y la malla (Prueba A). Posteriormente, mida la resistencia del aislante entre la malla y la tubería metálica (Prueba B). La prueba B no puede realizarse en tuberías plásticas o tras haber instalado componentes bajo aislamiento. Evite que los cables de prueba toquen la caja de empalmes, ya que ello podría ocasionar lecturas imprecisas.

1. Desconecte la energía del circuito.
2. En caso de estar instalado, desconecte el termostato o controlador.
3. Desconecte los conductores del bloque de terminales, si estuviera instalado.
4. Ajuste el voltaje de prueba del megóhmetro a 0 V CC.
5. Conecte el terminal negativo (-) a la funda metálica del cable de calefacción.
6. Conecte el cable positivo (+) a todos los conductores del cable calefactor simultáneamente.
7. Encienda el megóhmetro y configure el voltaje a 500 Vdc y aplique el voltaje durante varios minutos. La aguja del medidor debe dejar de moverse. Una deformación rápida indica un corte. Registre el valor de la resistencia de aislación en el Registro de inspección.
8. Repita los pasos 4 a 7 a 1000 y 2500 Vdc.
9. Apague el megóhmetro.
10. Si el megóhmetro no se autodescarga, descárguelo conectándolo a tierra con una varilla de tierra conveniente. Desconecte el megóhmetro.
11. Repita esta prueba entre la funda y la tubería metálica cuando sea posible.
12. Conecte nuevamente los conductores al bloque terminal.
13. Vuelva a conectar el termostato.

# 9

## Procedimientos de prueba

---



**Importante:** Los procedimientos de verificación del sistema y de mantenimiento habitual requieren que las pruebas Megger se lleven a cabo desde el tablero de distribución, a menos que se utilice un sistema de control y monitoreo. Si se está utilizando un sistema de control y monitoreo, retire el equipo de control del circuito y lleve a cabo la prueba desde el cable calefactor directamente.



**ADVERTENCIA:** Peligro de incendio en áreas de riesgo. Las pruebas Megger pueden producir chispas. Asegúrese de que no hayan vapores inflamables en el área antes de realizar esta prueba.

### Crterios de resistencia de aislación

Un circuito instalado adecuadamente, seco y limpio, debe poder medir cientos de megaohmios, sin importar la longitud del cable calefactor o el voltaje medido (0-2.500 V CC).

- Los valores de la resistencia de aislación deben ser superiores a 100 megaohms. Si la lectura es inferior, consulte la sección 11, Guía para la solución de problemas.



**Importante:** los valores de las Pruebas A y B, para cualquier circuito en particular, no deben variar más del 25% como función de medida del voltaje. Las variaciones superiores podrían indicar la existencia de un problema con su sistema de rastreo de calor, confirme que la instalación sea la correcta y/o contacte a nVent para obtener ayuda.

# 9

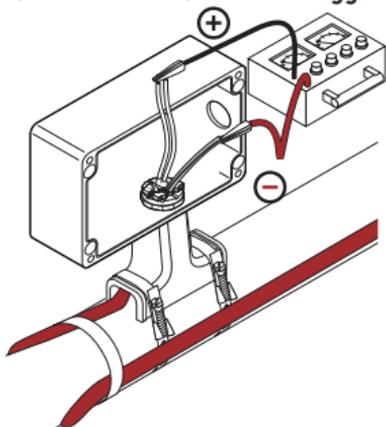
## Procedimientos de prueba

### Sistemas de componentes sobre aislamiento

#### Prueba A

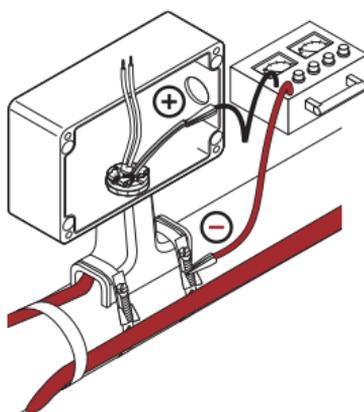
(Funda a tubería)

Megger



#### Prueba B

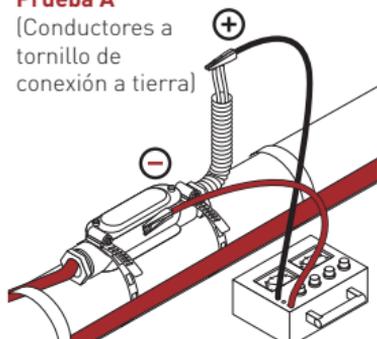
(Funda a tubería)



### Sistemas de componentes bajo aislamiento

#### Prueba A

(Conductores a tornillo de conexión a tierra)



#### Prueba B

No puede llevarse a cabo en sistemas de componentes bajo aislamiento

Figura 25: Pruebas Megger para componentes sobre y bajo aislamiento

# 9

## Procedimientos de prueba

### 9.3 Prueba de resistencia y continuidad

La prueba de resistencia y continuidad se realiza utilizando un multímetro digital (DMM) estándar y mide la resistencia entre los conductores de circuitos terminados.

#### Criterios de prueba

Mida la resistencia del cable calefactor SC con el multímetro DMM. La mayoría de las resistencias de los cables calefactores SC son menores de 100 ohmios. La resistencia aproximada puede calcularse usando la fórmula: Resistencia (ohmios) = voltios / amperios. El voltaje y el amperaje pueden encontrarse en la etiqueta de identificación del circuito y en la documentación de diseño.

- Si la medida de la resistencia es más del 20% superior al valor calculado, consulte la Sección 11, Guía de identificación y solución de problemas.



**Importante:** Este valor medido es la resistencia a 20°C (68°F), el valor calculado es la resistencia a la temperatura de funcionamiento y puede ser mayor que el valor medido.

#### Ohmímetro

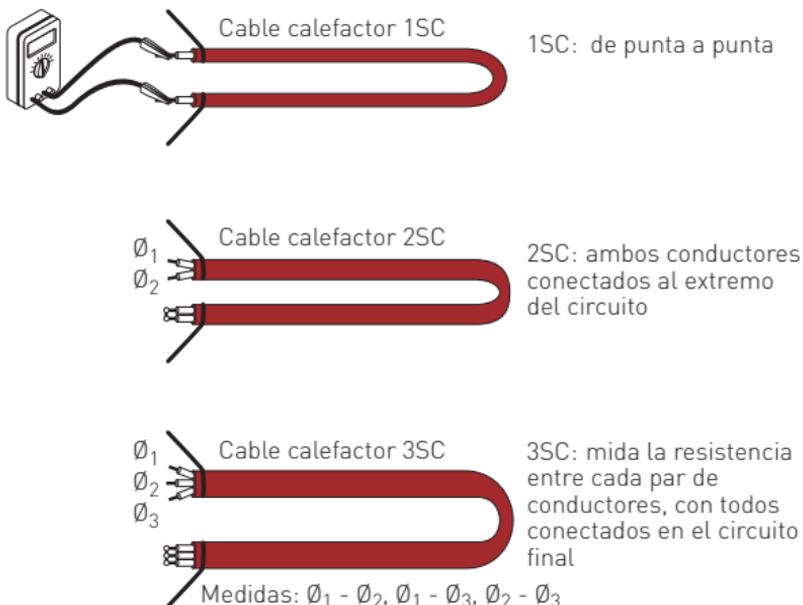


Figura 26: Prueba de resistencia y continuidad

# 9

## Procedimientos de prueba

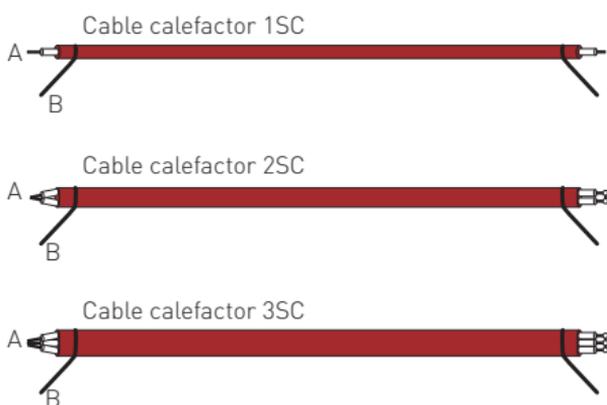
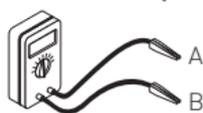
### 9.4 Prueba de capacitancia

Conecte el cable negativo del medidor de capacitancia a los conductores y el cable positivo a la propia malla. Ponga el medidor en la gama de los 200 nF. Multiplique la lectura del medidor por el factor de capacitancia correspondiente al cable calefactor correcto que aparece en la Tabla 2 para determinar la longitud total del circuito.

Longitud (pies o m) = capacitancia (nF) x factor de capacitancia (pies o m/nF)

Compare la longitud del circuito calculado con la que aparece en la documentación de diseño y en las tablas de dimensiones de los disyuntores.

#### Medidor de capacitancia



**Figura 27: Prueba de capacitancia (Longitud de circuito)t**

## 9

## Procedimientos de prueba

**TABLA 2: FACTORES DE CAPACITANCIA**

Cable calefactor SC	Factor de capacitancia	
	Ft/nF	m/nF
1SC30	25.4	7.7
1SC40	23.5	7.2
1SC50	22.6	6.9
1SC60	19.9	6.1
1SC70	18.1	5.5
1SC80	12.6	3.8
2SC30	22.1	6.7
2SC40	21.4	6.5
2SC50	20.6	6.3
2SC60	19.1	5.8
2SC70	16.1	4.9
2SC80	12.4	3.8
3SC30	15.9	4.9
3SC40	15.2	4.6
3SC50	13.6	4.2
3SC60	12.9	3.9
3SC70	12.1	3.7
3SC80	9.0	2.8



**Importante:** Los factores anteriores de capacitancia se aplican a los cables calefactores SC, SC/H. Factores de capacitancia para cables calefactores SC/F están pendientes. Contacte a nVent.

# 9

## Procedimientos de prueba

### 9.5 Comprobación de alimentación

Energice el disyuntor y, después de que se haya estabilizado la corriente, mida la corriente del mismo con un amperímetro empotrable o de panel. El valor medido debe ser aproximadamente el número mostrado en "Amperios" en la etiqueta de identificación del circuito o en la documentación de diseño. Puede haber variaciones de entre el 10% y el 20% debido a desviaciones en el equipo de medición, el voltaje de alimentación y la resistencia del cable. Los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM de nVent pueden realizar esta función.

La potencia (vataje) del cable calefactor puede calcularse multiplicando el voltaje medido por la corriente medida, utilizando la siguiente fórmula:

Potencia (vatios) = voltios (V CA) x corriente (amperios)

Compare el vataje calculado al vataje indicado en la etiqueta de identificación del circuito o en la documentación de diseño.



**Importante:** Para cables calefactores 3SC, debe medirse la corriente de las tres fases. Calcule la potencia de cada fase. A continuación, súmelas para calcular la potencia total del circuito.

Circuit Power =

(Volts Ø-Ø /  $\sqrt{3}$ ) x Amps Ø<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ Watts Ø<sub>1</sub>

(Volts Ø-Ø /  $\sqrt{3}$ ) x Amps Ø<sub>2</sub> = \_\_\_\_\_ Watts Ø<sub>2</sub>

(Volts Ø-Ø /  $\sqrt{3}$ ) x Amps Ø<sub>3</sub> = \_\_\_\_\_ Watts Ø<sub>3</sub>

#### Prueba de falla a tierra

Pruebe todos los disyuntor de fuga a tierra o sistemas de relé de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

# 9

## Procedimientos de prueba

---

# 10

## Guía para la solución de problemas

Esta sección describe el modo de localizar desperfectos del cable calefactor SC detectados durante la puesta en servicio o las pruebas de mantenimiento preventivo. Las fallas de cable calefactor pueden ser de tres tipos diferentes: conductores interrumpidos, cortes de conductor a conductor o cortes de conductor a tierra.

### Modo 1: Conductores/Cable calefactor interrumpido

**Problema:** Sin corriente, desperfecto en prueba de comprobación de energía, puede pasar Megger.

**Causa:** Cables cortados, componentes sin instalar, conexiones mal instaladas.

#### Caso A: Cable completo interrumpido

##### Mediciones de datos

- Megger a funda/tierra: Pasar Megger
- Resistencia: Las lecturas de Ohmios se muestran abiertas ( $\infty$ )
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

##### Acciones:

- Calcule la longitud del circuito partiendo de la capacitancia y compare con la documentación de diseño o mida la capacitancia de cada extremo y utilice la relación para localizar el desperfecto.
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

#### Caso B: Cable calefactor SC solo parcialmente interrumpido (al menos un conductor conectado)

##### Mediciones de datos

- Megger a funda/tierra: Pasar Megger
- Resistencia: Las lecturas de Ohmios se muestran abiertas (A a B=  $\infty$ ) en 1SC y 2SC. 3SC pueden tener una fase completa conectada.
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

# 10

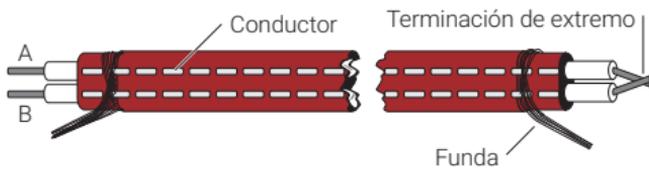
## Guía para la solución de problemas

Las secciones siguientes describen la forma en que los procedimientos de prueba de la Sección 9 revelan los diferentes modos de desperfecto.

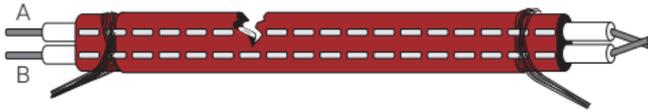
Cuando se detecta un desperfecto, el cable calefactor y/o los componentes deben sustituirse o repararse hasta lograr que el circuito pase las pruebas necesarias.

### Modo 1: desperfecto de conductor interrumpido

#### Caso A: Cable completo



#### Caso B: Conductor sencillo



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

### Acciones:

- Si sólo un conductor de cable calefactor está interrumpido, la lectura de capacitancia de todos los conductores a tierra incluirá la longitud total instalada, no la ubicación de la interrupción. Debe quitarse la terminación. La prueba de capacitancia debe realizarse individualmente en cada conductor a tierra para determinar la localización aproximada del desperfecto:

Mida la capacitancia de cada conductor a tierra, desde ambos extremos del circuito, donde:

$$\text{Relación} = \frac{\text{nF delanteros}}{(\text{nF delanteros} + \text{nF traseros})}$$

$$\text{Distancia aproximada} = \text{Longitud de diseño} * \text{Relación}$$

- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

# 10

## Guía para la solución de problemas

### Modo 2: Conductores cortados a la vez

**Problema:** Corriente alta, Posible activación de interruptores de circuito, desperfecto en prueba de comprobación de energía

**Causa:** Dañomecánico, componentes instalados en forma incorrecta

**Caso A: Un conductor a corte de conductor**

#### Mediciones de datos

- Megger a funda/terra: Pasar Megger
- Resistencia: Lecturas de ohmios bajas
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

#### Acciones:

- Compare la resistencia del circuito con la documentación de diseño, utilice la razón de las dos lecturas para estimar la ubicación aproximada del cortocircuito a partir de la conexión eléctrica.  
distancia  
aproximada = longitud de diseño \*  $\left( \frac{\Omega \text{ medido}}{\text{diseño de } \Omega} \right)$
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada del desperfecto, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

**Caso B: Múltiples cortes de conductor a conductor**

#### Mediciones de datos

- Megger a funda/terra: Pasar Megger
- Resistencia: Lecturas de ohmios bajas
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

#### Acciones:

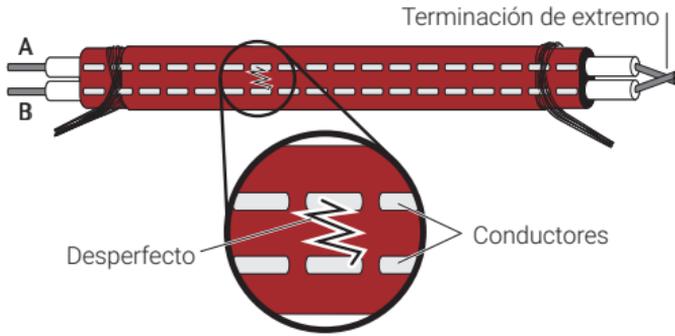
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.
- Si hay varios cortocircuitos entre conductores, la distancia hasta los desperfectos subsiguientes debe determinarse repitiendo las mediciones y los cálculos, en el caso A tras haber realizado cada reparación, hasta que todos los cortocircuitos estén localizados y los cables y componentes, sustituidos.

# 10

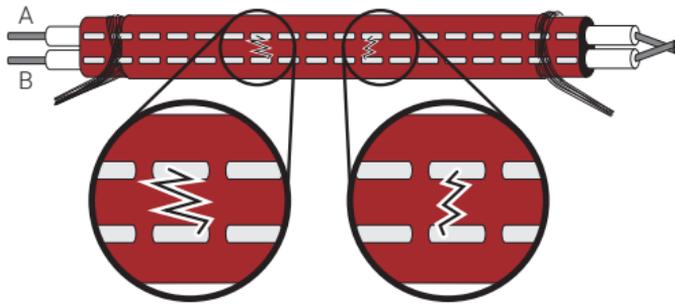
## Guía para la solución de problemas

### Modo 2: desperfecto entre conductores

#### Caso A: Desperfecto único



#### Caso B: Varios desperfectos



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

## Modo 3: Desperfecto entre conductor y tierra

**Problema:** Corriente alta, Posible activación de interruptores de circuito, defecto en prueba de comprobación de energía, defecto en prueba Megger:

**Causa:** Daño mecánico, componentes instalados incorrectamente

Caso A, B y C: defecto entre conductor y tierra

### Mediciones de datos

- Megger: Falla Megger
- Resistencia: Las lecturas de ohmios parecen normales o bajas
- Capacitancia: No se puede probar porque hay un cortocircuito entre los conductores y tierra

### Acciones:

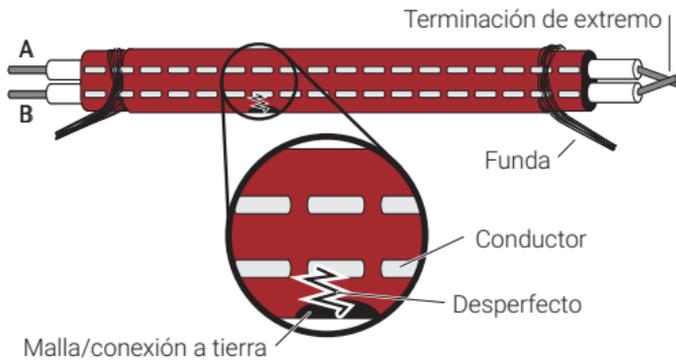
- Retire el sello final y mida la resistencia y la capacitancia entre cada conductor y tierra desde ambos extremos.
- Si no existe falla a tierra en el conductor individual la lectura de resistencia estará abierta ( $\infty$ ) y la capacitancia proporcionará una lectura estable.
- Donde se detecte una falla a tierra use el método de relación para que la resistencia vaya a tierra entre la lectura delantera y trasera para calcular la ubicación de la falla.
- Si se producen varios defectos, repita las pruebas de la relación hasta que se encuentren todos los defectos y se sustituyan los cables calefactores y componentes necesarios.

# 10

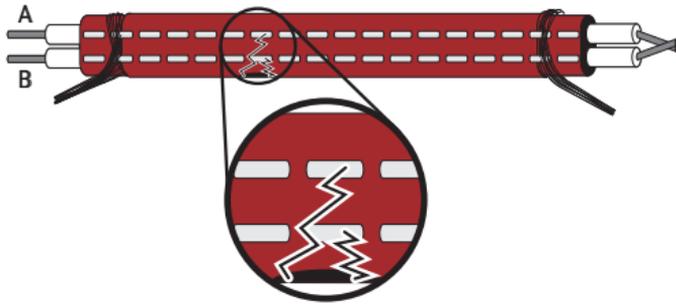
## Guía para la solución de problemas

### Modo 3: desperfecto entre conductor y tierra

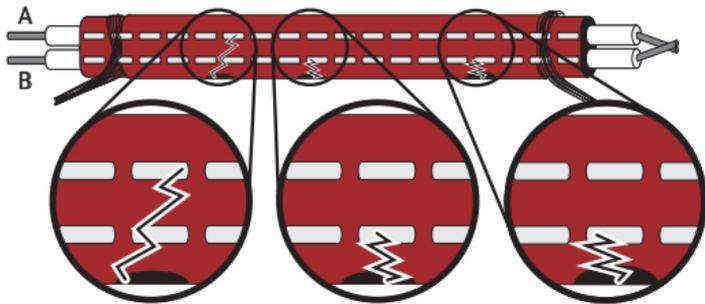
#### Caso A: Desperfecto de un único conductor a tierra



#### Caso B: Ubicación única de los desperfectos de varios conductores a tierra



#### Caso C: Distintas ubicaciones de los desperfectos de varios conductores a tierra



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

# 11

## Guía para la solución de problemas

---

### Síntoma

Resistencia del aislante baja o irregular

### Causas probables

Cortes en el cable calefactor.

Cortocircuito entre la malla y los hilos conductores del cable calefactor o la malla y la tubería.

---

Prueba de malla a tubería (Prueba B) en componentes bajo aislamiento.

---

Arqueo debido a aislación de cable de calefacción dañada.

---

Humedad en los componentes.

---

Cables de prueba en contacto con la caja de empalmes/condulet.

---

Lecturas bajas de IR provocadas posiblemente por temperaturas elevadas de las tuberías.

### Pruebas de referencia:

---

### Síntoma

Activación del disyuntor

### Causas probables

Disyuntor de menor capacidad que la necesaria.

El cable calefactor es demasiado corto.

Las conexiones y/o empalmes están cortocircuitando.

---

El daño físico al cable calefactor está produciendo un corte directo.

---

Cortes en el cable calefactor o humedad en el cable de alimentación eléctrica o en las conexiones.

---

GFDP de menor tamaño que el necesario (5 mA utilizado en lugar de 30 mA) o error en cableado.

### Pruebas de referencia:

# 11

## Guía para la solución de problemas

---

### Acción correctiva

---

Verifique que no haya cortocircuitos en la corriente, empalmes y conexiones finales, distancias de pelado incorrectas ni signos de humedad. Si el cable de calefacción aún no está aislado, inspeccione visualmente la longitud completa en busca de daños, especialmente en codos y bridas y alrededor de las válvulas. Si el sistema está aislado, desconecte la sección del cable de calefacción entre la alimentación conjuntos, empalmes, etc. y verifique nuevamente para aislar la sección dañada

---

La malla está conectada a tierra con la tubería en estos componentes, por lo que no se puede realizar la Prueba B.

---

Reemplace las secciones de cable calefactor dañadas y pele cualquier conexión dañada o inadecuada.

---

En caso de humedad, seque las conexiones y pruebe nuevamente. Asegúrese de que todas las entradas de conductos estén selladas y que la condensación en los conductos no podrá ingresar a las cajas de conexión de alimentación. Si los hilos conductores del cable calefactor se encuentran expuestos a grandes cantidades de agua, reemplace el cable calefactor.

---

Elimine los cables de prueba de la caja de empalmes/condulet y vuelva a empezar. Vuelva a probar.

---

Pruebe nuevamente a temperatura ambiente, si es necesario.

---

### Prueba de Resistencia del Aislante, Inspección Visual

---

#### Acción correctiva

---

Vuelva a comprobar las cargas de corriente del diseño. No instale menos cable del indicado en la etiqueta de identificación del circuito. Compruebe para ver si el tamaño del cable de alimentación existente es compatible con el disyuntor de circuito. Reemplace el disyuntor en caso de que no corresponda. Inspeccione visualmente que las conexiones de alimentación, empalmes y sellos de extremo estén correctamente instaladas, corrija en caso de ser necesario.

---

Verifique que no haya indicaciones visibles de daños alrededor de las válvulas, bomba o cualquier otra área donde pueda requerirse trabajo de mantenimiento. Compruebe que no exista aislación aplastada o dañada a lo largo de la tubería. Reemplace las secciones dañadas del cable de calefacción.

---

Reemplace el cable calefactor si fuera necesario. Seque y vuelva a sellar las conexiones y empalmes. Vuelva a probar la resistencia de la aislación usando un megóhmetro.

Reemplace el GFDP menor por uno de 30 mA. Compruebe las instrucciones de cableado del GFPD.

---

### Prueba de Resistencia del Aislante, Prueba de localización de Desperfectos, Inspección Visual

---

# 11

## Guía para la solución de problemas

### Síntoma

Baja temperatura de tuberías

### Causas probables

Temperatura medida con líquido más frío circulando.

Falta aislante o está húmedo.

Circuito demasiado largo del cable calefactor.

No se utilizó suficiente cable calefactor en válvulas, soportes y otros disipadores térmicos.

El controlador de la temperatura no se ajustó bien.

El diseño térmico utilizado es inapropiado.  
Voltaje incorrecto aplicado.

El sensor de temperatura está demasiado cerca del cable calefactor SC.

### Pruebas de referencia:

### Síntoma

Alta temperatura de tuberías

### Causas probables

El sensor de temperatura no está en contacto con la tubería.

El controlador de la temperatura no se ajustó bien.

### Pruebas de referencia:

### Síntoma

Corriente de salida baja o inexistente

### Causas probables

Corriente aplicada baja o inexistente.

El circuito es más corto de lo descrito en el diseño, debido a empalmes o conexiones en T no conectadas, o a que el cable calefactor ha sido cortado.

Conexión de componentes inapropiada causando conexión de alta resistencia.

El control del termostato está cableado en posición abierta normal.

El cable calefactor ha sido expuesto a temperaturas excesivas, humedad o productos químicos.

### Pruebas de referencia:

# 11

## Guía para la solución de problemas

---

### Acción correctiva

---

Mida la temperatura cuando la tubería esté estática.

Retire el aislante húmedo y reemplace con aislante seco, y protéjalo con las medidas de resistencia a la intemperie adecuadas.

Los circuitos más largos de cable calefactor derivan en menor potencia de salida. Confirme que la longitud del circuito coincide con la documentación de diseño.

Empalme cable calefactor adicional, pero sin exceder la longitud del circuito indicada en la documentación de diseño.

Reinicie el controlador.

Contacte a su representante de nVent para confirmar el diseño y realizar las modificaciones siguiendo las recomendaciones.

Vuelva a colocar el sensor de temperatura lejos del cable calefactor.

### Verificación de Corriente, Prueba Visual

---

#### Acción correctiva

---

Vuelva a instalar el sensor de temperatura en la tubería.

Reinicie el controlador.

### Verificación de Corriente, Capacitancia, Inspección Visual

---

#### Acción correctiva

---

Repare las líneas de suministro y equipo eléctricos.

Verifique las rutas y la longitud del cable calefactor (utilice los planos de "construcción" como referencia para el diseño real de las tuberías). Localice y reemplace cualquier cable calefactor dañado, luego vuelva a comprobar la potencia de salida.

Verifique el cableado de las conexiones y cablee de nuevo si es necesario. Verifique que todas las conexiones comprimidas estén conectadas utilizando la herramienta de compresión y la soldadora adecuadas.

Cablee nuevamente el termostato en la posición cerrada normal.

Reemplace el cable calefactor dañado. Repita las pruebas de puesta en servicio.

### Prueba de Corriente, Prueba de Localización de Desperfectos, Inspección Visual

# 12

## Registro de instalación e inspección

### Instalación de cables calefactores

Ubicación \_\_\_\_\_

Clasificación de área \_\_\_\_\_

Número de circuito \_\_\_\_\_

Fabricante de cable calefactor \_\_\_\_\_

Planos de ref. \_\_\_\_\_

Temp. de encendido automático \_\_\_\_\_

Amp. de circuito \_\_\_\_\_

N° de cat. de cable calefactor \_\_\_\_\_

Fabricante de megóhmetro/ N° de modelo \_\_\_\_\_

Fabricante de multímetro/ N° de modelo \_\_\_\_\_ Fecha de última calibración \_\_\_\_\_

Fabricante de medidor de capacitancia/ N° de modelo \_\_\_\_\_ Fecha de última calibración \_\_\_\_\_

**PRUEBAS:** Nota: la resistencia mínima aceptable del aislante debe ser de 100 MΩ.

#### 1. Recibo de cable calefactor

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

#### 2. Después de instalar el cable en la tubería (o tirarlo a través del canal)

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

#### 3. Después de instalar los componentes

(Encierre en un círculo los componentes instalados agregando en nombre de paquete)

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

Resistencia Calculada según la etiqueta de identificación:

#### 4. Inspección visual antes de instalar aislamiento térmico

Cable calefactor instalado correctamente en tubería/canal Sí/No

Calefactor instalado correctamente en válvulas, soportes para tubería otros disipadores térmicos Sí/No

Componentes correctamente instalados y cable terminado Sí/No

La instalación respeta las instrucciones del fabricante y diseño de circuito Sí/No

#### 5. Después de instalar el aislante térmico

Prueba de continuidad

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

Resistencia Calculada según la etiqueta de identificación:

#### 6. Etiqueta e identificación completa (panel, componentes de campo, rótulos de tubería) Sí/No

#### 7. ¿Etiqueta de identificación de circuito conectado a menos de 3 pulgadas de Alimentación? Sí/No

#### 8. Cable calefactor a tierra correctamente instalado Sí/No

#### 9. Aislamiento térmico climático ajustado (todas las penetraciones selladas)

#### 10. Planos, documentación marcada como a medida que se construye

Realizada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

Revisada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

Aceptada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

Aprobada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

# 12

## Registro de instalación e inspección

Número de proyecto \_\_\_\_\_ Número de línea \_\_\_\_\_

Número de panel \_\_\_\_\_ Número de disyuntor \_\_\_\_\_

Longitud de circuito \_\_\_\_\_

Vataje de calefactor \_\_\_\_\_ Source voltage \_\_\_\_\_

Configuración de voltaje \_\_\_\_\_ V

Rango de resistencia \_\_\_\_\_  $\Omega$

Rango de capacitancia \_\_\_\_\_ nF

Valor de la prueba / Comentarios	Fecha	Iniciales
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito:		
Paquete eléctrico Empalme Terminación		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito: medido:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito: medido:		

Fecha \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

# 12

## Registro de instalación e inspección

### Registro de puesta en servicio del cable calefactor y pruebas anuales

Ubicación \_\_\_\_\_ Planos de ref. \_\_\_\_\_  
 Clasificación de área \_\_\_\_\_ Temp. de encendido automático \_\_\_\_\_  
 Número de circuito \_\_\_\_\_ Amp. de circuito \_\_\_\_\_  
 Fabricante de cable calefactor \_\_\_\_\_ Cable calefactor \_\_\_\_\_

### Información de diseño:

Longitud de diseño total \_\_\_\_\_ Longitud instalado total \_\_\_\_\_  
 Tipo de aislamiento térmico \_\_\_\_\_  
 Mantener temperatura de tubería \_\_\_\_\_

### Prueba del cable calefactor

Modelos de instrumentos y fecha de calibración \_\_\_\_\_ Capacitancia (longitud del circuito) Factor de capacitancia: \_\_\_\_\_  
 Continuidad/Resistencia ( $\Omega$ ) \_\_\_\_\_  
 Resistencia de aislación (100 M $\Omega$  mínimo) 500 V: 1000 V: \_\_\_\_\_

Datos de rendimiento:	Voltios CA		
	Panel	Campo	1 fase Línea
Inicio			
Segunda prueba			
Tercera prueba			
Temperatura ambiente			
Temperatura de tubería			
Vataje total calculado			

Control de temperatura: (grados)	Sensor temp. ambiente	Punto de ajuste
Modelo:		
Ubicación:		
Programada S/N:		
Funcionamiento verificado de controles: S/N:		

Alarmas/Monitoreo:	
Tipo:	Temperatura
	Corriente
	Falla a tierra
	Pérdida de voltaje
Falla a tierra tipo de protección:	Nivel de activación (mA)

Realizada por \_\_\_\_\_  
 Revisada por \_\_\_\_\_  
 Aceptada por \_\_\_\_\_  
 Aprobada por \_\_\_\_\_

# 12

## Registro de instalación e inspección

Número de proyecto \_\_\_\_\_ Número de línea \_\_\_\_\_  
 Número de panel \_\_\_\_\_ Número de disyuntor \_\_\_\_\_  
 Longitud de circuito \_\_\_\_\_ Voltaje de alimentación \_\_\_\_\_  
 N° de catálogo \_\_\_\_\_ Vataje de calefacto \_\_\_\_\_

Espesor aislamiento térmico \_\_\_\_\_

Longitud del circuito (m)

\_\_\_\_\_

2500 V: \_\_\_\_\_

### Corriente en amperes

3 fases			
Fase A	Fase B	Fase C	Neutral
Sensor de tubería	Punto de ajuste	Exceso de límite	Punto de ajuste
Configuración alta	Configuración baja	Operación verificada Sí/No	
Corriente medida		Funcionamiento probado	

Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

## Salvaguardias y advertencias importantes

### **ADVERTENCIA: PELIGRO DE INCENDIO O DESCARGAS ELÉCTRICAS.**

Los sistemas de rastreo de calor de nVent RAYCHEM deben instalarse correctamente para asegurar un funcionamiento correcto y evitar cortocircuitos e incendio. Lea estas advertencias importantes y siga cuidadosamente todas las instrucciones de instalación.

- Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de nVent certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.
- Las homologaciones y el rendimiento de los sistemas de trazado eléctrico se basan en el uso de componentes y accesorios aprobados. No utilice piezas alternativas.
- Las terminaciones de los cables deben mantenerse secas antes, durante y después de la instalación.
- El cable de calefacción dañado puede producir arqueo eléctrico o incendios. Utilice únicamente las cintas de fibra de vidrio o abrazaderas aprobadas para fijar el cable a la tubería.
- Si hay daños en el cable calefactor o en los componentes, estos elementos deben repararse o sustituirse. Para obtener asistencia, póngase en contacto con nVent.
- Use sólo aislación resistente al fuego compatible con la aplicación y la temperatura máxima de exposición del sistema a rastrear.
- Para prevenir el incendio o explosión en ubicaciones peligrosas, verifique que la temperatura máxima de la cubierta exterior del cable calefactor sea inferior a la temperatura de autoignición de los gases en el área. Para obtener información adicional, consulte la documentación de diseño.
- Los cables calefactores pueden alcanzar altas temperaturas en funcionamiento y causar quemaduras si se tocan. Evite el contacto cuando los cables estén energizados. Aísle la tubería antes de energizar el cable. Procure que su personal esté adecuadamente formado.
- Las Fichas de datos de seguridad de los materiales (MSDS por sus siglas en inglés) están disponibles en nuestro sitio Web en [nVent.com](http://nVent.com).

# CONTENIDOS

---

<b>1</b>	<b>Información general</b>	<b>1</b>
	1.1 Uso del manual	1
	1.2 Instrucciones de seguridad	2
	1.3 Sistema típico	2
	1.4 Códigos eléctricos	3
	1.5 Garantía y aprobaciones	3
	1.6 Construcción del cable calefactor	4
	1.7 Identificación del cable calefactor	5
	1.8 Directrices generales para la instalación	6
	1.9 Almacenamiento del cable de calefacción	7

---

<b>2</b>	<b>Comprobaciones previas a la instalación</b>	<b>8</b>
	2.1 Comprobación del material recibido	8
	2.2 Comprobación de la tubería que se va a trazar	8
	2.3 Comprobación de las herramientas	8

---

<b>3</b>	<b>Instalación de cable de calefacción</b>	<b>9</b>
	3.1 Tendido de cables calefactores	9
	3.2 Instalación directamente sobre tubería	14
	3.3 Instalación en canalización	15
	3.4 Detalles de instalación típica	16

---

<b>4</b>	<b>Instalación de componentes</b>	<b>19</b>
	4.1 Instalación general de componentes	19

---

<b>5</b>	<b>Control y monitoreo</b>	<b>21</b>
	5.1 Información general	21
	5.2 Instalación de sensores de temperatura en las tuberías	22
	5.3 Instalación de seguridad para altas temperaturas en tuberías plásticas	23

---

<b>6</b>	<b>Aislamiento térmico y señalización</b>	<b>24</b>
	6.1 Comprobaciones previas a la instalación	24
	6.2 Indicaciones para la instalación de aislamiento	24
	6.3 Marcas	26
	6.4 Prueba post-aislación	26

---

<b>7</b>	<b>Corriente y protección eléctricas</b>	<b>27</b>
	7.1 Clasificación de voltaje	27
	7.2 Carga eléctrica	27
	7.3 Cableado de control de temperatura	29

---

<b>8</b>	<b>Puesta en marcha y mantenimiento preventivo</b>	<b>30</b>
	8.1 Pruebas de puesta en servicio	30
	8.2 Mantenimiento preventivo	31

---

<b>9</b>	<b>Procedimientos de prueba</b>	<b>33</b>
	9.1 Inspección visual	33
	9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)	33
	9.3 Prueba de resistencia y continuidad	37
	9.4 Prueba de capacitancia	38
	9.5 Comprobación de alimentación	40

---

<b>10</b>	<b>Guía para la solución de problemas</b>	<b>42</b>
-----------	---	-----------

---

<b>11</b>	<b>Guía para la solución de problemas</b>	<b>48</b>
-----------	---	-----------

---

<b>12</b>	<b>Registro de instalación e inspección</b>	<b>52</b>
-----------	---	-----------

---

# 1

## Información general

---

Los sistemas de trazado eléctrico de resistencia en serie SC de nVent RAYCHEM se utilizan en tuberías de metal y plástico aisladas térmicamente. Estos sistemas deben instalarse respetando los requisitos establecidos en la documentación de diseño que nVent proporciona con cada proyecto.

En nVent nos encargamos del calor que necesita (We manage the heat you need) ofreciéndole un completo servicio integrado que incluye desde el diseño original hasta la especificación del producto y la instalación de todo el sistema. Si se requiere, también brindamos mantenimiento futuro de la instalación.

### 1.1 **Uso del manual**

Este manual abarca los principios básicos de instalación y mantenimiento de los sistemas de trazado eléctrico de resistencia en serie (SC) de nVent RAYCHEM. Utilice este manual junto con la documentación de diseño proporcionada por nVent, así como el material siguiente:

- Hojas de datos de SC, SC/H, SC/F (H57027, H57961)
- Hojas de datos de componentes y accesorios SC, SC/H, SC/F (H57780, H57943A)

Para obtener asistencia técnica o información relativa a los cables de los sistemas de trazado eléctrico SC, póngase en contacto con su representante de nVent o directamente con nVent.

#### **nVent**

7433 Harwin Drive

Houston, TX 77036

USA

Tel: +1.800.545.6258

Tel: +1.650.216.1526

Fax: +1.800.527.5703

Fax: +1.650.474.7711

[thermal.info@nVent.com](mailto:thermal.info@nVent.com)

[nVent.com](http://nVent.com)



**Importante:** Para que la garantía de nVent y las aprobaciones de agencia apliquen, se deben seguir las instrucciones incluidas en este manual y paquetes de producto.

# 1

## Información general

### 1.2 Instrucciones de seguridad

La seguridad y fiabilidad de cualquier sistema de trazado eléctrico depende de un diseño, instalación y mantenimiento apropiados. El diseño, manipulación, instalación o mantenimiento incorrectos de cualquiera de los componentes del sistema puede causar falta o exceso de calentamiento en las tuberías o daños en el sistema de cables calefactores, pudiendo provocar el desperfecto del sistema, una descarga eléctrica o un incendio. Las directrices e instrucciones de esta guía son importantes. Síguelas cuidadosamente para minimizar dichos riesgos y garantizar que el sistema SC tenga un comportamiento fiable.

Ponga especial atención a lo siguiente:

- Las instrucciones importantes están marcadas con la palabra  **Importante**
- Las advertencias están señaladas con la palabra  **ADVERTENCIA**

### 1.3 Sistema típico

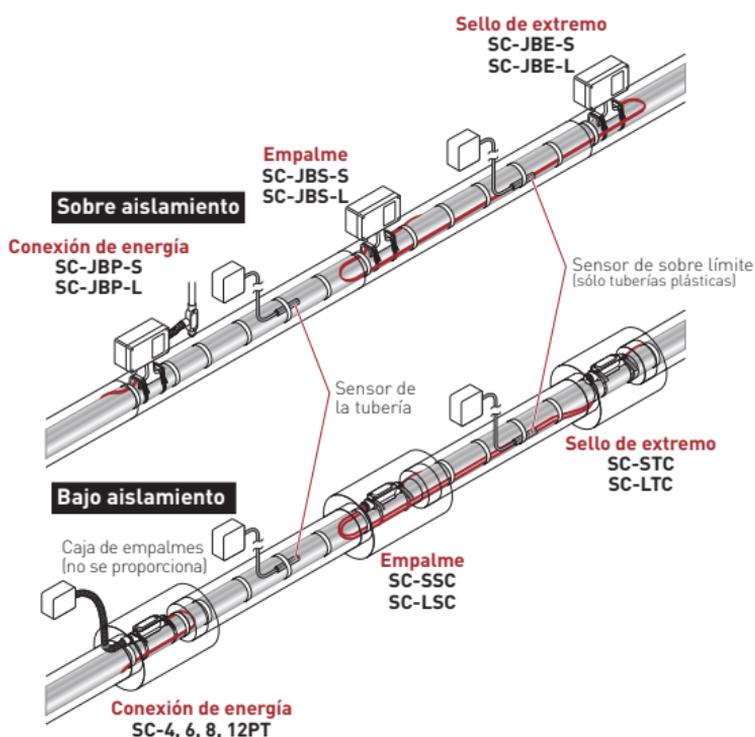


Figura 1: Sistema típico de cable calefactor SC

# 1

## Información general

---



**Importante:** Los cables calefactores SC nVent RAYCHEM son productos tecnológicos. Todas las aplicaciones precisan el diseño de nVent.

### 1.4 Códigos eléctricos

Las Secciones 427 (sistema de tuberías y contenedores) y 500 (áreas clasificadas) del Código Eléctrico Nacional (NEC) y la Parte 1 del Código Eléctrico Canadiense, Secciones 18 (áreas de riesgo) y 62 (espacio eléctrico fijo y calefacción en superficie) rigen la instalación de sistemas de trazado eléctrico. Todas las instalación de sistemas de rastreo de calor deben cumplir con estas normas y con otros códigos locales o nacionales aplicables.

### 1.5 Garantía y aprobaciones

Los cables calefactores SC y los componentes de nVent RAYCHEM han sido homologados para su utilización en áreas de ries-go y en áreas seguras. Para obtener más detalles consulte las hojas de datos específicas de los productos.



La garantía limitada estándar de nVent es válida para todos los productos. Se puede ver la garantía completa en [nVent.com](http://nVent.com). Para tener derecho a una garantía ampliada de 10 años, regístre-se en línea antes de que transcurran los 30 días siguientes a la instalación en [nVent.com](http://nVent.com).

# 1

## Información general

### 1.6 Construcción del cable calefactor

Los cables calefactores SC de nVent RAYCHEM proporcionan protección eléctrica frente a la congelación y mantenimiento de la temperatura en tuberías largas. Estos cables están disponibles en configuraciones de conductor único, doble o triple, como aparece en la Figura 2.

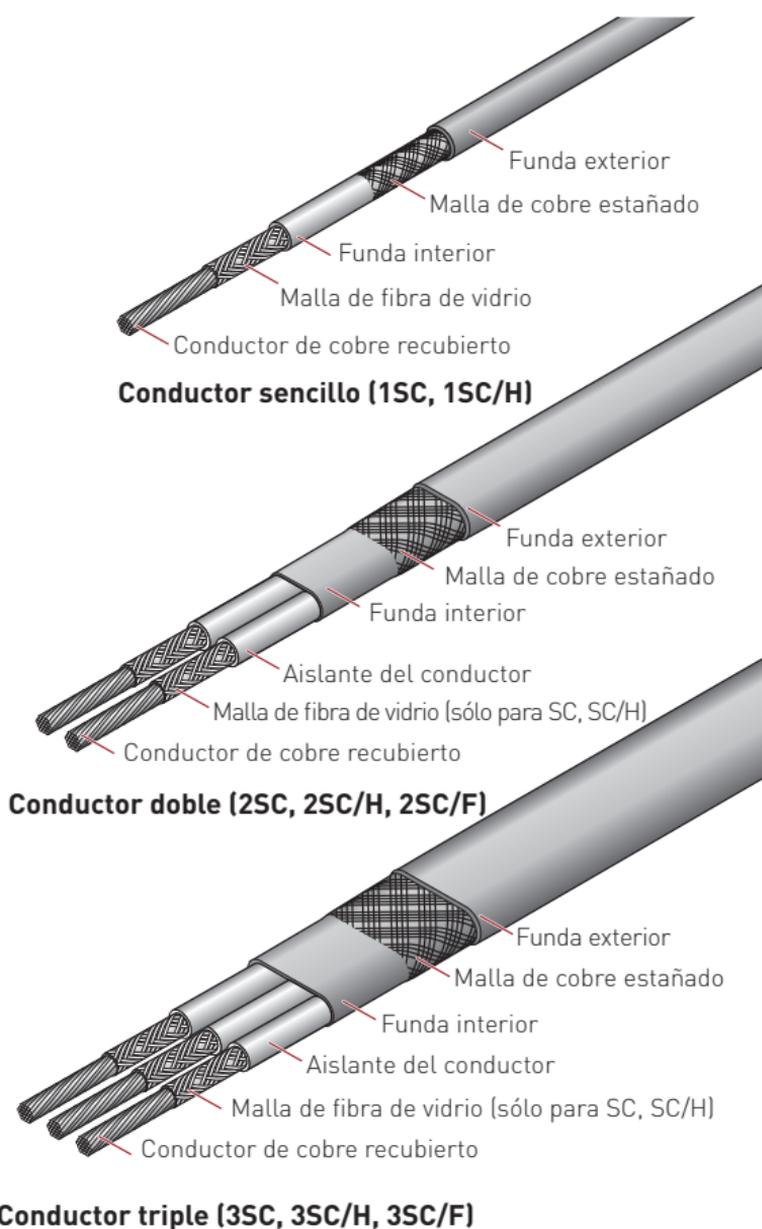


Figura 2: Construcción del cable calefactor SC, SC/H, SC/F

# 1

## Información general

### 1.7 Identificación del cable calefactor

Se pueden solicitar etiquetas de identificación del circuito, necesarias para las agencias de homologación, a nVent (Ref.: P000000311). Las etiquetas de identificación del circuito proporcionan información como el número de catálogo del cable calefactor, el voltaje de funcionamiento, la corriente de salida, la temperatura máxima de la cubierta del cable, el número de identificación del circuito, la longitud del cable calefactor y la corriente nominal del cable. Si el cable ha sido diseñado para un área peli-grosa, la clasificación del área estará impresa en la sección 'Haz. Locations' de la etiqueta.



**Importante:** La etiqueta de identificación del circuito debe fijarse de forma permanente a no más de 75 mm (3 pulgadas) de la conexión eléctrica.

nvent RAYCHEM		SC, SC/H, and SC/F		
		Series-Resistance Heating Cable		
<b>Catalog No.</b>	<input type="text"/>	<b>Watts</b>	<b>Volts</b>	<b>Amps</b>
<b>Circuit No.</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Circuit Length</b>	<input type="text"/>			
Ex e II T <sup>(2)</sup>	<sup>(1)</sup>		<b>Usage Code</b>	<b>Max. Sheath Temperature</b>
<b>Hazardous Locations</b>			<input type="text" value="-W"/>	<input type="text" value="°C"/>
<b>Class</b> <input type="text"/>		<b>Div</b> <input type="text"/>	<b>Group</b> <input type="text"/>	Min. Installation Temperature: -40°C
IECEx BAS 06.0049X Ex e II T* (see schedule) Ex tD A21 IP66 Segurança		IEx 09.0008X Ex eb IIC T* Gb (* See observation)		
		<b>See Other Side</b> <b>Voir Aussi Au Verso</b> <b>Veja O Outro Lado</b>		
<sup>(1)</sup> Except 1SC <sup>(2)</sup> Temperature code based on design documentation				

**Figura 3: Etiqueta típica de identificación del circuito de cables SC (parte delantera)**



**ADVERTENCIA:** Riesgo de incendio o explosión. Asegúrese de que el sistema de cables calefactores SC tal como se identifica en la etiqueta de identificación del circuito cumple los requisitos de la clasificación del área.

## 1.8 Directrices generales para la instalación

Estas directrices se ofrecen para ayudar al instalador con el proceso de instalación y deben revisarse antes de comenzar la instalación.

- Evite daños al cable calefactor SC de la siguiente forma:
  - No utilice abrazaderas ni bandas metálicas para fijar el cable a la tubería.
  - No instale cables calefactores de distinta longitud a la especificada en la documentación de diseño del sistema.
  - No suministre corriente hasta que no se haya completado la instalación.
  - No permita que los cables calefactores se crucen, superpongan o agrupen. Esto puede causar sobrecalentamiento localizado con riesgo de incendio o desperfecto del cable.
  - Mantenga los sopletes de soldar lejos de los cables y protéjalos de las escorias que puedan caer sobre ellos.
- Asegúrese de que el cliente haya dado la autorización para el trazado en todas las tuberías antes de instalar el cable calefactor.
- Instale el cable de forma que permita la extracción de equipos que requieran mantenimiento, como válvulas, bombas y filtros, sin afectar excesivamente al cable calefactor que los rodea.
- Al instalar el cable sobre válvulas, bombas y otras superficies con formas irregulares, evite doblarlo con un radio de curvatura inferior a 1 pulgada. En bridas y uniones pequeñas donde no resulta práctico doblar los cables muy ajustadamente, se pueden usar láminas o piezas puente metálicas para llenar los espacios entre el cable calefactor y la superficie que se calentará.
- Asegúrese de que el cable calefactor es adecuado para la temperatura continua de exposición que aparece en la Tabla 1.
- Aplique aislamiento térmico tan pronto como sea posible después del trazado eléctrico para evitar daños mecánicos en los cables calefactores. Se debe instalar revestimiento impermeable inmediatamente después de aplicarse el aislamiento para evitar que el aislamiento se humedezca.
- Haga todas las conexiones a los cables de alimentación en las cajas de empalmes elevadas y tópelas cuando no esté trabajando en ellas.
- La temperatura de instalación mínima es  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ).

# 1

## Información general

---

- Use un controlador de temperatura adecuado para la temperatura del proceso. nVent suministra una amplia gama de controladores de temperatura, entre ellos los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM.

**TABLA 1: TEMPERATURA DE EXPOSICIÓN DEL CABLE CALEFACTOR SC, SC/H, SC/F**

Cable calefactor SC	Temperatura máxima de exposición continua
SC	400°F (204°C)
SC/H	480°F (250°C)
SC/F	195°F (90°C)

### 1.9 Almacenamiento del cable de calefacción

- Guarde los cables calefactores en un lugar limpio y seco y protéjalos de daños mecánicos.
- Guarde los cables calefactores en su embalaje original hasta el momento de su instalación.

# 2

## Comprobaciones previas a la instalación

---

### 2.1 Comprobación del material recibido

Revise el diseño del cable calefactor y compare la lista de materiales con los números de catálogo de los cables calefactores y los componentes que haya recibido, para confirmar que sean los adecuados. El voltaje del cable calefactor, el voltaje y la longitud de cada circuito están impresos en la etiqueta de identificación del circuito.

- Asegúrese de que el voltaje nominal del cable sea adecuado para el voltaje de alimentación disponible.
- Inspeccione el cable de calefacción y los componentes en busca de daños producidos durante el traslado.
- Ejecute una prueba de continuidad y de resistencia de aislamiento (100 MΩ como mínimo) en cada cable como se detalla en la Sección 9 y registre los resultados en el Registro de instalación del cable calefactor en la Sección 12.
- Verifique que la temperatura condicional de la cubierta (temperatura nominal) en la etiqueta de identificación del circuito satisfaga los requisitos del área y del material de las tuberías.

### 2.2 Comprobación de la tubería que se va a trazar

- Asegúrese de que se completen las pruebas mecánicas de las tuberías (purga y pruebas hidrostáticas, por ejemplo) y de que el cliente haya autorizado el trazado del sistema.
- Recorra el sistema y planifique el trazado del cable de calefacción sobre la tubería.
- Verifique que la longitud real de las tuberías, las rutas y la ubicación de accesorios como válvulas, soportes, estribos de suspensión y otros componentes, coincidan con los planos del proyecto.
- Inspeccione las tuberías y canaletas para comprobar si presentan rebabas, superficies rugosas o bordes afilados que puedan dañar el cable calefactor. Elimine en caso de ser necesario.
- Verifique que las cubiertas de todas las superficies estén secas al tacto.

### 2.3 Comprobación de las herramientas

Para la instalación de sistemas de trazado eléctrico SC son necesarias las siguientes herramientas. En las instrucciones de instalación de cada componente específico se enumeran herramientas adicionales.

- Herramienta de compresión adecuada
- Soplete de gas propano o GLP
- Medidores de prueba adecuados como los descritos en la Sección 9 de este manual.

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### 3.1 Tendido de cables calefactores

#### Tendido de cables

Utilice un carrete que gire con facilidad y poca tensión. Tienda el cable desde el carrete como se indica en la Figure 4.

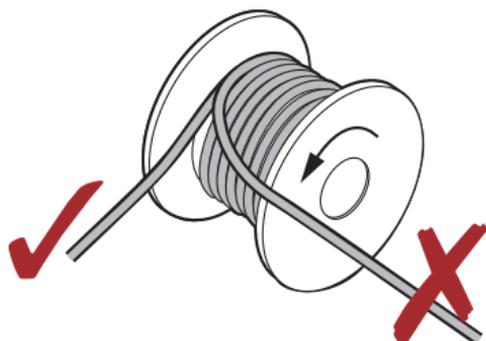


Figure 4: Dirección de tendido

Sitúe los carretes próximos a la tubería que se traceará.

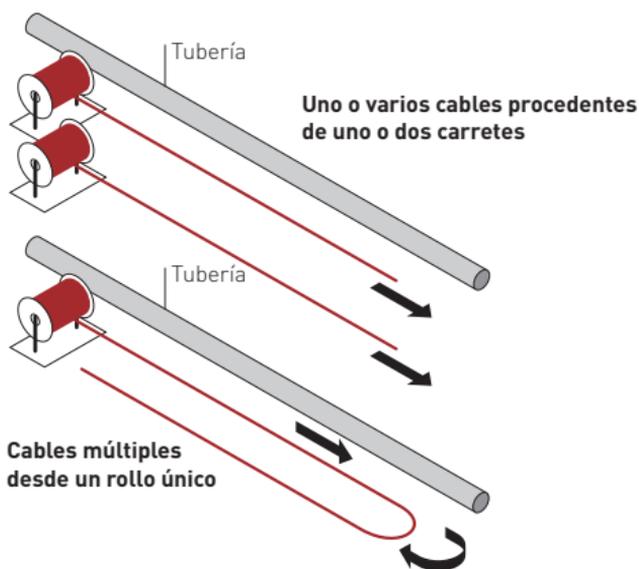


Figure 5: Tendido de cables calefactores SC sencillos y múltiples

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Tendido de cables

Extienda el cable a lo largo de la tubería siguiendo el diseño. Asegúrese de que se haya considerado la cantidad suficiente de cable para la instalación de componentes, bucles de servicio y accesorios de las tuberías.

### Recomendaciones para tender el cable calefactor:

- Utilice un carrete que se tienda con facilidad y poca tensión. Si el cable de calefacción se engancha, deje de tirarlo.
- Tire del cable calefactor a mano. No tire con dispositivos mecánicos.
- Mantenga el cable de calefacción colgando sin tensarlo pero cerca de la tubería que se está rastreando para evitar la interferencia con los soportes y el equipo.
- Las marcas en el cable de calefacción se pueden utilizar para determinar la longitud del cable.
- Proteja todas las puntas del cable calefactor de la humedad, la contaminación y los daños mecánicos.

 **ADVERTENCIA: Peligro de incendio o choques eléctricos No instale cable dañado. Los componentes y extremos del cable deben mantenerse secos antes y durante la instalación.**

### Al tender el cable calefactor EVITE:

- Esquinas afiladas
- Tirar con demasiada fuerza o que se produzcan tirones
- Los retorcimientos y el aplastamiento
- Caminar sobre él o pasarle por encima con equipo

### Colocación de cables calefactores

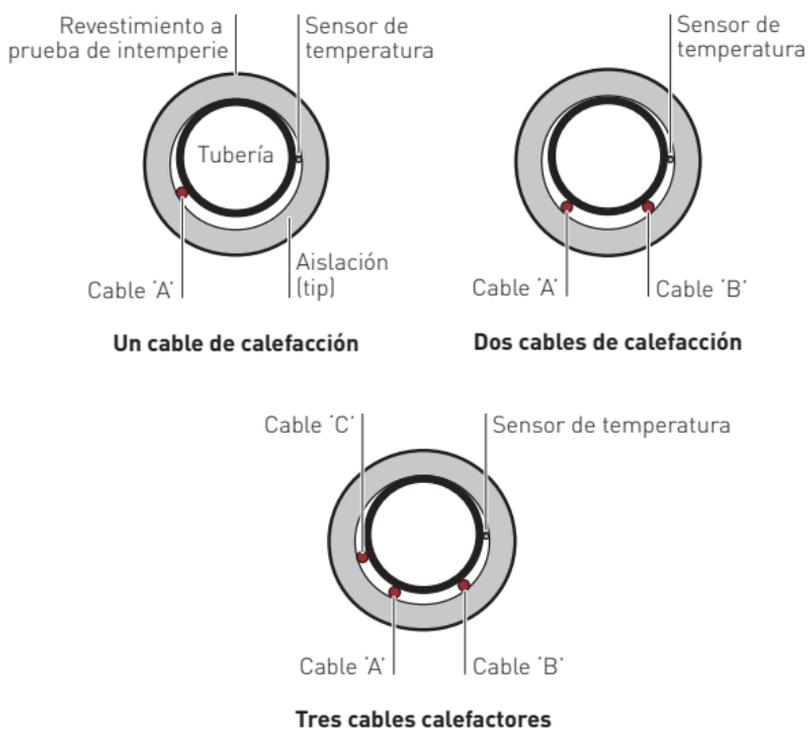
Instale los cables alrededor de la sección inferior de la tubería pero evitando el centro inferior de la misma (Figure 6).

En el caso de dos cables, instálelos entre 30° y 45° a ambos lados del centro inferior de la tubería (Figure 6).

En el caso de tres cables, instale el cable inferior aproximadamente a 10° del centro inferior de la tubería (Figure 6). En una tubería vertical, separe los cables uniformemente alrededor de la circunferencia de la tubería.

# 3

## Instalación de cable de calefacción



**Figure 6: Sección transversal típica de colocación de los cables calefactores SC**

### Doblar el cable

El cable de calefacción no se dobla fácilmente en una superficie plana. No fuerce al doblar ya que se puede dañar el cable de calefacción.



**Figure 7: Doblado del cable calefactor SC**

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Radio de curvatura mínimo

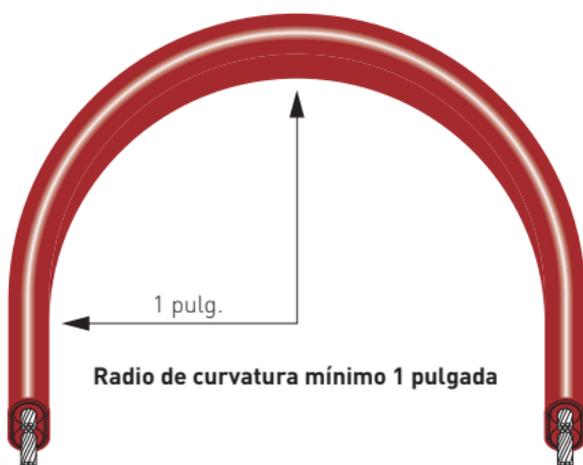


Figure 8: Radio de curvatura mínimo

### Crossing the cable

Do not cross, overlap, or group the heating cables.



Figure 1: Crossing, overlapping, and grouping

### Cruzar el cable

No permita que los cables calefactores se crucen, super-pongan o agrupen.

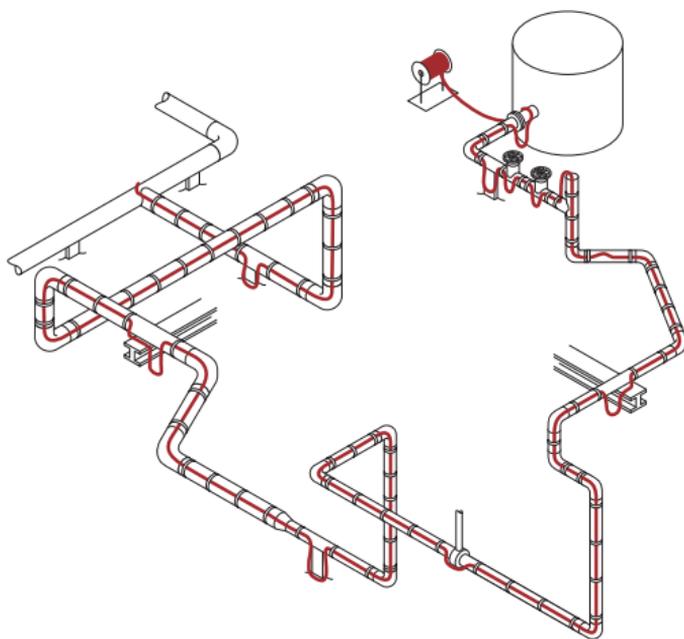


**Importante:** Cualquier cambio en la longitud del circuito diseñado alterará la corriente de salida y obligará a reconfirmar el diseño. No corte el cable a ninguna otra longitud que la especificada.

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Fijación del cable



**Figure 10: Fijación típica del cable calefactor**

Coloque cinta para adherir el cable a la tubería cada 30 cm. Empiece por la punta opuesta al carrete, como se indica en la figura previa. Si se utiliza cinta de aluminio, aplíquela sobre toda la extensión del cable de calefacción después de asegurar el cable con cinta de vidrio. Trabaje en dirección al rollo de cable. Prevea cable calefactor extra en la conexión eléctrica, en todos los lados de los empalmes y las conexiones en T, así como al final del sello para permitir servicios futuros.

Deje una vuelta extra de cable para cada dissipador térmico, como en los soportes, válvulas, bridas e instrumentos de tuberías según se detalla en el diseño. Consulte Sección 3.4 para fijar el cable de calefacción a dissipadores térmicos.



**Importante: Instale los componentes del cable calefactor inmediatamente después de sujetar el cable. Si no es posible instalar inmediatamente, proteja de la humedad los extremos del cable de calefacción.**

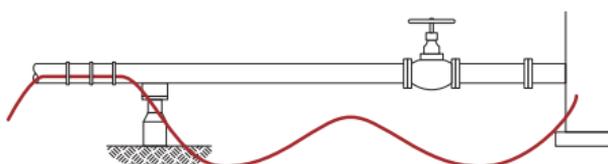
# 3

## Instalación de cable de calefacción

### 3.2 Instalación directamente sobre tuberías

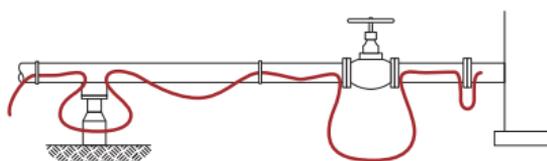
nVent requiere que complete el Registro de instalación de cable calefactor durante la instalación del mismo y el aislamiento térmico y que conserve este registro para referencia futura.

- Instale todo el equipo auxiliar sobre las tuberías con abrazaderas antes de instalar los cables calefactores.
- Donde sea posible, tienda el cable calefactor a lo largo de la sección de tubería que se traceará.



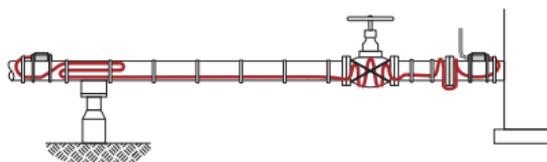
**Figure 11: Tendido de cables calefactores**

- Fije los cables calefactores a la tubería con cinta de fibra de vidrio a intervalos de 300–450 mm (12–18 pulgadas).
- Deje cable extra según las especificaciones del diseño en todos los accesorios de la tubería.



**Figure 12: Márgenes para válvulas, bridas y soportes de tubería**

- Instale el cable sobre los accesorios de las tuberías con-forme a los detalles de instalación de la Sección 3.4.
- Instale las conexiones eléctricas, los empalmes y los extremos finales siguiendo las instrucciones del paquete de componentes.



**Figure 13: Instalación de cable calefactor SC terminada**



**Importante:** Para mejorar la transferencia térmica se puede utilizar cinta de aluminio AT-180 en los cables calefactores SC. Consulte la documentación de diseño.

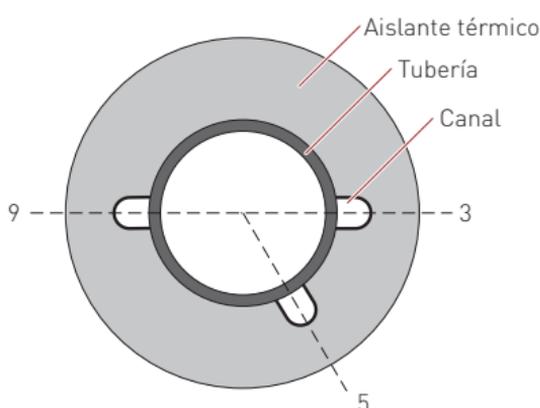
# 3

## Instalación de cable de calefacción

**⚠ ADVERTENCIA:** Peligro de incendio o choques eléctricos. No instale cable dañado. Tendrá que reemplazarlo.

### 3.3 Instalación en canalización

Asegúrese de que el número, tamaño y posición de la canalización son los correctos según lo especificado en la documentación de diseño.



Canal semicircular típico:  
w: 19,05 mm al.: 7/8"

**Figure 14: Tamaño y posición de la canalización en la tubería**

**⚠ ADVERTENCIA:** Para evitar sobrecalentamientos, instale únicamente un cable SC por canalización.

#### Método de jalado

Tire e inserte el cable calefactor a mano. No tire con dispositivos mecánicos.

Para no dañar la sobrecubierta al tirar, asegúrese de que los extremos de la canalización no tengan rebabas. Bisele los bordes o utilice una guía para dirigir el cable.



**Importante:** Las canalizaciones deben estar alineadas, limpias de suciedad o residuos para evitar que se dañe el cable calefactor.

# 3

## Instalación de cable de calefacción

### Empalmes y componentes

- El número de empalmes y de intervalos de separación depende del diseño del sistema y de la longitud del carrete. El aislamiento debe abrirse y la canalización, interrumpirse para instalar los componentes. Seleccione e instale los componentes de acuerdo con la documentación de diseño proporcionada.
- Utilice cinta de aluminio AT-180 para fijar el cable calefactor SC a la tubería en las zonas externas de la canalización, como las conexiones de la tubería.



**Importante:** Las tuberías enterradas deben utilizar componentes bajo aislamiento. Consulte Figura 19 en la página 20.

- Vuelva a colocar el aislamiento térmico, hasta el espesor del diseño, y el revestimiento impermeable después de instalar los componentes.
- Utilice más cantidad de aislamiento después de instalar componentes bajo aislamiento.

### 3.4 Detalles de instalación típica

Envuelva los accesorios de tuberías, equipo y soportes como se muestra en los ejemplos siguientes para compensar apropiadamente mayores pérdidas de calor en disipadores térmicos y facilitar el acceso para mantenimiento. La cantidad de cable de calefacción exacta es determinada en el diseño.

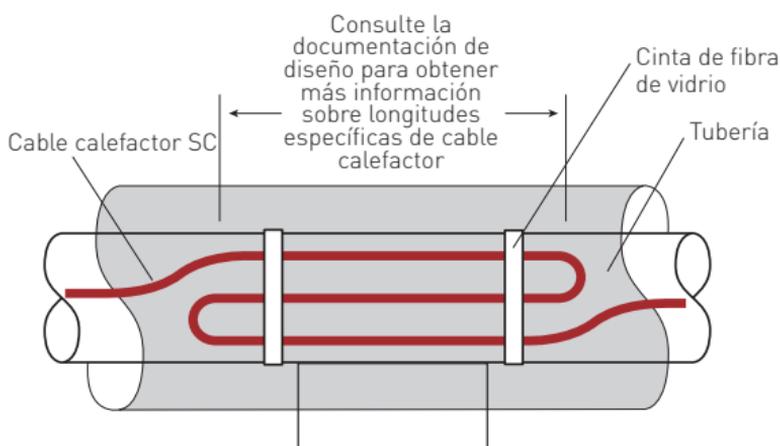
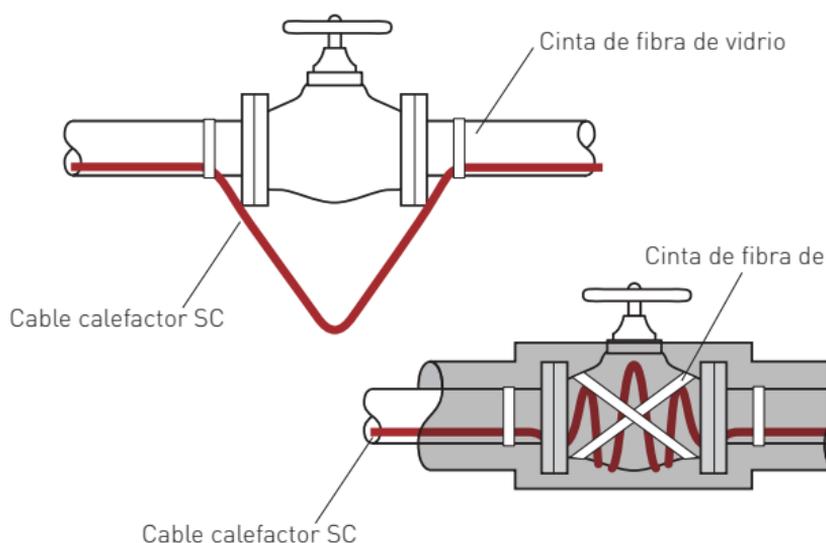


Figure 15: Soporte de tubería

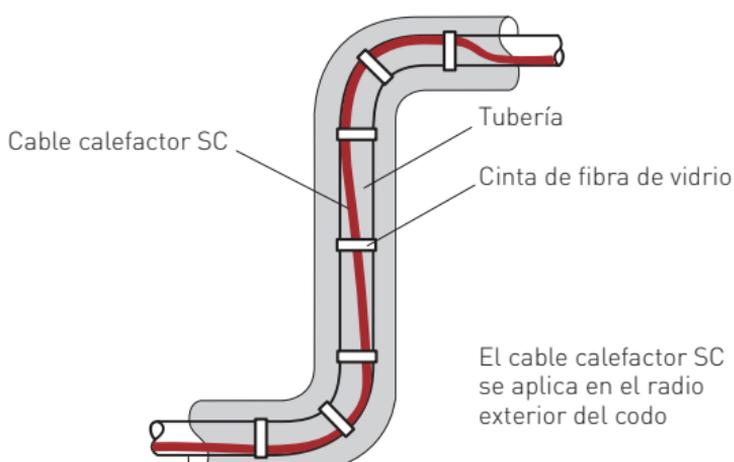
# 3

## Instalación de cable de calefacción



**Figure 16: Válvulas**

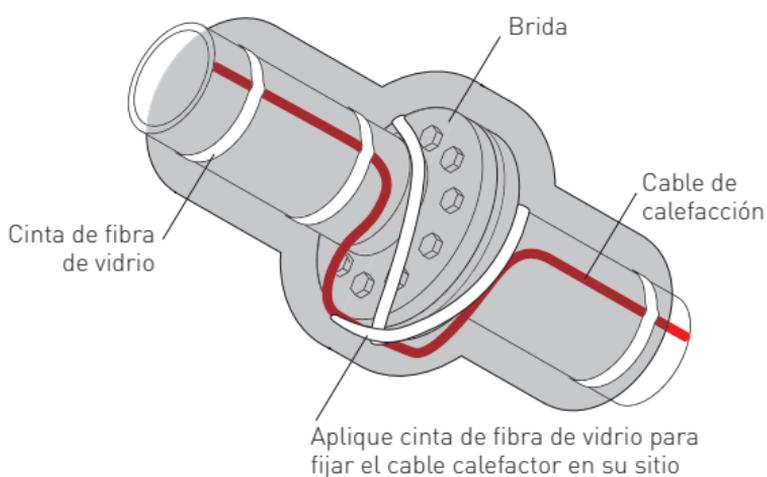
**⚠ ADVERTENCIA:** Los cables superpuestos se pueden sobrecalentar, dañar y suponer un riesgo de incendio.



**Figure 17: Instalación en codo de 90°**

# 3

## Instalación de cable de calefacción



**Figure 18: Bridas**

**⚠ ADVERTENCIA:** Los cables superpuestos se pueden sobrecalentar, dañar y suponer un riesgo de incendio.

# 4

## Instalación de componentes

### 4.1 Instalación general de componentes

Los componentes SC nVent RAYCHEM deben utilizarse con los cables calefactores SC nVent RAYCHEM. Un circuito completo requiere una conexión de alimentación y un sello en el extremo. Los empalmes y accesorios se utilizan conforme se necesiten. Consulte la documentación de diseño del sistema para obtener información sobre los componentes necesarios en el mismo.

Las conexiones eléctricas SC sobre aislamiento incluyen la necesaria caja de empalmes, cables fríos y conexiones. Las conexiones eléctricas SC bajo aislamiento incluyen la transición de cable frío a caliente pero no la caja de empalmes, que deben suministrarla otros fabricantes.

Las instrucciones de instalaciones están incluidas en el kit de componentes. Se deben seguir los pasos para preparar el cable de calefacción y conectar los componentes.

 **ADVERTENCIA: Las conexiones pueden sobrecalentarse. Las conexiones de cable deben comprimir-se y soldarse.**

#### Recomendaciones para la instalación de componentes

- Los paquetes de conexión deberán ir montados sobre la tubería cuando sea conveniente. Los conductos eléctricos que llevan a los kits de conexión deben poseer drenajes en sus puntos bajos para evitar que se acumule condensación en el conducto. Todas las conexiones del cable de calefacción deben montarse sobre el nivel de sobre el nivel de la pendiente.
- Asegúrese de dejar un bucle de servicio en todos los componentes para su futuro mantenimiento.
- Coloque las cajas de empalmes para que resulten de fácil acceso, pero no donde puedan estar expuestas a maltrato mecánico.
- Los cables calefactores deberán ser instalados sobre, y no debajo de, las abrazaderas de tubería utilizadas para asegurar los componentes.
- Compruebe que tapas, tapones y collarines de la caja de empalmes estén bien apretados para evitar que penetre agua.
- Deben instalarse conductos de drenaje en los componentes sobre aislamiento.

 **ADVERTENCIA: No deben dañarse los conductores. Los conductores dañados pueden sobrecalentarse o provocar cortocircuitos. No rompa los hilos del conductor cuando pele un cable calefactor.**

# 4

## Instalación de componentes

### nVent RAYCHEM sc components

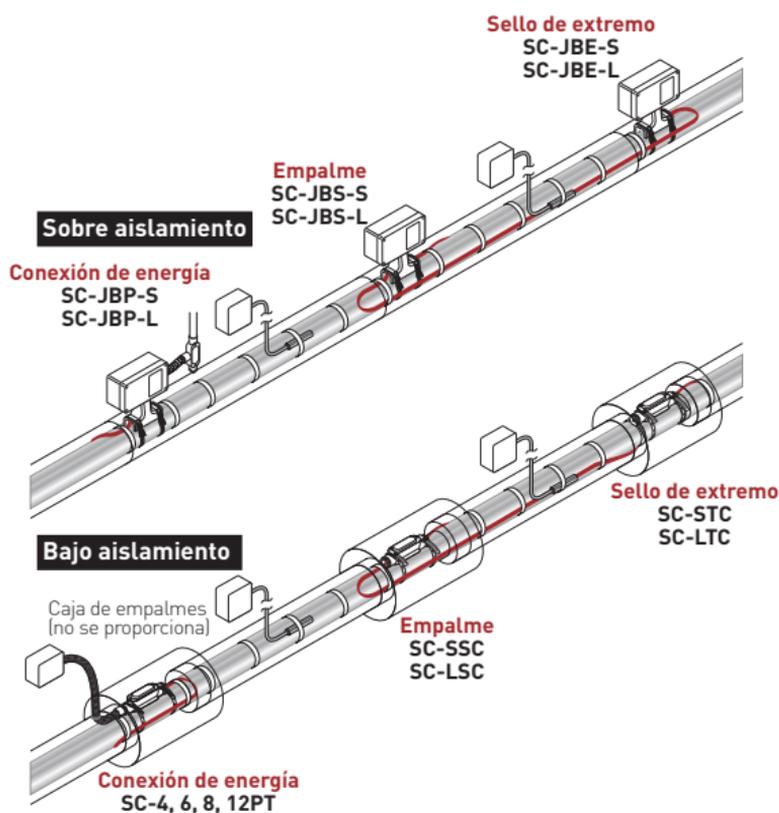


Figura 19: Componentes del cable calefactor SC

**⚠ ADVERTENCIA:** Peligro de incendio o descargas eléctricas. Deben utilizarse componentes SC nVent RAYCHEM. No utilice puestos no originales o cinta adhesiva de vinil.

# 5

## Control y monitoreo

### 5.1 Información general

Los productos de control y monitoreo nVent RAYCHEM de nVent están diseñados para su uso con sistemas de trazado eléctrico SC. Existen termostatos, controladores y sistemas de control y monitoreo disponibles. Compare las características de estos productos en la siguiente tabla.

Para obtener información adicional sobre cada producto, consulte la Guía de Diseño y Selección de Productos Industriales o contacte a su representante nVent.

Consulte las instrucciones de instalación proporcionadas con los productos de control y monitoreo. Los sistemas de control y monitoreo podrían requerir la instalación de un técnico eléctrico certificado.

#### nVent Control and Monitoring Products

	Thermostats		Controladores				
	AMC-F5 AMC-1A AMC-1H	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 E507S-LS E507S-2LS-2 Raystat-EX03-A	nVent RAYCHEM Series <sup>1</sup>				
			910	920	200N	T2000	NGC-30
<b>Control</b>							
Sensor de ambiente	■		●	●	●	●	●
Sensor de línea		■	●	●	●	●	●
PASC			●	●	●	●	●
<b>Monitores</b>							
Temperatura ambiente			●	●	●	●	●
Temperatura de tubería			●	●	●	●	●
Falla a tierra			●	●	●	●	●
Corriente			●	●	●	●	●
<b>Ubicación</b>							
Local	■	■	●	●		●	●
Remota			●	●	●	●	●
Peligrosa	AMC-1H	E507S	●	●		●	●
<b>Comunicaciones</b>							
Pantalla local			●	●	●	●	●
Pantalla remota			●	●	●	●	●
Red a DCS			●	●	●	●	●

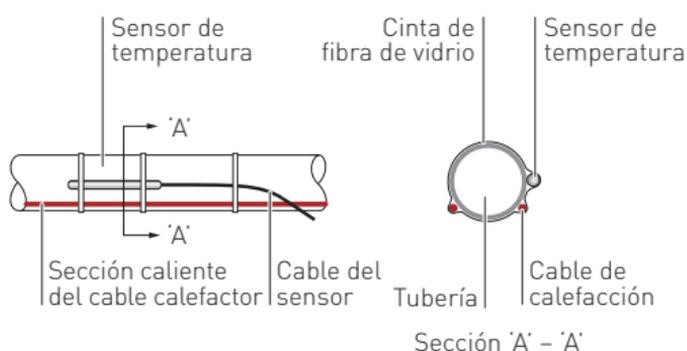
<sup>1</sup> Los controladores nVent RAYCHEM usados en áreas CID1 requieren el uso de recinto para áreas peligrosas adecuados o sistemas de purga Z.

## 5.2 Instalación de sensores de temperatura en las tuberías

Fije el sensor de temperatura a la tubería usando cinta de fibra de vidrio. Coloque el elemento sensor paralelo a la tubería y en un lugar donde no se vea afectado por el cable calefactor (Figura 20). Es esencial que el sensor de temperatura esté situado de acuerdo con la documentación de diseño.



**Importante:** El sensor de temperatura no debe colocarse en un extremo de la tubería, sobre un disipador térmico ni sobre una sección circular de la tubería cuando haya otras secciones estancadas.



**Figura 20: Colocación del sensor de temperatura y el cable calefactor SC**

El sensor de temperatura debe fijarse haciendo buen contacto térmico con la tubería y protegido de forma que los materiales de aislamiento no queden atrapados entre el mismo y la superficie calentada. Instale el sensor de temperatura con cuidado porque si se daña puede producir errores de calibración.

### 5.3

### Instalación de seguridad para altas temperaturas en tuberías plásticas

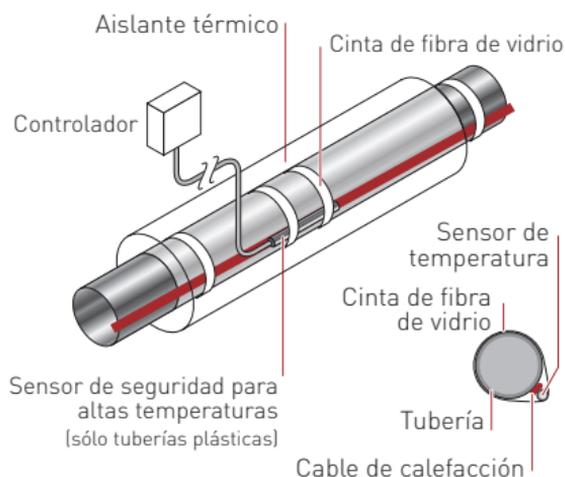
**⚠ ADVERTENCIA:** Para evitar el sobrecalentamiento debe instalarse un sensor de seguridad para altas temperaturas en las aplicaciones de cable SC en tuberías plásticas.

#### Colocación del sensor de seguridad para altas temperaturas

Fije el sensor de seguridad directamente a la superficie trasera del cable calefactor, lejos de la tubería, como aparece en la Figura 21.

El sensor debe situarse en la zona más caliente de las tuberías, teniendo en cuenta lo siguiente:

- En dirección contraria al caudal
- Lejos de los disipadores térmicos
- Accesible para su mantenimiento
- En la parte superior de tuberías verticales
- En la dirección de otras fuentes de calor
- Consulte la documentación de diseño.



**Figura 21: Colocación del sensor de seguridad para altas temperaturas**

# 6

## Aislamiento térmico y señalización

---

### 6.1 Comprobaciones previas a la instalación

Inspeccione visualmente el cable calefactor y los componentes en busca de posibles daños o instalación incorrecta. El cable dañado deberá extraerse y reemplazarse.

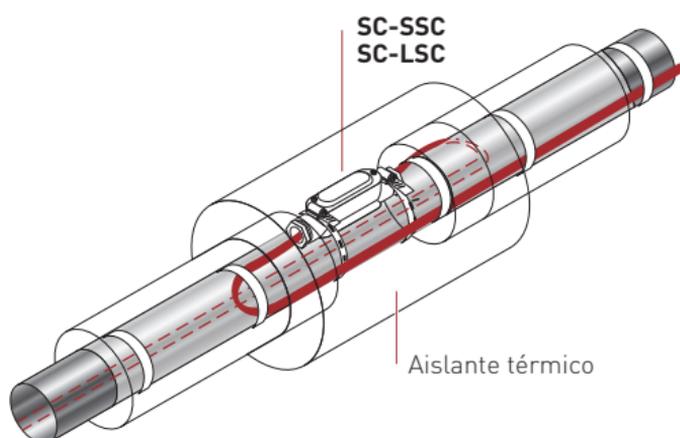
Realice las pruebas de continuidad y resistencia del aislamiento, o pruebas Megger, en cada cable siguiendo el procedimiento de la Sección 9.2. Compruebe que los resultados cumplan los requisitos mínimos indicados en las pruebas A y B y regístrelos en el Registro de instalación del cable calefactor en la Sección 12.

### 6.2 Indicaciones para la instalación de aislación

- Asegúrese de que todo el sistema de tuberías esté aislado de acuerdo con la documentación de diseño, incluyendo válvulas, bridas, soportes de tubería y bombas.
- Compruebe que el aislamiento térmico sea adecuado para las temperaturas correspondientes y para la ubicación de la tubería (esto es, exteriores o soterrada).
- Verifique el tipo y espesor del aislamiento respecto a la documentación de diseño.
- El aislamiento debe instalarse adecuadamente y mantenerse seco.
- Para reducir el posible daño del cable de calefacción, aisle tan pronto como sea posible después de realizar el rastreo.
- Compruebe que las conexiones de la tubería, penetraciones en pared y otras áreas irregulares estén completamente aisladas.
- Al instalar revestimiento impermeable, asegúrese de que los taladros, tornillos y bordes cortantes no dañen el cable calefactor. El revestimiento debe instalarse inmediatamente después de aplicarse el aislamiento para evitar que el aislamiento se humedezca.
- Para impermeabilizar la aislación, selle alrededor de todas las uniones que se extienden a través del revestimiento. Revise alrededor de los vástagos de las válvulas, soportes, capilares de termostato y cables de sensor.
- Puede ser necesario un aislamiento mayor para limitar la pérdida de calor de los componentes SC (consulte la Figura 22).

# 6

## Aislamiento térmico y señalización



**Figura 22: Aislamiento sobredimensionado**

- Asegúrese de que el aislante no quede atrapado entre el cable y la tubería, bloqueando la transferencia del calor.
- Para minimizar el “efecto chimenea” en tuberías verticales cuando se usa aislamiento sobredimensionado, instale amortiguadores entre el aislamiento térmico y la tubería a intervalos máximos de 2,45 m (8 pies).
- Para prevenir el sobrecalentamiento localizado, no permita que el aislamiento térmico u otros materiales queden atrapados entre el cable y la tubería. Si se aplica aislamiento de espuma de uretano sobre el cable calefactor, debe prestarse especial atención en garantizar que el uretano no quede entre el cable calefactor SC y la tubería. Esto se logra aplicando una tira de cinta de aluminio AT-180 sobre el cable a lo largo de la tubería.



**Figura 23: Cinta de aluminio AT-180**

**⚠ ADVERTENCIA: Utilice únicamente aislamiento ignífugo.**

# 6

## Aislamiento térmico y señalización

---

### 6.3

#### **Marcas**

Instale etiquetas con advertencias como "Trazado eléctrico," o similares a lo largo de las tuberías a intervalos de 3 m (10 pies) en lados alternos, y en equipos que requieran mantenimiento periódico, como válvulas, bombas, filtros, etc., para advertir sobre la presencia de cables calefactores eléctricos.

### 6.4

#### **Prueba pos aislación**

Después de completar el aislamiento, realice una prueba de continuidad y resistencia de aislamiento en cada circuito para confirmar que el cable no haya sido dañado (consulte la Sección 9).

# 7

## Corriente y protección eléctricas

---

### 7.1 Clasificación de voltaje

Verifique que el voltaje de alimentación se corresponda al voltaje nominal impreso en la etiqueta de identificación del circuito y especificado en la documentación de diseño.

### 7.2 Carga eléctrica

La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe estar de acuerdo con la documentación de diseño. Si se utilizan dispositivos que no sean aquellos identificados, consulte la corriente nominal (amperios) en la etiqueta de identificación del circuito para determinar la carga eléctrica.

#### Protección contra fuga a tierra

nVent recomienda protección contra fuga a tierra de 30-mA en todos los circuitos de cables calefactores SC.

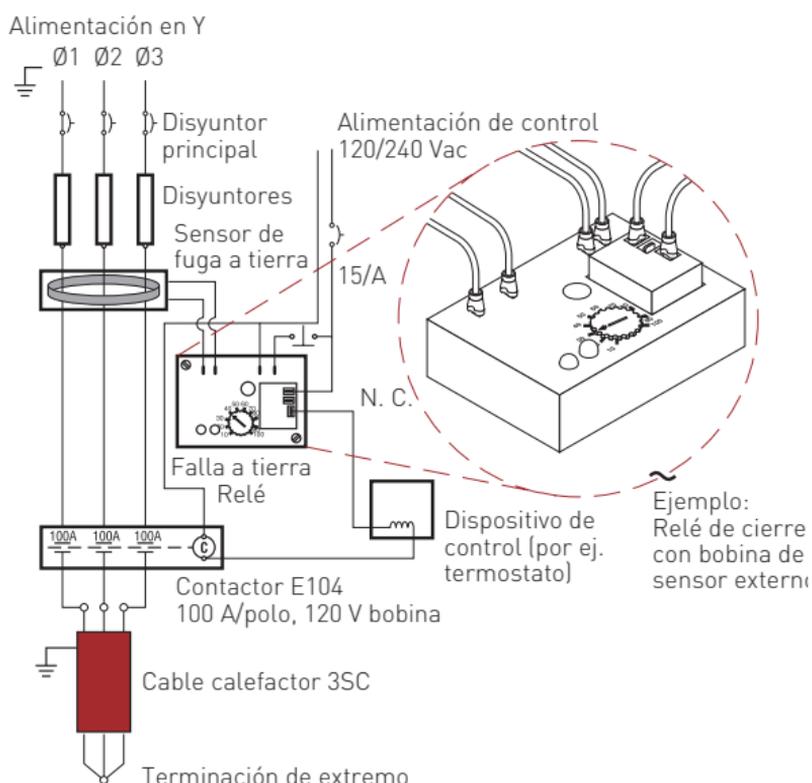
nVent, el Código Eléctrico Nacional de los EE.UU. y el Código Eléctrico de Canadá requieren equipos de protección de falla a tierra y una cobertura metálica a tierra en todos los cables de calefacción. Todos los productos nVent RAYCHEM cumplen el requerimiento de cobertura metálica.

A continuación se presentan algunos de los disyuntores de fuga a tierra que satisfacen la protección de equipo requerida para cables calefactores de 1SC y 2SC: Tipo Square D, serie GFPD EHB-EPD (277 V CA), tipo Cutler Hammer (Westinghouse), serie QBGFEP. Los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM de nVent tienen protección contra fuga a tierra ajustable, eliminando la necesidad de disyuntores de fuga a tierra independientes.

Para cables calefactores de 3SC, la protección contra fuga a tierra pueden proporcionarla bien disyuntores GFPD con 3 polos y 30 mA o un sistema de relé de fuga a tierra como se detalla en la Figura 24. Para obtener más detalles, póngase en contacto con su representante comercial de nVent.

# 7

## Corriente y protección eléctricas



**Figura 24: Protección trifásica contra fuga a tierra con sistema de relé**

**⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio y descarga**  
Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de nVent, certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.

**⚠ ADVERTENCIA: Riesgo de descarga eléctrica**  
Desconecte la energía eléctrica antes de hacer conexiones al cable calefactor.

**⚠ ADVERTENCIA: Para que la protección contra fuga a tierra sea eficaz, la corriente debe suministrarla un transformador en Y con una referencia a masa sólida.**

# 7

## Corriente y protección eléctricas

---

### 7.3

#### Cableado de control de temperatura

Con el controlador se suministran diagramas de cableado para controladores de temperatura típicos. Para conmutar cargas mayores que la corriente o voltaje nominal máximos del controlador se debe usar un contactor. Para obtener más detalles, póngase en contacto con nVent.

Valores nominales de corriente del contactor: Asegúrese siempre de que no se excedan los valores nominales de corriente de los contactos del interruptor.

 **ADVERTENCIA: Peligro de incendio en áreas de riesgo. Las pruebas Megger pueden producir chispas. Asegúrese de que no hayan vapores inflamables en el área antes de realizar esta prueba.**

nVent requiere de la realización de una serie de pruebas en el sistema de rastreo de calor antes de su puesta en marcha. Se recomienda además realizar estas pruebas además en intervalos regulares para el mantenimiento preventivo. Registre y conserve los resultados durante toda la duración del sistema, utilizando el Registro de puesta en servicio del cable calefactor (consulte la Sección 12).

# 8

## Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

---

### 8.1 Pruebas de puesta en servicio

Se presenta a continuación una breve descripción de cada una de las pruebas. Si desea mayor información sobre los procedimientos de prueba consulte la sección 9.

#### Inspección visual

Inspeccione la tubería, el aislante y las conexiones a los cables calefactores para localizar daños físicos. Compruebe que no haya humedad en las cajas de empalmes, que las conexiones eléctricas estén apretadas y conectadas a tierra, que el aislamiento esté seco y sellado y que los sistemas de control y monitoreo sean operativos y estén correctamente instalados. Se debe reemplazar el cable de calefacción. Consulte la Sección 9.1 para obtener más información.

#### Prueba de resistencia del aislante (Megger)

Las pruebas de resistencia de aislamiento (IR) verifican la integridad de la barrera aislante eléctrica entre el elemento calefactor resistivo y la cubierta exterior del cable. La prueba de resistencia de aislamiento es análoga a la prueba de presión en una tubería y detecta daños en la funda o en las terminaciones del cable. La prueba IR puede además utilizarse para aislar el daño en un recorrido único del cable de calefacción. La localización de la falla puede utilizarse para localizar daños adicionales. Se recomiendan pruebas de IR en cinco etapas durante el proceso de instalación, como parte de las inspecciones normales del sistema, y después de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento. Consulte la Sección 9.2 para obtener más información.

#### Prueba de resistencia y continuidad

Las mediciones de las pruebas de resistencia y continuidad aseguran que el producto correcto esté instalado en la longitud de circuito especificada y que los conductores estén bien conectados. Se recomiendan pruebas de continuidad durante la puesta en servicio, antes de poner en marcha el sistema, como parte de las inspecciones normales del sistema, y después de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento. Consulte la Sección 9.3 para obtener más información.

#### Prueba de capacitancia

La longitud del cable calefactor SC instalado puede confirmarse midiendo la capacitancia entre los conductores calefactores y la malla. La prueba de capacitancia debe realizarse al mismo tiempo que la prueba de resistencia y continuidad. Consulte la Sección 9.4 para obtener más información.

# 8

## Commissioning and Preventive Maintenance

---

### Comprobación de alimentación

La comprobación de corriente verifica que el circuito de cables calefactores SC instalado produce la salida de energía especificada en la documentación de diseño y que el disyuntor está correctamente dimensionado. Esta prueba también comprueba que la protección contra fugas a tierra y el control del sistema estén funcionando. Consulte la Sección 9.5 para obtener más información.

### 8.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento recomendado para los sistemas de trazado eléctrico SC de nVent consiste en llevar a cabo las pruebas de puesta en servicio de forma regular, de ser posible una vez al año como mínimo. Los sistemas deben comprobarse antes de cada invierno.

Si se encuentran defectos en el sistema de trazado eléctrico SC, consulte la Sección 11 para ayuda en la identificación y solución de problemas. Lleve a cabo las reparaciones necesarias y reemplace las piezas dañadas del sistema.

Los métodos de instalación de cable recomendados dejan cable adicional en todos los accesorios de la tubería (como válvulas, bombas y manómetros) de forma que no se requiera cortar el cable al realizar trabajos de mantenimiento.



**Importante: Descargue de energía eléctrica todos los circuitos que hayan podido resultar afectados durante el mantenimiento.**



**Importante: Proteja el cable de calefacción del daño mecánico o térmico durante el mantenimiento.**

### Registros de mantenimiento

nVent exige que durante todas las inspecciones se rellene el Registro de Instalación e Inspección (consulte la Sección 12) y que el mismo se conserve para futura referencia.

# 8

## Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

---

### Reparaciones

Utilice únicamente cable calefactor y componentes SC nVent RAYCHEM al reemplazar cualquier cable dañado. Si el aislamiento térmico está dañado, repóngalo a su condición original o sustituya con aislamiento nuevo y revestimientos impermeables.

Vuelva a realizar las pruebas al sistema después de las reparaciones.

**⚠ ADVERTENCIA:** Los daños en cables o componentes pueden ocasionar formación de arco eléctrico sostenido o incendio. No ponga en funcionamiento cables que se hayan dañado. El cable calefactor y los componentes dañados deberán reemplazarse. El cable dañado debe ser sustituido por una persona calificada.

# 9

## Procedimientos de prueba

---

nVent exige que durante las pruebas se rellene el Registro de Instalación e Inspección y que el mismo se conserve para referencia futura.

### 9.1 Inspección visual

- Inspeccione visualmente la tubería y las conexiones al cable calefactor en busca de daño físico. Se debe reemplazar el cable de calefacción.
- Verifique que no exista humedad en las cajas de empalmes y que las conexiones eléctricas estén apretadas y conectadas a tierra.
- Compruebe que todas las cajas de empalmes sean adecuadas para la clasificación del área correspondiente y que estén debidamente selladas.
- Busque aislamiento térmico dañado o húmedo, recubrimiento de protección contra la intemperie dañado, ausente o agrietado.
- Compruebe que los sistemas de control y monitoreo y los sensores de seguridad para altas temperaturas no tengan humedad ni corrosión, revise la puesta a punto, el funcionamiento del interruptor, posibles daños en el sensor o capilar, y asegúrese de que sean operativos y estén correctamente instalados.
- Compruebe el tamaño del disyuntor de circuito y el voltaje de alimentación para verificar que sean adecuados para el voltaje y el amperaje del cable calefactor impresos en la etiqueta de identificación del circuito y en la documentación de diseño.
- Verifique las conexiones eléctricas para asegurarse de que los conductores estén aislados en toda su longitud.

### 9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)

#### Frecuencia

Se recomienda que la prueba de resistencia del aislante se lleve a cabo en cinco etapas durante el proceso de instalación y como parte regular del programa de mantenimiento.

- Antes de instalar el cable.
- Antes de instalar los componentes.
- Antes de instalar la aislación térmica.
- Después de instalar la aislación térmica.
- Antes de la puesta en marcha inicial (entrada en servicio).
- Como parte de la inspección regular del sistema.
- Después de cualquier reparación o trabajo de mantenimiento.

### Procedimiento

La prueba de resistencia del aislante deberá ser llevada a cabo (con el uso de un megóhmetro) en tres voltajes: 500, 1000 y 2500 V CC. Puede que no se detecten los problemas importantes si la prueba se lleva a cabo sólo a 500 y 1000 volts.

Mida primero la resistencia entre los conductores del cable calefactor y la malla (Prueba A). Posteriormente, mida la resistencia del aislante entre la malla y la tubería metálica (Prueba B). La prueba B no puede realizarse en tuberías plásticas o tras haber instalado componentes bajo aislamiento. Evite que los cables de prueba toquen la caja de empalmes, ya que ello podría ocasionar lecturas imprecisas.

1. Desconecte la energía del circuito.
2. En caso de estar instalado, desconecte el termostato o controlador.
3. Desconecte los conductores del bloque de terminales, si estuviera instalado.
4. Ajuste el voltaje de prueba del megóhmetro a 0 V CC.
5. Conecte el terminal negativo (-) a la funda metálica del cable de calefacción.
6. Conecte el cable positivo (+) a todos los conductores del cable calefactor simultáneamente.
7. Encienda el megaóhmetro y configure el voltaje a 500 Vdc y aplique el voltaje durante varios minutos. La aguja del medidor debe dejar de moverse. Una deformación rápida indica un corte. Registre el valor de la resistencia de aislación en el Registro de inspección.
8. Repita los pasos 4 a 7 a 1000 y 2500 Vdc.
9. Apague el megaóhmetro.
10. Si el megóhmetro no se autodescarga, descárguelo conectándolo a tierra con una varilla de tierra conveniente. Desconecte el megaóhmetro.
11. Repita esta prueba entre la funda y la tubería metálica cuando sea posible.
12. Conecte nuevamente los conductores al bloque terminal.
13. Vuelva a conectar el termostato.

# 9

## Procedimientos de prueba

---



**Importante:** Los procedimientos de verificación del sistema y de mantenimiento habitual requieren que las pruebas Megger se lleven a cabo desde el tablero de distribución, a menos que se utilice un sistema de control y monitoreo. Si se está utilizando un sistema de control y monitoreo, retire el equipo de control del circuito y lleve a cabo la prueba desde el cable calefactor directamente.



**ADVERTENCIA:** Peligro de incendio en áreas de riesgo. Las pruebas Megger pueden producir chispas. Asegúrese de que no hayan vapores inflamables en el área antes de realizar esta prueba.

### Crterios de resistencia de aislación

Un circuito instalado adecuadamente, seco y limpio, debe poder medir cientos de megaohmios, sin importar la longitud del cable calefactor o el voltaje medido (0-2.500 V CC).

- Los valores de la resistencia de aislación deben ser superiores a 100 megaohms. Si la lectura es inferior, consulte la sección 11, Guía para la solución de problemas.



**Importante:** los valores de las Pruebas A y B, para cualquier circuito en particular, no deben variar más del 25% como función de medida del voltaje. Las variaciones superiores podrían indicar la existencia de un problema con su sistema de rastreo de calor, confirme que la instalación sea la correcta y/o contacte a nVent para obtener ayuda.

# 9

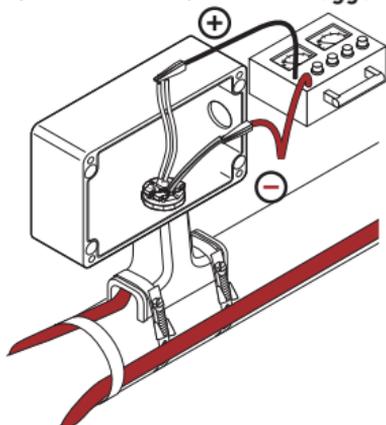
## Procedimientos de prueba

### Sistemas de componentes sobre aislamiento

#### Prueba A

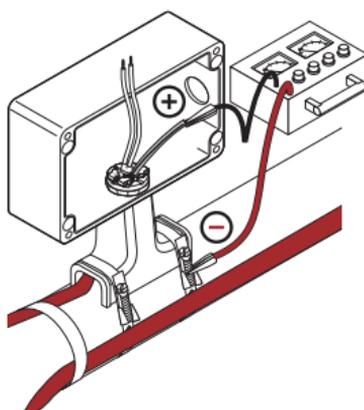
(Funda a tubería)

Megger



#### Prueba B

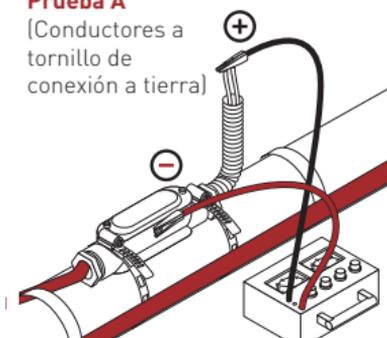
(Funda a tubería)



### Sistemas de componentes bajo aislamiento

#### Prueba A

(Conductores a tornillo de conexión a tierra)



#### Prueba B

No puede llevarse a cabo en sistemas de componentes bajo aislamiento

Figura 25: Pruebas Megger para componentes sobre y bajo aislamiento

# 9

## Procedimientos de prueba

### 9.3 Prueba de resistencia y continuidad

La prueba de resistencia y continuidad se realiza utilizando un multímetro digital (DMM) estándar y mide la resistencia entre los conductores de circuitos terminados.

#### Criterios de prueba

Mida la resistencia del cable calefactor SC con el multímetro DMM. La mayoría de las resistencias de los cables calefactores SC son menores de 100 ohmios. La resistencia aproximada puede calcularse usando la fórmula: Resistencia (ohmios) = voltios / amperios. El voltaje y el amperaje pueden encontrarse en la etiqueta de identificación del circuito y en la documentación de diseño.

- Si la medida de la resistencia es más del 20% superior al valor calculado, consulte la Sección 11, Guía de identificación y solución de problemas.



**Importante:** Este valor medido es la resistencia a 20°C (68°F), el valor calculado es la resistencia a la temperatura de funcionamiento y puede ser mayor que el valor medido.

#### Ohmímetro

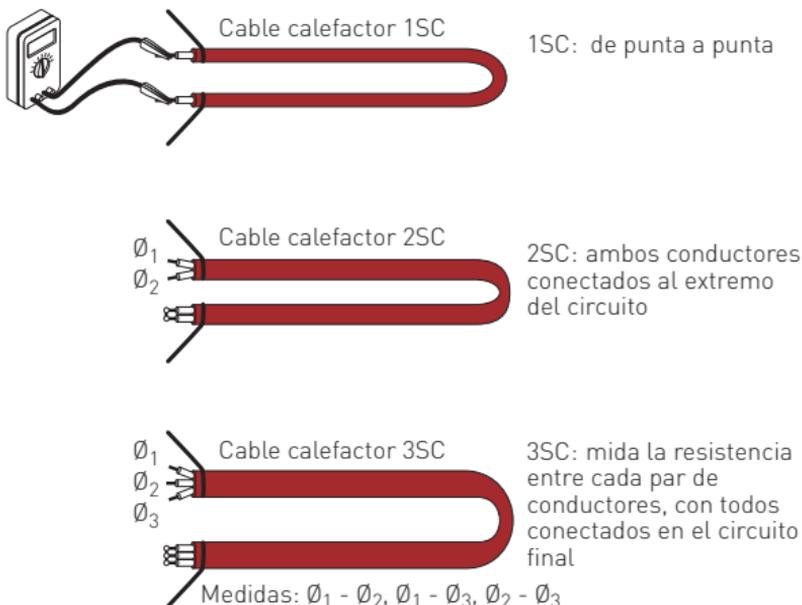


Figura 26: Prueba de resistencia y continuidad

# 9

## Procedimientos de prueba

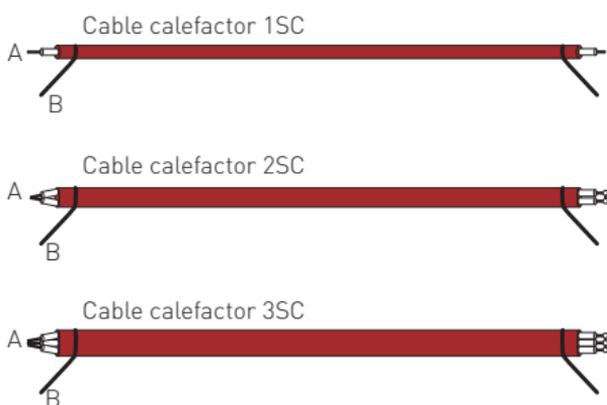
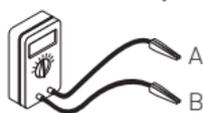
### 9.4 Prueba de capacitancia

Conecte el cable negativo del medidor de capacitancia a los conductores y el cable positivo a la propia malla. Ponga el medidor en la gama de los 200 nF. Multiplique la lectura del medidor por el factor de capacitancia correspondiente al cable calefactor correcto que aparece en la Tabla 2 para determinar la longitud total del circuito.

Longitud (pies o m) = capacitancia (nF) x factor de capacitancia (pies o m/nF)

Compare la longitud del circuito calculado con la que aparece en la documentación de diseño y en las tablas de dimensiones de los disyuntores.

#### Medidor de capacitancia



**Figura 27: Prueba de capacitancia (Longitud de circuito)t**

## 9

## Procedimientos de prueba

**TABLA 2: FACTORES DE CAPACITANCIA**

Cable calefactor SC	Factor de capacitancia	
	Ft/nF	m/nF
1SC30	25.4	7.7
1SC40	23.5	7.2
1SC50	22.6	6.9
1SC60	19.9	6.1
1SC70	18.1	5.5
1SC80	12.6	3.8
2SC30	22.1	6.7
2SC40	21.4	6.5
2SC50	20.6	6.3
2SC60	19.1	5.8
2SC70	16.1	4.9
2SC80	12.4	3.8
3SC30	15.9	4.9
3SC40	15.2	4.6
3SC50	13.6	4.2
3SC60	12.9	3.9
3SC70	12.1	3.7
3SC80	9.0	2.8



**Importante:** Los factores anteriores de capacitancia se aplican a los cables calefactores SC, SC/H. Factores de capacitancia para cables calefactores SC/F están pendientes. Contacte a nVent.

# 9

## Procedimientos de prueba

### 9.5 Comprobación de alimentación

Energice el disyuntor y, después de que se haya estabilizado la corriente, mida la corriente del mismo con un amperímetro empotrable o de panel. El valor medido debe ser aproximadamente el número mostrado en "Amperios" en la etiqueta de identificación del circuito o en la documentación de diseño. Puede haber variaciones de entre el 10% y el 20% debido a desviaciones en el equipo de medición, el voltaje de alimentación y la resistencia del cable. Los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM de nVent pueden realizar esta función.

La potencia (vataje) del cable calefactor puede calcularse multiplicando el voltaje medido por la corriente medida, utilizando la siguiente fórmula:

Potencia (vatios) = voltios (V CA) x corriente (amperios)

Compare el vataje calculado al vataje indicado en la etiqueta de identificación del circuito o en la documentación de diseño.



**Importante:** Para cables calefactores 3SC, debe medirse la corriente de las tres fases. Calcule la potencia de cada fase. A continuación, súmelas para calcular la potencia total del circuito.

Circuit Power =

(Volts Ø-Ø /  $\sqrt{3}$ ) x Amps Ø<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ Watts Ø<sub>1</sub>

(Volts Ø-Ø /  $\sqrt{3}$ ) x Amps Ø<sub>2</sub> = \_\_\_\_\_ Watts Ø<sub>2</sub>

(Volts Ø-Ø /  $\sqrt{3}$ ) x Amps Ø<sub>3</sub> = \_\_\_\_\_ Watts Ø<sub>3</sub>

#### Prueba de falla a tierra

Pruebe todos los disyuntor de fuga a tierra o sistemas de relé de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

# 9

## Procedimientos de prueba

---

# 10

## Guía para la solución de problemas

Esta sección describe el modo de localizar desperfectos del cable calefactor SC detectados durante la puesta en servicio o las pruebas de mantenimiento preventivo. Las fallas de cable calefactor pueden ser de tres tipos diferentes: conductores interrumpidos, cortes de conductor a conductor o cortes de conductor a tierra.

### Modo 1: Conductores/Cable calefactor interrumpido

**Problema:** Sin corriente, desperfecto en prueba de comprobación de energía, puede pasar Megger.

**Causa:** Cables cortados, componentes sin instalar, conexiones mal instaladas.

#### Caso A: Cable completo interrumpido

##### Mediciones de datos

- Megger a funda/tierra: Pasar Megger
- Resistencia: Las lecturas de Ohmios se muestran abiertas ( $\infty$ )
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

##### Acciones:

- Calcule la longitud del circuito partiendo de la capacitancia y compare con la documentación de diseño o mida la capacitancia de cada extremo y utilice la relación para localizar el desperfecto.
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

#### Caso B: Cable calefactor SC solo parcialmente interrumpido (al menos un conductor conectado)

##### Mediciones de datos

- Megger a funda/tierra: Pasar Megger
- Resistencia: Las lecturas de Ohmios se muestran abiertas (A a B=  $\infty$ ) en 1SC y 2SC. 3SC pueden tener una fase completa conectada.
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

# 10

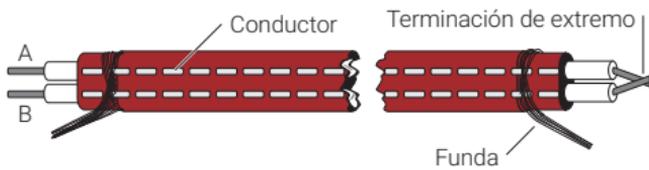
## Guía para la solución de problemas

Las secciones siguientes describen la forma en que los procedimientos de prueba de la Sección 9 revelan los diferentes modos de desperfecto.

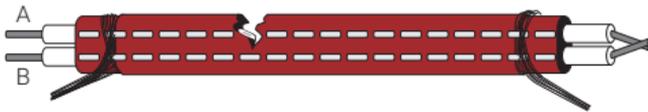
Cuando se detecta un desperfecto, el cable calefactor y/o los componentes deben sustituirse o repararse hasta lograr que el circuito pase las pruebas necesarias.

### Modo 1: desperfecto de conductor interrumpido

#### Caso A: Cable completo



#### Caso B: Conductor sencillo



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

### Acciones:

- Si sólo un conductor de cable calefactor está interrumpido, la lectura de capacitancia de todos los conductores a tierra incluirá la longitud total instalada, no la ubicación de la interrupción. Debe quitarse la terminación. La prueba de capacitancia debe realizarse individualmente en cada conductor a tierra para determinar la localización aproximada del desperfecto:

Mida la capacitancia de cada conductor a tierra, desde ambos extremos del circuito, donde:

$$\text{Relación} = \frac{\text{nF delanteros}}{\text{(nF delanteros + nF traseros)}}$$

$$\text{Distancia aproximada} = \text{Longitud de diseño} * \text{Relación}$$

- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

# 10

## Guía para la solución de problemas

### Modo 2: Conductores cortados a la vez

**Problema:** Corriente alta, Posible activación de interruptores de circuito, desperfecto en prueba de comprobación de energía

**Causa:** Dañomecánico, componentes instalados en forma incorrecta

#### Caso A: Un conductor a corte de conductor

##### Mediciones de datos

- Megger a funda/terra: Pasar Megger
- Resistencia: Lecturas de ohmios bajas
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

##### Acciones:

- Compare la resistencia del circuito con la documentación de diseño, utilice la razón de las dos lecturas para estimar la ubicación aproximada del cortocircuito a partir de la conexión eléctrica.  
distancia  
aproximada = longitud de diseño \*  $\left( \frac{\Omega \text{ medido}}{\text{diseño de } \Omega} \right)$
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada del desperfecto, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

#### Caso B: Múltiples cortes de conductor a conductor

##### Mediciones de datos

- Megger a funda/terra: Pasar Megger
- Resistencia: Lecturas de ohmios bajas
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

##### Acciones:

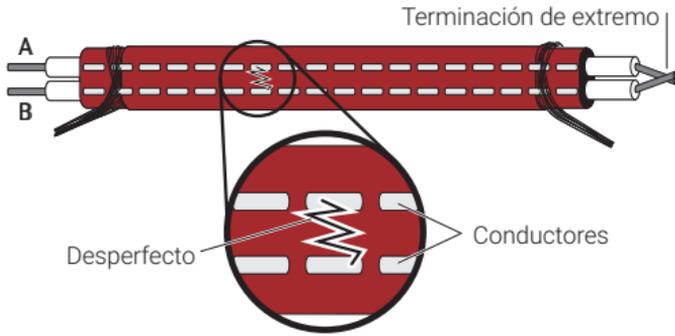
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.
- Si hay varios cortocircuitos entre conductores, la distancia hasta los desperfectos subsiguientes debe determinarse repitiendo las mediciones y los cálculos, en el caso A tras haber realizado cada reparación, hasta que todos los cortocircuitos estén localizados y los cables y componentes, sustituidos.

# 10

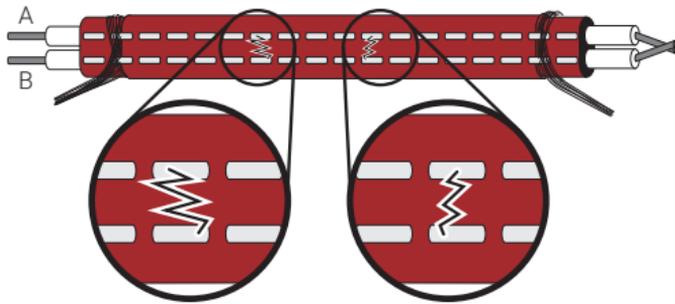
## Guía para la solución de problemas

### Modo 2: desperfecto entre conductores

#### Caso A: Desperfecto único



#### Caso B: Varios desperfectos



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

## Modo 3: Desperfecto entre conductor y tierra

**Problema:** Corriente alta, Posible activación de interruptores de circuito, defecto en prueba de comprobación de energía, defecto en prueba Megger:

**Causa:** Daño mecánico, componentes instalados incorrectamente

Caso A, B y C: defecto entre conductor y tierra

### Mediciones de datos

- Megger: Falla Megger
- Resistencia: Las lecturas de ohmios parecen normales o bajas
- Capacitancia: No se puede probar porque hay un cortocircuito entre los conductores y tierra

### Acciones:

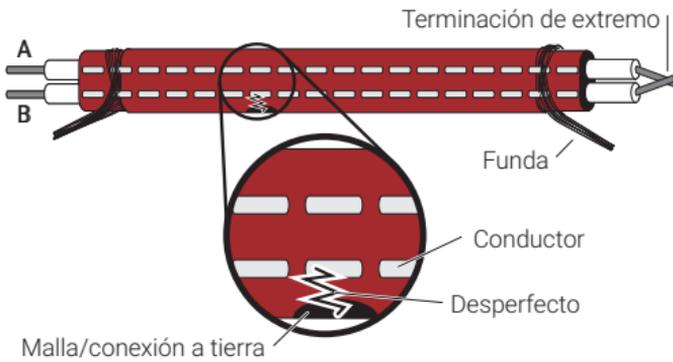
- Retire el sello final y mida la resistencia y la capacitancia entre cada conductor y tierra desde ambos extremos.
- Si no existe falla a tierra en el conductor individual la lectura de resistencia estará abierta ( $\infty$ ) y la capacitancia proporcionará una lectura estable.
- Donde se detecte una falla a tierra use el método de relación para que la resistencia vaya a tierra entre la lectura delantera y trasera para calcular la ubicación de la falla.
- Si se producen varios defectos, repita las pruebas de la relación hasta que se encuentren todos los defectos y se sustituyan los cables calefactores y componentes necesarios.

# 10

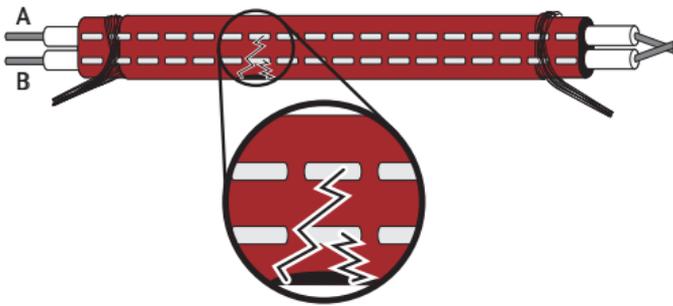
## Guía para la solución de problemas

### Modo 3: desperfecto entre conductor y tierra

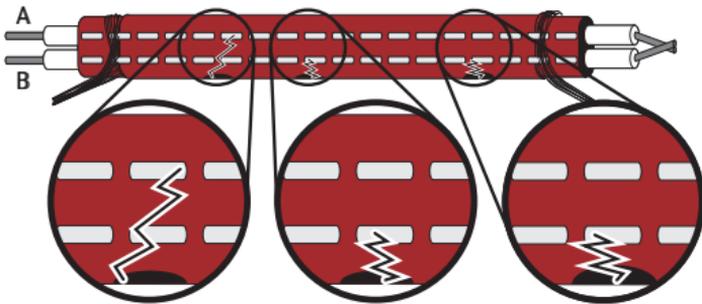
#### Caso A: Desperfecto de un único conductor a tierra



#### Caso B: Ubicación única de los desperfectos de varios conductores a tierra



#### Caso C: Distintas ubicaciones de los desperfectos de varios conductores a tierra



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

# 11

## Guía para la solución de problemas

---

### Síntoma

Resistencia del aislante baja o irregular

### Causas probables

Cortes en el cable calefactor.

Cortocircuito entre la malla y los hilos conductores del cable calefactor o la malla y la tubería.

---

Prueba de malla a tubería (Prueba B) en componentes bajo aislamiento.

---

Arqueo debido a aislación de cable de calefacción dañada.

---

Humedad en los componentes.

---

Cables de prueba en contacto con la caja de empalmes/condulet.

---

Lecturas bajas de IR provocadas posiblemente por temperaturas elevadas de las tuberías.

### Pruebas de referencia:

---

### Síntoma

Activación del disyuntor

### Causas probables

Disyuntor de menor capacidad que la necesaria.

El cable calefactor es demasiado corto.

Las conexiones y/o empalmes están cortocircuitando.

---

El daño físico al cable calefactor está produciendo un corte directo.

---

Cortes en el cable calefactor o humedad en el cable de alimentación eléctrica o en las conexiones.

---

GFDP de menor tamaño que el necesario (5 mA utilizado en lugar de 30 mA) o error en cableado.

### Pruebas de referencia:

# 11

## Guía para la solución de problemas

---

### Acción correctiva

---

Verifique que no haya cortocircuitos en la corriente, empalmes y conexiones finales, distancias de pelado incorrectas ni signos de humedad. Si el cable de calefacción aún no está aislado, inspeccione visualmente la longitud completa en busca de daños, especialmente en codos y bridas y alrededor de las válvulas. Si el sistema está aislado, desconecte la sección del cable de calefacción entre la alimentación conjuntos, empalmes, etc. y verifique nuevamente para aislar la sección dañada

---

La malla está conectada a tierra con la tubería en estos componentes, por lo que no se puede realizar la Prueba B.

---

Reemplace las secciones de cable calefactor dañadas y pele cualquier conexión dañada o inadecuada.

---

En caso de humedad, seque las conexiones y pruebe nuevamente. Asegúrese de que todas las entradas de conductos estén selladas y que la condensación en los conductos no podrá ingresar a las cajas de conexión de alimentación. Si los hilos conductores del cable calefactor se encuentran expuestos a grandes cantidades de agua, reemplace el cable calefactor.

---

Elimine los cables de prueba de la caja de empalmes/condulet y vuelva a empezar. Vuelva a probar.

---

Pruebe nuevamente a temperatura ambiente, si es necesario.

---

### Prueba de Resistencia del Aislante, Inspección Visual

---

#### Acción correctiva

---

Vuelva a comprobar las cargas de corriente del diseño. No instale menos cable del indicado en la etiqueta de identificación del circuito. Compruebe para ver si el tamaño del cable de alimentación existente es compatible con el disyuntor de circuito. Reemplace el disyuntor en caso de que no corresponda. Inspeccione visualmente que las conexiones de alimentación, empalmes y sellos de extremo estén correctamente instaladas, corrija en caso de ser necesario.

---

Verifique que no haya indicaciones visibles de daños alrededor de las válvulas, bomba o cualquier otra área donde pueda requerirse trabajo de mantenimiento. Compruebe que no exista aislación aplastada o dañada a lo largo de la tubería. Reemplace las secciones dañadas del cable de calefacción.

---

Reemplace el cable calefactor si fuera necesario. Seque y vuelva a sellar las conexiones y empalmes. Vuelva a probar la resistencia de la aislación usando un megóhmetro.

Reemplace el GFDP menor por uno de 30 mA. Compruebe las instrucciones de cableado del GFPD.

---

### Prueba de Resistencia del Aislante, Prueba de localización de Desperfectos, Inspección Visual

---

# 11

## Guía para la solución de problemas

### Síntoma

Baja temperatura de tuberías

### Causas probables

Temperatura medida con líquido más frío circulando.

Falta aislante o está húmedo.

Circuito demasiado largo del cable calefactor.

No se utilizó suficiente cable calefactor en válvulas, soportes y otros disipadores térmicos.

El controlador de la temperatura no se ajustó bien.

El diseño térmico utilizado es inapropiado.  
Voltaje incorrecto aplicado.

El sensor de temperatura está demasiado cerca del cable calefactor SC.

### Pruebas de referencia:

### Síntoma

Alta temperatura de tuberías

### Causas probables

El sensor de temperatura no está en contacto con la tubería.

El controlador de la temperatura no se ajustó bien.

### Pruebas de referencia:

### Síntoma

Corriente de salida baja o inexistente

### Causas probables

Corriente aplicada baja o inexistente.

El circuito es más corto de lo descrito en el diseño, debido a empalmes o conexiones en T no conectadas, o a que el cable calefactor ha sido cortado.

Conexión de componentes inapropiada causando conexión de alta resistencia.

El control del termostato está cableado en posición abierta normal.

El cable calefactor ha sido expuesto a temperaturas excesivas, humedad o productos químicos.

### Pruebas de referencia:

# 11

## Guía para la solución de problemas

---

### Acción correctiva

---

Mida la temperatura cuando la tubería esté estática.

Retire el aislante húmedo y reemplace con aislante seco, y protéjalo con las medidas de resistencia a la intemperie adecuadas.

Los circuitos más largos de cable calefactor derivan en menor potencia de salida. Confirme que la longitud del circuito coincide con la documentación de diseño.

Empalme cable calefactor adicional, pero sin exceder la longitud del circuito indicada en la documentación de diseño.

Reinicie el controlador.

Contacte a su representante de nVent para confirmar el diseño y realizar las modificaciones siguiendo las recomendaciones.

Vuelva a colocar el sensor de temperatura lejos del cable calefactor.

### Verificación de Corriente, Prueba Visual

---

#### Acción correctiva

---

Vuelva a instalar el sensor de temperatura en la tubería.

Reinicie el controlador.

### Verificación de Corriente, Capacitancia, Inspección Visual

---

#### Acción correctiva

---

Repare las líneas de suministro y equipo eléctricos.

Verifique las rutas y la longitud del cable calefactor (utilice los planos de "construcción" como referencia para el diseño real de las tuberías). Localice y reemplace cualquier cable calefactor dañado, luego vuelva a comprobar la potencia de salida.

Verifique el cableado de las conexiones y cablee de nuevo si es necesario. Verifique que todas las conexiones comprimidas estén conectadas utilizando la herramienta de compresión y la soldadora adecuadas.

Cablee nuevamente el termostato en la posición cerrada normal.

Reemplace el cable calefactor dañado. Repita las pruebas de puesta en servicio.

### Prueba de Corriente, Prueba de Localización de Desperfectos, Inspección Visual

# 12

## Registro de instalación e inspección

### Instalación de cables calefactores

Ubicación \_\_\_\_\_

Clasificación de área \_\_\_\_\_

Número de circuito \_\_\_\_\_

Fabricante de cable calefactor \_\_\_\_\_

Planos de ref. \_\_\_\_\_

Temp. de encendido automático \_\_\_\_\_

Amp. de circuito \_\_\_\_\_

N° de cat. de cable calefactor \_\_\_\_\_

Fabricante de megóhmetro/ N° de modelo \_\_\_\_\_

Fabricante de multímetro/ N° de modelo \_\_\_\_\_ Fecha de última calibración \_\_\_\_\_

Fabricante de medidor de capacitancia/ N° de modelo \_\_\_\_\_ Fecha de última calibración \_\_\_\_\_

**PRUEBAS:** Nota: la resistencia mínima aceptable del aislante debe ser de 100 MΩ.

#### 1. Recibo de cable calefactor

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

#### 2. Después de instalar el cable en la tubería (o tirarlo a través del canal)

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

#### 3. Después de instalar los componentes

(Encierre en un círculo los componentes instalados agregando en nombre de paquete)

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

Resistencia Calculada según la etiqueta de identificación:

#### 4. Inspección visual antes de instalar aislamiento térmico

Cable calefactor instalado correctamente en tubería/canal Sí/No

Calefactor instalado correctamente en válvulas, soportes para tubería otros disipadores térmicos Sí/No

Componentes correctamente instalados y cable terminado Sí/No

La instalación respeta las instrucciones del fabricante y diseño de circuito Sí/No

#### 5. Después de instalar el aislante térmico

Prueba de continuidad

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

Resistencia Calculada según la etiqueta de identificación:

#### 6. Etiqueta e identificación completa (panel, componentes de campo, rótulos de tubería) Sí/No

#### 7. ¿Etiqueta de identificación de circuito conectado a menos de 3 pulgadas de Alimentación? Sí/No

#### 8. Cable calefactor a tierra correctamente instalado Sí/No

#### 9. Aislamiento térmico climático ajustado (todas las penetraciones selladas)

#### 10. Planos, documentación marcada como a medida que se construye

Realizada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

Revisada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

Aceptada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

Aprobada por \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

# 12

## Registro de instalación e inspección

Número de proyecto \_\_\_\_\_ Número de línea \_\_\_\_\_

Número de panel \_\_\_\_\_ Número de disyuntor \_\_\_\_\_

Longitud de circuito \_\_\_\_\_

Vataje de calefactor \_\_\_\_\_ Source voltage \_\_\_\_\_

Configuración de voltaje \_\_\_\_\_ V

Rango de resistencia \_\_\_\_\_  $\Omega$

Rango de capacitancia \_\_\_\_\_ nF

Valor de la prueba / Comentarios	Fecha	Iniciales
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito:		
Paquete eléctrico Empalme Terminación		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito: medido:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito: medido:		

Fecha \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

# 12

## Registro de instalación e inspección

### Registro de puesta en servicio del cable calefactor y pruebas anuales

Ubicación \_\_\_\_\_ Planos de ref. \_\_\_\_\_  
 Clasificación de área \_\_\_\_\_ Temp. de encendido automático \_\_\_\_\_  
 Número de circuito \_\_\_\_\_ Amp. de circuito \_\_\_\_\_  
 Fabricante de cable calefactor \_\_\_\_\_ Cable calefactor \_\_\_\_\_

### Información de diseño:

Longitud de diseño total \_\_\_\_\_ Longitud instalado total \_\_\_\_\_  
 Tipo de aislamiento térmico \_\_\_\_\_  
 Mantener temperatura de tubería \_\_\_\_\_

### Prueba del cable calefactor

Modelos de instrumentos y fecha de calibración \_\_\_\_\_ Capacitancia (longitud del circuito) Factor de capacitancia: \_\_\_\_\_  
 Continuidad/Resistencia ( $\Omega$ ) \_\_\_\_\_  
 Resistencia de aislación (100 M $\Omega$  mínimo) 500 V: \_\_\_\_\_ 1000 V: \_\_\_\_\_

Datos de rendimiento:	Voltios CA		
	Panel	Campo	1 fase Línea
Inicio			
Segunda prueba			
Tercera prueba			
Temperatura ambiente			
Temperatura de tubería			
Vataje total calculado			

Control de temperatura: (grados)	Sensor temp. ambiente	Punto de ajuste
Modelo:		
Ubicación:		
Programada S/N:		
Funcionamiento verificado de controles: S/N:		

Alarmas/Monitoreo:	
Tipo:	Temperatura
	Corriente
	Falla a tierra
	Pérdida de voltaje
Falla a tierra tipo de protección:	Nivel de activación (mA)

Realizada por \_\_\_\_\_  
 Revisada por \_\_\_\_\_  
 Aceptada por \_\_\_\_\_  
 Aprobada por \_\_\_\_\_

# 12

## Registro de instalación e inspección

Número de proyecto \_\_\_\_\_ Número de línea \_\_\_\_\_  
 Número de panel \_\_\_\_\_ Número de disyuntor \_\_\_\_\_  
 Longitud de circuito \_\_\_\_\_ Voltaje de alimentación \_\_\_\_\_  
 N° de catálogo \_\_\_\_\_ Vataje de calefacto \_\_\_\_\_

Espesor aislamiento térmico \_\_\_\_\_

Longitud del circuito (m)

\_\_\_\_\_

2500 V: \_\_\_\_\_

### Corriente en amperes

3 fases			
Fase A	Fase B	Fase C	Neutral
Sensor de tubería	Punto de ajuste	Exceso de límite	Punto de ajuste
Configuración alta	Configuración baja	Operación verificada Sí/No	
Corriente medida		Funcionamiento probado	

Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Compañía \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**België/Belgique**

Tel +32 16 21 35 02  
Fax +32 16 21 36 04  
salesbelux@nVent.com

**Bulgaria**

Tel +359 5686 6886  
Fax +359 5686 6886  
salesee@nVent.com

**Česká Republika**

Tel +420 602 232 969  
czechinfo@nVent.com

**Danmark**

Tel +45 70 11 04 00  
salesdk@nVent.com

**Deutschland**

Tel 0800 1818205  
Fax 0800 1818204  
salesde@nVent.com

**España**

Tel +34 911 59 30 60  
Fax +34 900 98 32 64  
ntm-sales-es@nVent.com

**France**

Tél 0800 906045  
Fax 0800 906003  
salesfr@nVent.com

**Hrvatska**

Tel +385 1 605 01 88  
Fax +385 1 605 01 88  
salesee@nVent.com

**Italia**

Tel +39 02 577 61 51  
Fax +39 02 577 61 55 28  
salesit@nVent.com

**Lietuva/Latvija/Eesti**

Tel +370 5 2136633  
Fax +370 5 2330084  
info.baltic@nVent.com

**Magyarország**

Tel +36 1 253 7617  
Fax +36 1 253 7618  
saleshu@nVent.com

**Nederland**

Tel +36 1 253 4617  
Fax +36 1 253 7618  
saleshu@nVent.com

**Norge**

Tel +47 66 81 79 90  
salesno@nVent.com

**Österreich**

Tel 0800 26 74 10  
Fax 0800 29 74 09  
salesat@nVent.com

**Polska**

Tel +48 22 331 29 50  
Fax +48 22 331 29 51  
salespl@nVent.com

**Republic of Kazakhstan**

Tel +7 7122 32 09 68  
Fax +7 7122 32 55 54  
saleskz@nVent.com

**Россия**

Tel +7 495 926 18 85  
Fax +7 495 926 18 86  
salesru@nVent.com

**Serbia and Montenegro**

Tel +381 230 401 770  
Fax +381 230 401 770  
salesee@nVent.com

**Schweiz/Suisse**

Tel +41 (41) 766 30 80  
Fax +41 (41) 766 30 81  
infoBaar@nVent.com

**Suomi**

Tel 0800 11 67 99  
salesfi@nVent.com

**Sverige**

Tel +46 31 335 58 00  
salesse@nVent.com

**Türkiye**

Tel +90 560 977 6467  
Fax +32 16 21 36 04  
ntm-sales-tr@nVent.com

**United Kingdom**

Tel 0800 969 013  
Fax 0800 968 624  
salesthermalUK@nVent.com

**nVent.com**

©2021 nVent. All nVent marks and logos are owned or licensed by nVent Services GmbH or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. nVent reserves the right to change specifications without notice.

RAYCHEM-IM-H57772-SeriesResistanceHT-ML-2108