

# **Manual de seguridad para sistemas instrumentados de seguridad (SIS) del caudalímetro vórtex Rosemount™ serie 8800D**





# Contenido

<b>Capítulo 1</b>	<b>Antes de comenzar.....</b>	<b>5</b>
1.1	Servicio al cliente de Emerson Flow.....	5
1.2	Acerca de este documento.....	5
1.3	Documentos relacionados.....	5
1.4	Términos y definiciones.....	5
1.5	Requisitos de cualificación.....	8
1.6	Documentación y normas.....	8
<b>Capítulo 2</b>	<b>Instalación y puesta en marcha.....</b>	<b>9</b>
2.1	Identificación del transmisor certificado para SIS.....	9
2.2	Configuración del caudalímetro.....	11
2.3	Habilitar la protección contra escritura del transmisor.....	12
2.4	Fijación del modo de fallo.....	13
2.5	Diagnóstico.....	15
2.6	Diagnóstico de simulación de caudal.....	15
2.7	Sustitución de equipos.....	16
<b>Capítulo 3</b>	<b>Pruebas de verificación.....</b>	<b>19</b>
3.1	Requisito de pruebas de verificación.....	19
3.2	Reparación y reemplazo.....	19
3.3	Notificación de fallos.....	19
3.4	Intervalo de pruebas de verificación.....	19
3.5	Herramientas necesarias.....	19
3.6	Opciones de prueba de verificación.....	20
3.7	Prueba de verificación parcial.....	20
3.8	Prueba de verificación completa.....	22
3.9	Ejemplo de SIS.....	23
<b>Capítulo 4</b>	<b>Restricciones de funcionamiento.....</b>	<b>27</b>
4.1	Caudal inverso.....	27
4.2	Datos de fiabilidad.....	27
4.3	Informes de fallos.....	27



# 1

# Antes de comenzar

## 1.1

## Servicio al cliente de Emerson Flow

Correo electrónico:

- Mundial: [flow.support@emerson.com](mailto:flow.support@emerson.com)
- Asia-Pacífico: [APflow.support@emerson.com](mailto:APflow.support@emerson.com)

## 1.2

## Acerca de este documento

En este documento se proporciona información sobre la instalación, la puesta en marcha y las pruebas de verificación de un caudalímetro vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3 a fin de cumplir los requisitos de los sistemas instrumentados de seguridad (SIS).

La información en este documento supone que los usuarios entienden lo siguiente:

- Conceptos y procedimientos básicos sobre instalación, configuración y mantenimiento de caudalímetros
- Operaciones del Sistema instrumentado de seguridad (SIS), incluidos los procedimientos de desviación, mantenimiento de caudalímetros y procedimientos corporativos de gestión del cambio
- Todas las normas y requerimientos de seguridad corporativos y gubernamentales, tanto locales como nacionales, que sirven de protección frente a lesiones o la muerte

## 1.3

## Documentos relacionados

Encontrará toda la documentación del producto en el DVD de documentación de Rosemount incluido en el paquete del producto o en [Emerson.com/vortex](http://Emerson.com/vortex). Para obtener más información, consulte cualquiera de estos documentos:

- *Rosemount™ 8800D Series Vortex Flow Meter Product Data Sheet (Hoja de datos del producto de caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D)*
- *Rosemount™ 8800D Series Vortex Flow Meter Quick Start Guide (Guía de inicio rápido de caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D)*
- *Rosemount™ 8800D Series Vortex Flow Meter Reference Manual (Manual de referencia de caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D)*
- Informe ROS 06/03-34 R001 V4R0; informe FMEDA para caudalímetro vórtex Rosemount 8800D preparado para Emerson por exida.com LLC

## 1.4

## Términos y definiciones

<b>BPCS</b>	Basic Process Control System (sistema básico de control de procesos)
$\lambda_{DU}$	Dangerous Undetected (fallo peligroso no detectado)
$\lambda_{DD}$	Dangerous Detected (fallo peligroso detectado)
$\lambda_{SU}$	Safe Undetected (fallo seguro no detectado)

<b><math>\lambda_{SD}</math></b>	Safe Detected (fallo seguro detectado)
<b>CPT</b>	Comprehensive Proof Test (prueba de verificación completa)
<b>Cobertura del diagnóstico</b>	[DC] Porcentaje de fallos detectables
<b>Intervalo de prueba de diagnóstico</b>	Tiempo durante el cual todos los diagnósticos internos se llevan a cabo al menos una vez.
<b>Estado a prueba de fallos</b>	Fallo que hace que el dispositivo pase al estado a prueba de fallos definido sin una demanda del proceso.
<b>Fallo peligroso</b>	Fallo que desvía la señal del proceso o la salida real en un valor superior al de la especificación de desviación de seguridad, se aleja del umbral definido por el usuario (punto de disparo) y deja la salida dentro de la escala activa.
<b>FIT</b>	Failure In Time (averías en un tiempo por mil millones de horas)
<b>Fallo peligroso detectado</b>	Fallo que es peligroso pero se ha detectado.
<b>Fallo peligroso no detectado</b>	Fallo que es peligroso y que no se ha detectado.
<b>Fallo sin efecto</b>	Fallo de un componente que forma parte de la función de seguridad pero que no afecta a la función de seguridad.
<b>A prueba de fallos</b>	Fallo que hace que la salida pase al estado a prueba de fallos definido sin una entrada del proceso.
<b>FMEDA</b>	Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis (análisis de modos, efectos y diagnósticos de fallo)
<b>HART®</b>	Highway Addressable Remote Transducer (transductor remoto direccionable de alta velocidad)
<b>HFT</b>	Hardware Fault Tolerance (tolerancia a fallos de hardware según se define en IEC 61508-2 7.4.4.1.1)
<b>Modo de demanda alta</b>	La función de seguridad solo se realiza a demanda, con el fin de transferir el equipo bajo control (Equipment Under Control, EUC) a un estado seguro específico, y cuando la frecuencia de las demandas es superior a una al año (IEC 61508-4).
<b>Modo de demanda baja</b>	La función de seguridad solo se realiza a demanda, con el fin de transferir el EUC a un estado seguro específico, y cuando la frecuencia de las demandas no es superior a una al año (IEC 61508-4).
<b>PFD<sub>Avg</sub></b>	Probabilidad promedio de fallo según demanda
<b>PFH</b>	Probabilidad de fallo peligroso por hora.
<b>PPT</b>	Partial Proof Test (prueba de verificación parcial)
<b>Integridad aleatoria</b>	El límite de SIL impuesto por las restricciones de arquitectura que debe cumplirse para cada elemento.
<b>Intervalo de demanda de seguridad</b>	El tiempo previsto entre demandas de seguridad.
<b>Capacidades del sistema</b>	Una medida (expresada en una escala de 1 a 4) de la confianza de que la integridad de seguridad sistemática de un elemento cumple los requisitos del SIL especificado, con respecto a la función de seguridad

del elemento especificado, cuando el elemento se aplica de acuerdo con las instrucciones especificadas en el manual de seguridad del elemento conforme a 61508-4

<b>SFF</b>	Safe Failure Fraction (fracción de fallo seguro)
<b>SIF</b>	Safety Instrumented Function (función instrumentada de seguridad)
<b>SIL</b>	Safety Integrity Level (nivel de integridad de seguridad): nivel discreto (uno de cuatro) para especificar los requisitos de integridad de seguridad de las funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad. SIL 4 tiene el nivel más alto de integridad de seguridad, mientras que SIL 1 tiene el nivel más bajo.
<b>SIS</b>	Safety Instrumented System (sistema instrumentado de seguridad): un sistema instrumentado que se utiliza para implementar una o más funciones instrumentadas de seguridad. Un SIS se compone de cualquier combinación de sensores, solucionadores lógicos y elementos terminales
<b>Dispositivo tipo B</b>	Dispositivo complejo que utiliza controladores o lógica programable, tal como se define en la norma IEC 61508.

## 1.5

## Requisitos de cualificación

El diseño, la instalación y la puesta en marcha del sistema, así como la reparación y el mantenimiento deberán ser realizados por personal debidamente cualificado.

## 1.6

## Documentación y normas

En esta sección se ofrece una lista de la documentación y las normas a las que se hace referencia en este manual de seguridad.

Documentos	Finalidad de los documentos
IEC 61508-2: 2010	<i>Seguridad funcional de sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad</i>
IEC 61511 (ANSI/ISA 84.00.01-2004)	<i>Seguridad funcional: sistemas instrumentados de seguridad para el sector de la industria de procesos</i>
ROS 06/03-34 R001 V4R0	<i>Informe FMEDA Versión V4, Revisión R0 o posterior, para los caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D</i>
00813-0109-4004	<i>Rosemount™ 8800D Series Vortex Flow Meter Product Data Sheet (Hoja de datos del producto de caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D)</i>
00809-0100-4004	<i>Rosemount™ 8800D Series Vortex Flow Meter Reference Manual (Manual de referencia de caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D)</i>
00825-0109-4004	<i>Rosemount™ 8800D Series Vortex Flow Meter Quick Start Guide (Guía de inicio rápido de caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D)</i>

## 2

# Instalación y puesta en marcha

Consulte este capítulo para la instalación y la puesta en marcha de un caudalímetro vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3. La salida con certificación de seguridad del Rosemount 8800D es la salida de 4-20 mA. Esta salida emite una señal proporcional al caudal de proceso, entre el corte por bajo caudal y el valor superior del rango (URV). Los fallos detectados se indican por una salida fuera de escala (consultar [Fijación del modo de fallo](#)). El solucionador de lógica de seguridad debe configurarse para detectar los niveles de salida fuera de escala. Aunque se puede utilizar la salida de pulsos, no es una salida con certificación de seguridad. Es posible que los dispositivos pedidos sin opción SI no estén certificados conforme a IEC 61508.

## 2.1 Identificación del transmisor certificado para SIS

### Requisitos pertinentes de IEC 61508

Rosemount 8800D está certificado según los requisitos pertinentes de la norma IEC 61508.

Capacidades del sistema	Capacidad para nivel de integridad de seguridad (SIL) 3
Capacidades individuales	<p>Demandas bajas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Elemento tipo B</li><li>Capacidad para SIL 2 con <math>HFT \geq 0</math> (transmisor individual)</li><li>Capacidad para SIL 3 con <math>HFT \geq 1</math> (varios transmisores individuales, es decir, caudalímetro dual, 2 caudalímetros individuales o caudalímetro cuádruple como mínimo)</li></ul> <p>Demandas altas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Elemento tipo B</li><li>Capacidad para SIL 2 o 3 con <math>HFT \geq 1</math> (varios transmisores individuales, es decir, caudalímetro dual, 2 caudalímetros individuales o caudalímetro cuádruple como mínimo)</li></ul>

### Tasas de fallos según IEC 61508 en FIT

Tabla 2-1: Caudalímetro vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3

Categorías de fallos	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$
Disparo por caudal bajo	0	76	387	74
Disparo por caudal alto	0	32	387	119

### Versiones con certificación SIS

Todos los caudalímetros vórtex Rosemount 8800D deben ser identificados como productos certificados para seguridad antes de ser instalados en sistemas SIS.

Para identificar un caudalímetro vórtex Rosemount 8800D individual o dual certificado para seguridad, se deben cumplir los requisitos 1 y 2 o bien los requisitos 2 y 3. Los requisitos son:

#### Medidores 8800 individuales y duales

- Comprobar que el código de opción "SI" figure en el código de modelo. El código SI debe aparecer en algún lugar después del carácter 16 del código de modelo

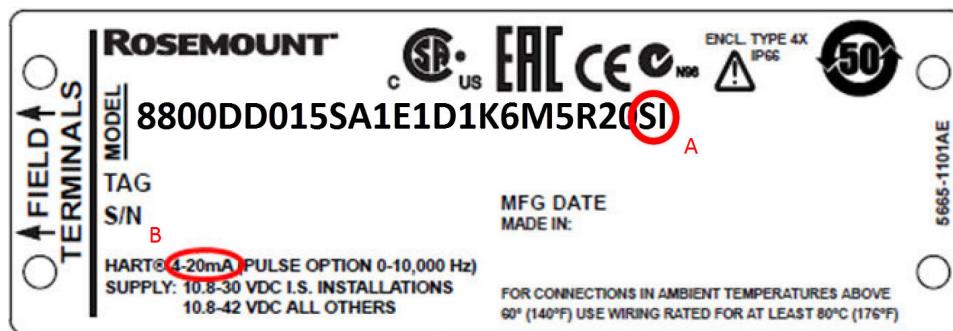
(después de los campos obligatorios). Tenga en cuenta que las opciones opcionales, incluido SI, pueden aparecer en cualquier orden y ser válidas. Véase A en la [Figura 2-1](#).

- Por ejemplo: 8800D.....SI
2. Comprobar que el marcado de 4-20 mA figure en la placa de identificación de la carcasa del transmisor. Véase B en la [Figura 2-1](#).
  3. Confirmar que la revisión del firmware sea una de las que se indican en la [Tabla 2-2](#).

#### Nota

La información de la versión del software puede verificarse en el dispositivo desde el Comunicador de campo: **Overview (Generalidades) → Device Information (Información del dispositivo) → Revision Number (Número de revisión)**

**Figura 2-1: Ejemplo de placa de identificación del transmisor para transmisores individuales o duales**



A. Código de opción SI

B. Salida de 4-20 mA

Para identificar transmisores certificados para seguridad con un caudalímetro vórtex cuádruple 8800D, se deben cumplir los requisitos 1 y 2 o bien los requisitos 2 y 3. Los requisitos son:

#### Medidores cuádruples 8800

1. El código de opción SI[X] debe estar presente en lo que respecta al transmisor en cuestión. Véase A en la [Figura 2-2](#) para saber dónde se encuentra el número del transmisor. Confirmar que la secuencia del modelo contenga SI[X], donde X es el número del transmisor, código de opción para el transmisor indicado. Véase B en la [Figura 2-2](#) para saber dónde se encuentran los códigos de opción SI[X]. El código SI[X] aparecerá en algún lugar después del carácter 26 del código de modelo (después de los campos obligatorios). Tenga en cuenta que las opciones opcionales, incluido SI[X], pueden aparecer en cualquier orden y ser válidas.
- Por ejemplo: 8800DQ.....SI1SI2SI3

#### Nota

En este ejemplo, es posible que el transmisor 4 no esté certificado para seguridad.

2. Comprobar que el marcado de 4-20 mA figure en la placa de identificación de la carcasa del transmisor. Véase C en la [Figura 2-2](#).
3. Confirmar que la revisión del firmware sea una de las que se indican en la [Tabla 2-2](#).

**Figura 2-2: Ejemplo de placa de identificación de transmisor cuádruple**



- A. Número del transmisor
- B. Código de opción SI
- C. Salida de 4-20 mA

**Tabla 2-2: Revisiones y versiones de SIS de Rosemount 8800D**

Dispositivo	Etiqueta en el indicador	Combinaciones de versiones certificadas para seguridad				
		1	2	3	4	5
Firmware de 8800D	Revisión universal	5	5	7	5	7
	Revisión del transmisor	2	3	2	3	2
	Revisión de software	8	4	4	6	6
Hardware de 8800D	Revisión de hardware	1	2	2	2	2

### Medidas de seguridad

Antes de realizar cualquier cambio en el caudalímetro, como modificar la configuración o sustituir el sensor o el hardware del transmisor, es necesario:

- Puentear electrónicamente el solucionador lógico de seguridad para evitar un disparo falso.
- Antes de poner el medidor en línea y eliminar el puenteo del solucionador lógico de seguridad, verificar la configuración del transmisor y todos los parámetros de seguridad conforme a [Configuración del caudalímetro](#).

### Importante

Asegurarse de que se han dispuesto medios alternativos para mantener el proceso en un estado seguro.

## 2.2

### Configuración del caudalímetro

Utilice el procedimiento siguiente para asegurarse de que el caudalímetro está instalado y configurado para aplicaciones SIS.

Se puede usar el software ProLink III, AMS Device Manager o el Comunicador de campo para verificar o configurar estos ajustes. Para obtener más información, consulte el manual de referencia del producto.

El caudalímetro no requiere una instalación especial más allá de los procedimientos de instalación estándar descritos en el manual de referencia.

**Nota**

La salida del transmisor no está clasificada como segura durante la ejecución de las siguientes funciones: Cambios de configuración, modo de prueba de lazo, modo de simulación, funcionamiento multipunto, compensación de la temperatura del fluido de proceso, Smart Fluid Diagnostics, vapor saturado o caudal máscio con compensación de temperatura o de presión. Se deben utilizar medios alternativos para garantizar la seguridad del proceso durante las actividades de configuración y mantenimiento.

**Procedimiento**

1. Verificar que la revisión del software en ejecución sea una de las revisiones que se indican en la [Tabla 2-2](#).

Software ProLink III	Device Tools (Herramientas del dispositivo) → Device Information (Información del dispositivo) → Software Revision (Revisión de software)
----------------------	---

2. Verificar todos los parámetros de seguridad.
  - a. Verificar que todos los parámetros de calibración de flujo apropiados estén ajustados (Factor K de referencia, Fluido del proceso, Temperatura fija de proceso, Densidad fija del proceso).
  - b. Comprobar que el Valor inferior del rango (LRV) y el Valor superior del rango (URV) estén configurados para la salida de 4-20 mA.

## 2.3

## Habilitar la protección contra escritura del transmisor.

La protección contra escritura ayuda a proteger el transmisor contra cambios accidentales en la configuración. Cuando el transmisor esté protegido contra escritura, no se aceptarán cambios en la configuración del transmisor.

**Consejo**

La protección contra escritura del transmisor impide cambios accidentales en la configuración. No impide su uso normal. Siempre se puede desactivar la protección contra escritura, realizar cualquier cambio de configuración necesario y luego volver a habilitar la protección contra escritura.

El puente SECURITY habilita la protección contra escritura.

- Si el puente está en la posición **ON**, la protección contra escritura está habilitada.
- Si el puente está en la posición **OFF**, la protección contra escritura está deshabilitada.

**Procedimiento**

1. Si se encuentra en un área clasificada, apagar el transmisor.
2. **⚠ ADVERTENCIA**

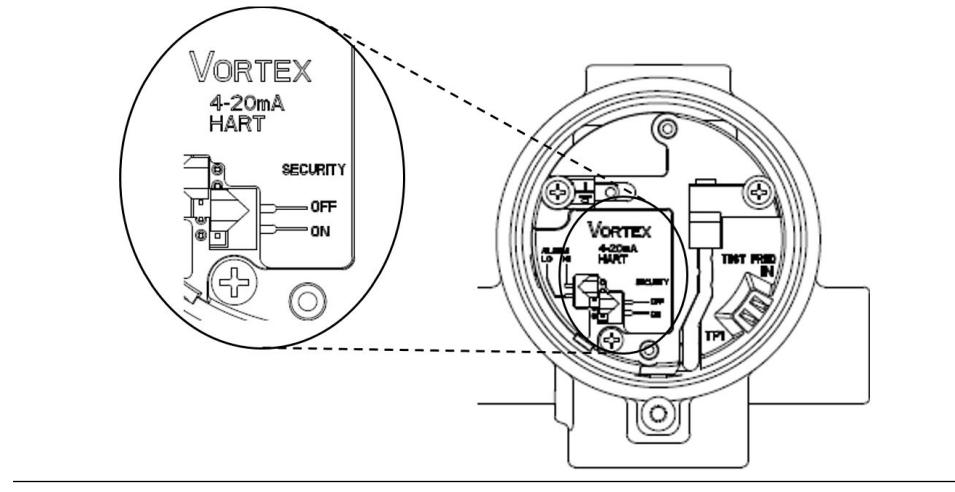
No retirar nunca la cubierta de la carcasa del transmisor en un área clasificada cuando el transmisor esté encendido. Si no se siguen estas instrucciones, se podría producir una explosión.

Quitar la tapa de la carcasa del transmisor (situada en el lado opuesto al bloque de terminales).

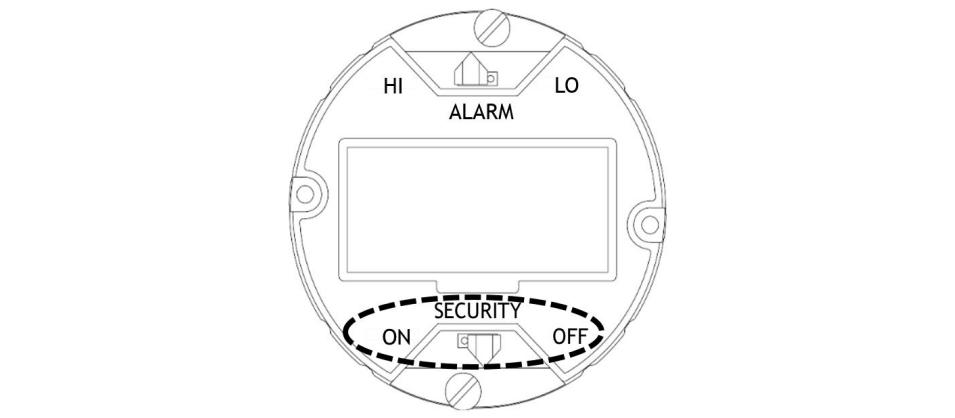
3. Mover el puente SECURITY de dos pines a la posición ON.

La ubicación del interruptor de seguridad depende de si el transmisor dispone o no de la pantalla opcional (M5).

**Figura 2-3: Ubicación del puente SECURITY sin la pantalla opcional M5**



**Figura 2-4: Ubicación del puente SECURITY con la pantalla opcional M5**



4. Volver a poner la tapa de la carcasa del transmisor.
5. Encender el transmisor.

## 2.4

## Fijación del modo de fallo

Como parte de las operaciones normales, el caudalímetro ejecuta de forma continua una rutina de autodiagnóstico. Si la rutina detecta un fallo interno, el ajuste del modo de fallo determina si la salida del caudalímetro se lleva a un nivel de alarma bajo o alto.

El ajuste del modo de fallo se controla por medio del puente ALARM, que se ajusta en fábrica según la hoja de datos de configuración (CDS); el ajuste predeterminado es HI.

- Si el puente ALARM está en la posición **HI**, la salida del caudalímetro se llevará a un nivel de alarma alta en caso de fallo.
- Si el puente ALARM está en la posición **LOW**, la salida del caudalímetro se llevará a un nivel de alarma baja en caso de fallo.

**Nota**

Para conocer los valores de alarma exactos, consultar el manual de referencia del producto.

**Procedimiento**

1. Si se encuentra en un área clasificada, apagar el transmisor.

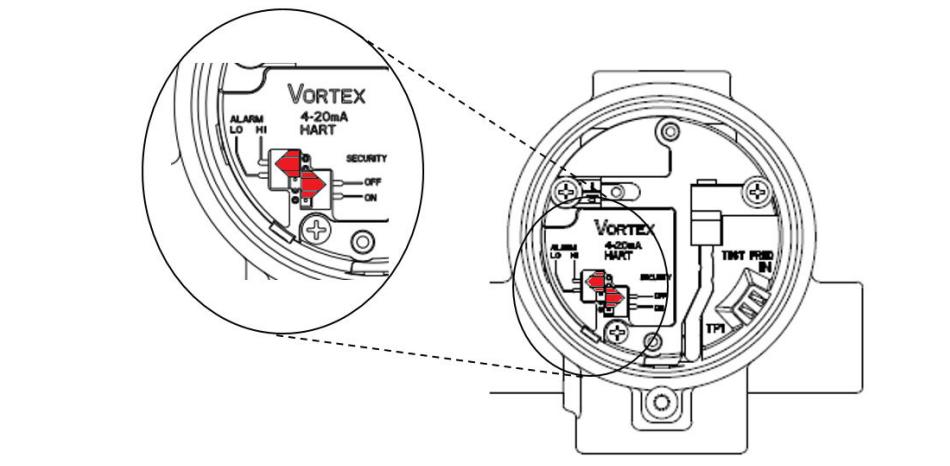
2. **⚠ ADVERTENCIA**

No retirar nunca la cubierta de la carcasa del transmisor en un área clasificada cuando el transmisor esté encendido. Si no se siguen estas instrucciones, se podría producir una explosión.

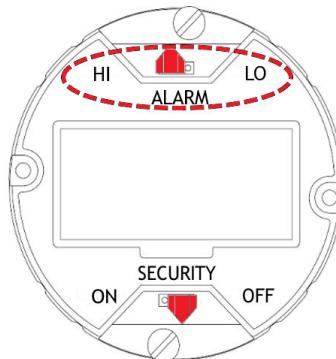
Quitar la tapa de la carcasa del transmisor (situada en el lado opuesto al bloque de terminales).

3. Mover el puente ALARM de dos pines a la posición HI o LOW, según convenga.  
La ubicación del puente ALARM depende de si el transmisor dispone o no de la pantalla opcional (M5).

**Figura 2-5: Ubicación del puente ALARM sin pantalla opcional (M5)**



**Figura 2-6: Ubicación del puente ALARM con pantalla opcional (M5)**



4. Volver a poner la tapa de la carcasa del transmisor.
5. Encender el transmisor.

## 2.5 Diagnóstico

Rosemount 8800D cuenta con diversas funciones de diagnóstico relacionadas con el funcionamiento y el rendimiento del transmisor. El transmisor realiza cada diagnóstico al menos cada 60 segundos. Si el diagnóstico detecta una condición de fallo o avería, el transmisor cambiará la salida analógica de 4-20 mA si corresponde. El manual del producto respectivo proporciona una lista completa de estos diagnósticos y los cambios correspondientes.

## 2.6 Diagnóstico de simulación de caudal

La realización de una simulación de flujo interno asegura el estado de calibración actual del transmisor mediante una verificación de la pila de tarjetas de la electrónica para indicar el estado de los diversos componentes de la pila de tarjetas. El fallo puede indicar la necesidad de reemplazar la electrónica. Cada transmisor dispone de capacidades de simulación interna del caudal.

### Nota

Para que la función de simulación del caudal funcione, la variable primaria debe configurarse como Caudal de velocidad, Caudal volumétrico o Caudal mástico y la protección de escritura debe desactivarse (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor](#)).

### Procedimiento

1. Asegurarse de que la protección contra escritura esté desactivada (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor](#)).
2. Leer la frecuencia de la emisión vórtex calculada en el URV.

Software ProLink III	Device Tools (Herramientas del dispositivo) → Configuration (Configuración) → Process Measurement (Medición del proceso) → Signal Processing (Procesamiento de señales)
----------------------	---

3. Ir a **Flow Simulation (Simulación de flujo)**.

Software ProLink III	Device Tools (Herramientas del dispositivo) → Diagnostics (Diagnósticos) → Testing (Pruebas) → Flow Simulation (Simulación de flujo)
----------------------	--

4. Seleccionar **Internal Flow Simulation (Simulación interna del caudal), Fixed Flow (Caudal fijo), Percent of Range (Porcentaje de rango)** e introduzca 50% flow.
5. Comprobar que la salida de caudal sea del 50% del fondo de escala y la frecuencia sea 1/2 de la frecuencia calculada en URV.
  - a. Si la salida de caudal es del 50% del fondo de escala, significa que la electrónica funciona correctamente.
  - b. Si la salida de caudal no es del 50% del fondo de escala, consultar la información de solución de problemas en el manual de referencia del producto.

#### Nota

Opcional: Comprobar que la frecuencia de la emisión vórtex del generador de señal interna sea la misma que se muestra en el comunicador portátil, Prolink III o AMS Device Manager. Esto se puede lograr conectando un dispositivo como un multímetro Fluke con capacidad de medición de frecuencia a los puntos de prueba detrás del indicador etiquetado "TP1" y Tierra (utilizando el símbolo universal de tierra). Conectar el conductor positivo del multímetro digital a TP1 y el negativo al borne de tierra. Las frecuencias deben coincidir con una tolerancia especificada para la planta que no sea inferior a la tolerancia del dispositivo utilizado para leer la frecuencia.

- Si la frecuencia de la emisión vórtex es del 50% del fondo de escala, significa que la electrónica funciona correctamente.
- Si la frecuencia de la emisión vórtex no es del 50% del fondo de escala, consulte la información de solución de problemas en el manual de referencia del producto.

6. Salir de la simulación seleccionando **Normal Flow Measurement (Medición de flujo normal)** o **Exit (Salir)**.
7. Habilitar la protección contra escritura (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor](#)).

## 2.7

## Sustitución de equipos

Si es necesario sustituir componentes, adquiera todos los repuestos a Emerson. No se puede usar ningún componente suministrado por el usuario en ningún conjunto de circuito impreso de Rosemount.

#### Procedimiento

1. Reemplazar el hardware poniéndose en contacto con el representante de ventas local de Emerson o de una filial de Emerson para obtener el número de pieza correcto.  
Consultar el manual de referencia del producto o la guía de inicio rápido para las directrices de mantenimiento adecuadas.
2. Verificar la configuración del transmisor y todos los parámetros de seguridad (consultar [Configuración del caudalímetro](#)).

3. Habilitar la protección contra escritura (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor](#)).
4. Fijar el modo de fallo del transmisor (consultar [Fijación del modo de fallo](#)).



# 3 Pruebas de verificación

## 3.1 Requisito de pruebas de verificación

Durante el funcionamiento, se debe realizar la prueba de verificación de una SIF. El objetivo de las pruebas de verificación es detectar fallos en el equipo en el curso de la SIF que ningún diagnóstico automático del sistema haya detectado. Los fallos no detectados que impiden que la SIF realice su función son la principal preocupación.

Las pruebas de verificación periódicas se deberán realizar con la frecuencia (o intervalo) definidos por el cálculo de verificación de SIL. Las pruebas de verificación deben realizarse con más frecuencia o con la frecuencia especificada en el cálculo de verificación de SIL a fin de mantener la integridad de seguridad requerida de la SIF general.

Los resultados de las pruebas de verificación periódicas se deberán registrar y revisar periódicamente.

## 3.2 Reparación y reemplazo

Se deben seguir los procedimientos de reparación que figuran en el manual de referencia del producto.

## 3.3 Notificación de fallos

En caso de fallo de funcionamiento del sistema o SIF, el caudalímetro vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3 se pondrá fuera de servicio y el proceso se mantendrá en un estado seguro mediante otras medidas.

Se debe informar a Emerson cuando sea necesario reemplazar el caudalímetro vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3 debido a un fallo. El fallo que se haya producido se deberá documentar y notificar a Emerson utilizando los datos de contacto que figuran en la contraportada de este manual de seguridad funcional. Esta es una parte importante del proceso de gestión de SIS de Emerson.

## 3.4 Intervalo de pruebas de verificación

Los intervalos de tiempo para las pruebas de verificación se definen por medio del cálculo de verificación de SIL (sujeto a la PFDAVG). Las pruebas de verificación deben realizarse con más frecuencia o con la frecuencia especificada en el cálculo de verificación de SIL a fin de mantener la integridad de seguridad requerida de la SIF general.

Los resultados de las pruebas de verificación periódicas se deberán registrar y revisar periódicamente. Para conocer la especificación de los requisitos del cliente requeridos para cumplir con este requisito de SIS, consulte IEC-61511.

## 3.5 Herramientas necesarias

- Host HART® o Comunicador de campo
- Medidor de mA

## 3.6

## Opciones de prueba de verificación

En el caudalímetro se pueden usar dos pruebas de verificación para detectar fallos. Se pueden realizar las pruebas de verificación con el software ProLink III o el Comunicador de campo.

**Tabla 3-1: Opciones de prueba de verificación**

Dispositivo	Prueba de verificación	Descripción	Detección de fallos DU
8800D	Parcial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobaciones de alarmas bajas/altas (consultar la <a href="#">Tabla 3-2</a>)</li> <li>Inspección visual del caudalímetro</li> <li>Verificación de un solo punto (consultar la <a href="#">Tabla 3-3</a> para ver ejemplos de puntos de prueba)</li> <li>Comprobación de alarmas</li> <li>Comprobación de la configuración</li> </ul>	Disparo por caudal alto: 85% Disparo por caudal bajo: 77%
	Completa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobaciones de alarmas bajas/altas (consultar la <a href="#">Tabla 3-2</a>)</li> <li>Inspección visual del caudalímetro</li> <li>Verificación de 3 puntos (consultar la <a href="#">Tabla 3-4</a> para ver ejemplos de puntos de prueba)</li> <li>Comprobación de alarmas</li> <li>Comprobación de la configuración</li> </ul>	Disparo por caudal alto: 94% Disparo por caudal bajo: 92%

**Tabla 3-2: Valores de alarma baja y alta (estándar de Rosemount y NAMUR)**

Valores de alarma estándar de Rosemount			Valores de alarma según NAMUR		
Nivel	Valor de saturación 4-20 mA	Valor aceptable (mA)	Nivel	Valor de saturación 4-20 mA	Valor aceptable (mA)
Bajo	3,9 mA	3,51 – 4,29 mA	Bajo	3,8 mA	3,42 – 4,18 mA
Alto	20,8 mA	18,72 – 22,88 mA	Alto	20,5 mA	18,45 – 22,5 mA

## 3.7

## Prueba de verificación parcial

La prueba de verificación parcial se recomienda para todos los caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3.

Para el procedimiento se supone que usted está familiarizado con los procedimientos de la planta. Para obtener información detallada sobre cómo realizar cualquiera de los pasos siguientes, consulte el manual de referencia del producto.

### Procedimiento

- Puentear electrónicamente el controlador lógico programable (PLC) de seguridad para evitar un disparo falso.
- Comprobar que el caudalímetro no tenga fugas, daños visibles o contaminación.
- Verificar que en el transmisor no se muestren alarmas ni advertencias usando el host HART® o LCD.

4. Realizar un ciclo de apagado/encendido y utilizar las comunicaciones HART para recuperar los diagnósticos y tomar las medidas apropiadas.
5. Deshabilitar la protección contra escritura (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor.](#)).
6. Utilizando la función Prueba de lazo, enviar un comando HART al transmisor para ir a la salida de corriente de alarma alta y verificar que la corriente analógica alcance ese valor.
  - La función Prueba de lazo se encuentra en **Service Tools (Herramientas de servicio) → Simulate (Simular) → Analog Output (Salida analógica) → Loop Test (Prueba de lazo).**
  - Encontrará los niveles de alarma alta y alarma baja en el manual de referencia del producto.

Con esto se comprueba que no existen problemas de tensión para cumplimiento regulatorio, tales como una baja tensión en la alimentación del lazo o una mayor resistencia en el cableado.

7. Enviar un comando HART® al transmisor para ir a la salida de corriente de alarma baja y verificar que la corriente analógica alcance ese valor.  
En este paso se comprueba si hay posibles fallos relacionados con la corriente inactiva.
8. Salir del modo de corriente fija.
9. Comparar el caudal de proceso con el Corte por bajo caudal y realizar una de las siguientes acciones:

Opción	Descripción
Caudal de proceso mayor que el Corte por bajo caudal	Confirmar que el caudal medido es razonablemente comparable a una medición independiente.
Caudal de proceso menor que el Corte por bajo caudal	Comprobar la salida en 2 puntos mediante simulación interna de caudal, con al menos un punto entre LFC y URV.

10. Verificar todos los parámetros de configuración críticos para la seguridad (consultar [Configuración del caudalímetro](#)).
11. Habilitar la protección contra escritura (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor.](#)).
12. Eliminar el puenteo y restaurar el funcionamiento normal.
13. Documentar los resultados de esta prueba de verificación en el marco de los procedimientos de gestión de la seguridad de la planta.

**Tabla 3-3: Verificación de la prueba de verificación parcial (ejemplos de puntos de prueba)**

Porcentaje del rango	Corriente nominal (mA)	Corriente aceptable (mA)
50%	12 mA	11,88 – 12,12 mA

## 3.8

## Prueba de verificación completa

La prueba de verificación completa se recomienda para todos los caudalímetros vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3.

Para el procedimiento se supone que usted está familiarizado con los procedimientos de la planta. Para obtener información detallada sobre cómo realizar cualquiera de los pasos siguientes, consulte el manual de referencia del producto.

### Procedimiento

1. Puentear electrónicamente el controlador lógico programable (PLC) de seguridad para evitar un disparo falso.
2. Comprobar que el caudalímetro no tenga fugas, daños visibles o contaminación.
3. Verificar que en el transmisor no se muestren alarmas ni advertencias usando el host HART o LCD.
4. Realizar un ciclo de apagado/encendido y utilizar las comunicaciones HART para recuperar los diagnósticos y tomar las medidas apropiadas.
5. Deshabilitar la protección contra escritura (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor](#)).
6. Utilizando la función Prueba de lazo, enviar un comando HART al transmisor para ir a la salida de corriente de alarma alta y verificar que la corriente analógica alcance ese valor.
  - La función Prueba de lazo se encuentra en **Service Tools (Herramientas de servicio)** → **Simulate (Simular)** → **Analog Output (Salida analógica)** → **Loop Test (Prueba de lazo)**.
  - Encontrará los niveles de alarma alta y alarma baja en el manual de referencia del producto.

Con esto se comprueba que no existen problemas de tensión para cumplimiento regulatorio, tales como una baja tensión en la alimentación del lazo o una mayor resistencia en el cableado.

7. Enviar un comando HART al transmisor para ir a la salida de corriente de alarma baja y verificar que la corriente analógica alcance ese valor.  
En este paso se comprueba si hay posibles fallos relacionados con la corriente inactiva.
8. Salir del modo de corriente fija.
9. Realizar una comprobación de calibración de 3 a 5 puntos del transmisor y del caudalímetro frente a un patrón de referencia.
10. Verificar todos los parámetros de configuración críticos para la seguridad (consultar [Configuración del caudalímetro](#)).
11. Habilitar la protección contra escritura (consultar [Habilitar la protección contra escritura del transmisor](#)).
12. Eliminar el puenteo y restaurar el funcionamiento normal.
13. Documentar los resultados de esta prueba de verificación en el marco de los procedimientos de gestión de la seguridad de la planta.

**Tabla 3-4: Verificación de la prueba de verificación completa (ejemplos de puntos de prueba)**

Porcentaje del rango	Corriente nominal (mA)	Corriente aceptable (mA)
0%	4 mA	3,96 – 4,04 mA

**Tabla 3-4: Verificación de la prueba de verificación completa (ejemplos de puntos de prueba) (continuación)**

Porcentaje del rango	Corriente nominal (mA)	Corriente aceptable (mA)
50%	12 mA	11,88 – 12,12 mA
100%	20 mA	19,80 – 20,20 mA

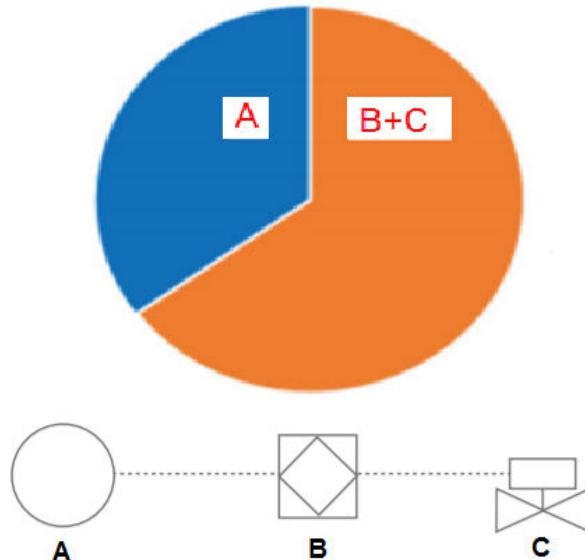
## 3.9 Ejemplo de SIS

Las figuras siguientes ilustran los beneficios indicativos del uso de una combinación de pruebas de verificación completas y parciales para gestionar el nivel de riesgo asociado a una instalación de SIS concreta. En la [Figura 3-1](#) se muestra una configuración típica del sistema de seguridad 1oo1. De la [Figura 3-2](#) a la [Figura 3-5](#) se ilustran las ventajas que se obtienen al implementar una combinación de pruebas de verificación completas y parciales en la PFD del sistema.

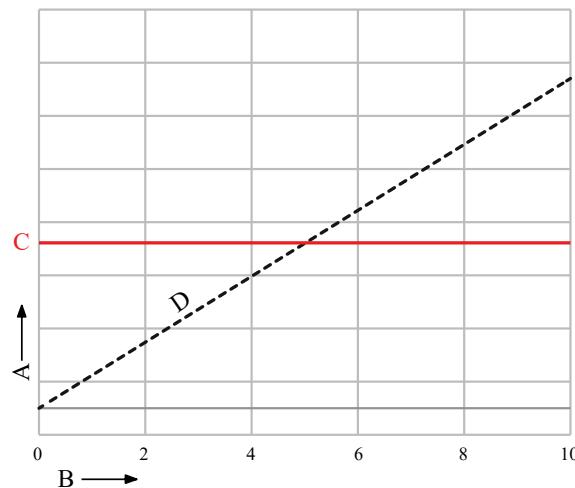
**Nota**

Se supone que el sensor suele representar un ~30% del presupuesto de PFD de SIL 2 del sistema y el solucionador lógico y el actuador, el ~70% restante.

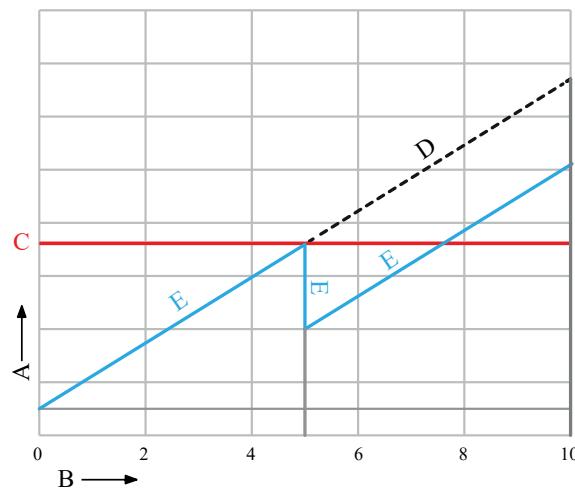
**Figura 3-1: 1oo1 (1 de 1) de uso individual para SIL 2 de baja demanda (SIL 2@HFT=0)**



- A. Sensor (Rosemount 8800D)
- B. Solucionador lógico
- C. Actuador

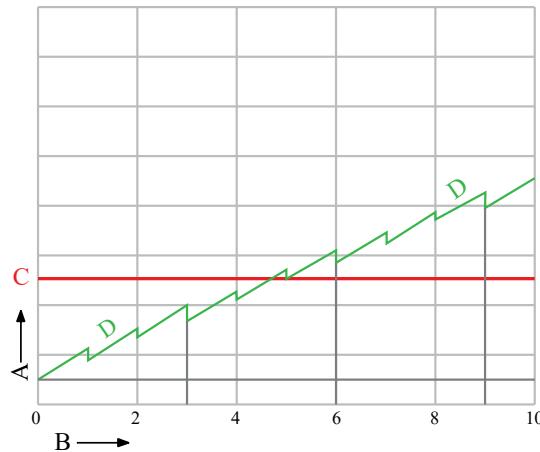
**Figura 3-2: PFD y PFD promedio del sistema sin aplicar pruebas de verificación**

- A. PFD (*Probabilidad de fallo según demanda*)
- B. Tiempo de misión (*años*)
- C. PFD<sub>Avg</sub> (*probabilidad promedio de fallo según demanda*)
- D. PFD prevista

**Figura 3-3: Unidad sometida a ninguna prueba de verificación o bien a una prueba de verificación completa cada 5 años**

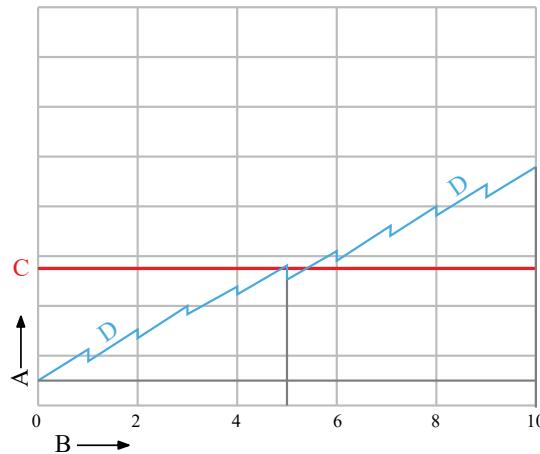
- A. PFD (*Probabilidad de fallo según demanda*)
- B. Tiempo de misión (*años*)
- C. PFD<sub>Avg</sub> (*probabilidad promedio de fallo según demanda*)
- D. PFD prevista
- E. PFD + CPT (*prueba de verificación completa*) previstas

**Figura 3-4: Unidad sometida a una prueba de verificación parcial cada año y a una prueba de verificación completa cada 3 años**



- A. PFD (*Probabilidad de fallo según demanda*)
- B. Tiempo de misión (*años*)
- C.  $PFD_{AVG}$  (*probabilidad promedio de fallo según demanda*)
- D.  $PFD + PPT$  (*prueba de verificación parcial*) +  $CPT$  (*prueba de verificación completa*) *previstas*

**Figura 3-5: Unidad sometida a una prueba de verificación parcial cada año y a una prueba de verificación completa cada 5 años**



- A. PFD (*Probabilidad de fallo según demanda*)
- B. Tiempo de misión (*años*)
- C.  $PFD_{AVG}$  (*probabilidad promedio de fallo según demanda*)
- D.  $PFD + PPT$  (*prueba de verificación parcial*) +  $CPT$  (*prueba de verificación completa*) *previstas*



## 4

# Restricciones de funcionamiento

### 4.1

## Caudal inverso

Utilice los medios apropiados para garantizar únicamente el caudal cero o directo a través del medidor, tal como indica la flecha en el cuerpo del medidor. El funcionamiento con caudal inverso puede provocar una indicación errónea de caudal diferente de cero.

### 4.2

## Datos de fiabilidad

Caudalímetro vórtex Rosemount serie 8800D con capacidad SIL 2/3:

- Presenta una desviación de seguridad especificada del 2%. Los fallos de componentes internos se indican en la tasa de fallos de dispositivo cuando causen un error en escala del 2% o superior.
- Informa de un fallo interno antes de que transcurran 30 minutos tras la aparición del fallo, en el peor caso posible.
- Tiene un intervalo de autodiagnóstico de, como mínimo, una vez cada 60 segundos.
- Genera una señal válida antes de que transcurran 6 segundos más la respuesta de amortiguación configurada tras el arranque al conectar la alimentación.

### Informe de FMEDA

Se usa el informe FMEDA (Failure Mode, Effects, and Diagnostics Analysis, modo de fallo, efectos y análisis de diagnóstico) para calcular la tasa de fallo. El informe FMEDA de un caudalímetro vórtex con un transmisor Rosemount 8800D contiene lo siguiente:

- Todas las tasas de fallo y modos de fallo
- Factores causales usuales para aplicaciones con dispositivos redundantes que se deben incluir en cálculos de fiabilidad
- La esperanza de vida útil del caudalímetro y del transmisor, dado que los cálculos de fiabilidad solo son válidos durante la vida útil de los equipos

Obtenga un informe FMEDA en [Emerson.com/vortex](http://Emerson.com/vortex).

### Límites ambientales y de aplicación

Consulte la hoja de datos del producto para conocer los límites ambientales y de aplicación.

La utilización del caudalímetro o el transmisor fuera de los límites ambientales y de aplicación invalida los datos de fiabilidad indicados en el informe de FMEDA.

### 4.3

## Informes de fallos

Si detecta cualquier fallo que ponga en peligro la seguridad, póngase en contacto con el responsable de seguridad del producto de Flow Solutions Group.

Póngase en contacto con el responsable de seguridad del producto a través del servicio al cliente de Flow Solutions Group. El servicio al cliente está disponible las 24 horas del día durante los siete días de la semana. La información de contacto se encuentra en [Servicio al cliente de Emerson Flow](#).

Para obtener más información: [Emerson.com/global](http://Emerson.com/global)

©2024 Emerson. Todos los derechos reservados.

El documento de Términos y condiciones de venta de Emerson está disponible a pedido. El logotipo de Emerson es una marca comercial y de servicio de Emerson Electric Co. Rosemount es una marca que pertenece a una de las familias de compañías de Emerson. Todas las demás marcas son de sus respectivos propietarios.

**ROSEMOUNT™**

 **EMERSON™**