

SENSOR DE VIENTO ULTRASÓNICO PARA TÚNELES

MICROWIND-TUNNEL

Manual de Mantenimiento

Mantenimiento preventivo

INSPECCIÓN · LIMPIEZA · VERIFICACIÓN

Recalibración

ISO 17025 · ZERO WIND TEST

Seguridad funcional

IEC 61508 / IEC 61511 · SIL

Normativa túneles

DIRECTIVA 2004/54/CE · RD 635/2006



· Índice de contenidos

1 · Mantenimiento Preventivo	3
2 · Frecuencia Recomendada	5
3 · Mantenimiento Correctivo	5
4 · Recalibración	8
5 · Advertencias de Seguridad	11
6 · Aviso Legal, Condiciones de Uso y Aceptacion	11
7 · Conclusion y Contacto	12

1 Mantenimiento Preventivo

El objetivo de este manual es establecer el procedimiento de mantenimiento preventivo y verificación metrológica del sensor ultrasónico de velocidad y dirección del aire integrado en sistemas de:

- Control de ventilación longitudinal y transversal
- Gestión de humos en caso de incendio
- Activación de señalización variable (PMV)
- Control de barreras y cierre automático
- Integración con SCADA y Centro de Control



Consideraciones Relevantes

- Mantener las superficies emisoras y receptoras de los transductores ultrasónicos limpias y libres de acumulaciones de polvo, suciedad, nieve, hielo, insectos o excrementos de aves, ya que estos elementos pueden atenuar o interrumpir la correcta propagación de las ondas ultrasónicas y afectar a la precisión de la medición.
- No utilizar productos químicos agresivos, disolventes ni agentes abrasivos que puedan deteriorar la carcasa del sensor o dañar los transductores.
- En relación a la limpieza, emplear únicamente agua limpia o una solución suave de agua con jabón neutro, aplicada con un paño suave no abrasivo. En caso necesario, puede utilizarse alcohol isopropílico en baja concentración, asegurando posteriormente el secado completo de las superficies

Marco Normativo Aplicable

Ámbito	Normativa
Unión Europea	Directiva 2004/54/CE sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea.
España	Real Decreto 635/2006 sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado. · Recomendaciones técnicas del Ministerio de Transportes. · UNE-EN ISO/IEC 17025 (calibraciones).
Portugal	Decreto-Lei 75/2006 (Transposicion Directiva 2004/54/CE). · Normas IP (Infraestructuras de Portugal).
América Latina	Aplicable como referencia técnica internacional en: Sistemas de seguridad en tuneles conforme a normativa local basada en Directiva Europea o NFPA. · Proyectos financiados por BID, CAF u organismos multilaterales.

Clasificación Seguridad Funcional (SIL)

El sensor podrá formar parte de una Función Instrumentada de Seguridad (SIF) asociada a:

- Activación de ventilación de emergencia.
- Control de extracción de humos.
- Activación de protocolos de evacuación.

Nivel SIL recomendado (según análisis de riesgo):

Función	SIL Recomendado
Monitorización ambiental general	Trimestral
Control automático ventilación incendio	Trimestral
Activación de sistemas de emergencia críticos	Semestral

Advertencia

El nivel SIL final deberá determinarse mediante análisis HAZOP y LOPA conforme IEC 61508 / IEC 61511.

2 Frecuencia Recomendada

Frecuencia de Mantenimiento

Actividad	Frecuencia
Inspección Visual	Trimestral
Limpieza técnica	Trimestral
Verificación eléctrica	Semestral
Verificación funcional	Semestral
Calibración certificada	Anual
Verificación post-incendio	Obligatoria

Nota

En entornos de alta contaminación (hollín, partículas PM), reducir intervalos al 50%.

3 Mantenimiento Correctivo

Procedimiento

Inspección Mecánica

- Verificación de fijación antivibratoria.
- Alineación con eje longitudinal del túnel.
- Integridad estructural.
- Verificación de grado de protección IP66/IP67.
- Ausencia de condensación interna.

Inspección Técnica

- Desconexión eléctrica segura.
- Limpieza con paño antiestático.
- Alcohol isopropílico.
- No usar agua a presión.

Verificación Eléctrica y Comunicaciones

- Medición tensión nominal.
- Verificación consumo.
- Test de comunicación Modbus / Ethernet.
- Comprobación latencia.
- Verificación protección contra sobretensiones.
- Comprobación de integración en SCADA.

Verificación Funcional en Banco

- Simulación de flujo con ventiladores.
- Comparación con patrón trazable ISO 17025.
- Validación de alarmas y umbrales.
- Ensayo de pérdida de señal (fail-safe).
- Test de comunicación Modbus / Ethernet.

Verificación Funcional en Campo

Comprobación en reposo

- En ausencia de viento, verificar que la velocidad registrada sea 0 m/s o próxima a cero dentro de la tolerancia especificada.

Comparación cruzada

- Comparar lecturas con:
- Un anemómetro de referencia calibrado, o
- Una estación meteorológica cercana fiable.

Coherencia de dirección

- Verificar que la dirección medida corresponde con la dirección real del viento observada.
- Realizar comprobación manual orientando el sensor (si está en banco de pruebas).

Estabilidad de señal

- Analizar durante al menos 10–15 minutos la estabilidad de los datos.
- Detectar posibles saltos bruscos, valores erráticos o pérdida intermitente de señal.

Verificación de Viento Cero (Zero Wind Test)

Esta es la prueba más crítica para verificar la salud de los algoritmos de tránsito de pulso.

1. Aislamiento del flujo:

Cubra el anemómetro con una cámara de viento cero (una caja o bolsa hermética que bloquee cualquier movimiento de aire).

2.Verificación de lectura:

El sensor debe marcar una velocidad de 0.00 m/s o estar dentro del umbral de error del fabricante (generalmente ± 0.02 m/s).

3.Diagnóstico:

Si la lectura fluctúa por encima de ± 0.05 m/s en condiciones de calma total, es probable que un transductor esté fallando o que haya ruido electromagnético interfiriendo en la señal.

Criterios de Aceptación

- Error velocidad $\leq \pm 2\%$ o $\pm 0,2$ m/s.
- Error dirección $\leq \pm 3^\circ$.
- Disponibilidad $> 99,5\%$.
- Sin pérdida de comunicación $> 0,1\%$.

Registros

Conservación mínima recomendada:

- España: conforme RD 635/2006 y Plan de Autoprotección.
- Portugal: conforme Decreto-Ley 75/2006.
- América Latina: según normativa local o contrato concesional.
- Periodo recomendado: ≥ 5 años.

4 Recalibración

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO

Adaptado a cumplimiento RD 635/2006 y Directiva 2004/54/CE

DATOS DEL EQUIPO

Equipo: _____ Ubicación _____ exacta: _____
No Serie: _____ Fecha: _____
Técnico: _____

INSPECCIÓN MECÁNICA

- ☐ Fijacion correcta
- ☐ Sin vibraciones anómalas
- ☐ Sin deformaciones
- ☐ Sin corrosión
- ☐ Sin acumulación de hollín

Observaciones: _____

INSPECCIÓN AMBIENTAL

- ☐ Sin condensación
- ☐ Sin infiltraciones
- ☐ Sin obstrucciones
- ☐ Temperatura dentro de rango

VERIFICACIÓN ELÉCTRICA

- ☐ Tension correcta
- ☐ Consumo correcto
- ☐ Comunicacion estable
- ☐ Sin errores SCADA
- ☐ Proteccion contra sobretensiones operativa

Valores medidos: _____

VERIFICACIÓN FUNCIONAL

- ☐ Lectura coherente con ventiladores en marcha
- ☐ Comparacion con patron realizada
- ☐ Alarmas probadas
- ☐ Integracion SCADA validada

VERIFICACIÓN FUNCIONAL

- ☐ Lectura coherente con ventiladores en marcha
- ☐ Comparacion con patron realizada
- ☐ Alarmas probadas
- ☐ Integracion SCADA validada

RESULTADO

- ☐ CONFORME
- ☐ NO CONFORME

Firma técnico: _____

Firma responsable: _____

· INFORME DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACION SIL

DATOS GENERALES

Proyecto: _____ Túnel: _____

Ubicación sensor: _____ Fecha: _____

Modelo: _____ No Serie: _____

REFERENCIA NORMATIVA

Calibración realizada conforme:

- ISO 17025
- Directiva 2004/54/CE
- RD 635/2006 (España)
- Decreto-Lei 75/2006 (Portugal)
- IEC 61508 (si integra SIF)

VERIFICACIÓN FUNCIONAL DE SEGURIDAD

Prueba	Resultado	Cumple
Test Diagnóstico		
Simulación fallo sensor		
Conmutación a		
Señal fallo detectada		

DECLARACIÓN

- ☐ El equipo es apto para integración en sistema SIL
- ☐ No apto para funciones de seguridad

5 Advertencias de Seguridad

Cláusula Legal - Seguridad Funcional y Redundancia

El sensor ultrasónico MICROWIND-TUNNEL forma parte de un sistema de ventilación y control de tráfico regulado por la Directiva 2004/54/CE y su transposición nacional correspondiente.

Cuando el equipo sea utilizado dentro de una Función Instrumentada de Seguridad (SIF) conforme IEC 61508/61511, el integrador deberá:

1. Determinar el nivel SIL requerido mediante análisis formal de riesgos.
2. Implementar arquitectura redundante adecuada (1002, 2002, 2003 según diseño).
3. Garantizar diagnóstico de fallos y estrategia fail-safe.
4. Realizar pruebas periódicas documentadas.

El fabricante y distribuidor:

No garantizan cumplimiento SIL si el sistema no ha sido diseñado conforme IEC 61508.

No asumen responsabilidad por fallos derivados de:

- Arquitectura no redundante.
- Integración incorrecta.
- Ausencia de mantenimiento.
- Uso fuera de especificación.

La responsabilidad de validación del sistema global recae exclusivamente en el integrador y el titular de la infraestructura.

6 Aviso Legal, Condiciones de Uso y Aceptacion

Los productos suministrados por Sensovant estan destinados a ser integrados en sistemas cuya configuracion, diseno, explotacion, mantenimiento y supervision corresponden exclusivamente al instalador, integrador, mantenedor, propietario u operador.

La correcta instalacion, configuracion, puesta en marcha, calibracion, verificacion funcional, inspeccion periodica y mantenimiento preventivo son requisitos esenciales para garantizar su adecuado funcionamiento durante toda su vida util.

Responsabilidad del proyectista: La validacion de la adecuacion de cada producto para una aplicacion concreta, asi como el diseno de la arquitectura global del sistema, son responsabilidad exclusiva del proyectista, integrador, instalador y/o operador.

El usuario reconoce expresamente que ningun equipo electronico, sistema de medida, dispositivo de comunicacion, software o sistema de control puede considerarse completamente libre de fallos y que la seguridad de una instalacion no debe depender exclusivamente de la correcta operacion de un unico dispositivo.

REDUNDANCIA

Sensovant recomienda que aplicaciones con implicaciones de seguridad no dependan de un unico dispositivo, tecnologia, canal de comunicacion, fuente de alimentacion o fabricante, evitando puntos unicos de fallo (SPOF).

Condiciones de Uso

El producto debera ser instalado, configurado, operado y mantenido exclusivamente por personal cualificado conforme a las instrucciones del fabricante. El usuario sera responsable de las tareas de inspeccion, mantenimiento preventivo, limpieza, calibracion y sustitucion de componentes.

Uso fuera de especificaciones: La utilizacion del producto fuera de sus especificaciones tecnicas podra afectar a su funcionamiento y eximira a Sensovant de cualquier responsabilidad que legalmente pueda ser excluida.

Papel de Sensovant y Aceptacion

Sensovant actua como distribuidor, representante comercial, integrador, importador o proveedor de soluciones tecnologicas. Salvo indicacion expresa, Sensovant no es el fabricante. Las especificaciones tecnicas son las establecidas por sus respectivos fabricantes.

Aceptacion integra: La adquisicion, instalacion, puesta en servicio o utilizacion del producto implica la aceptacion integramente de estas condiciones. En caso de desacuerdo, el producto no debera ser instalado ni utilizado.

Limitacion de Responsabilidad

Salvo en aquellos supuestos en que la legislacion aplicable establezca expresamente lo contrario, Sensovant no sera responsable de danos, perdidas, interrupciones de servicio, lucro cesante, perdida de datos, costes indirectos o perjuicios derivados de una instalacion incorrecta, integracion inadecuada, ausencia de redundancia, mantenimiento insuficiente, falta de calibracion, utilizacion fuera de especificaciones o modificaciones no autorizadas.

7 Conclusion y Contacto

El MICROWIND-TUNNEL es la solucion de referencia de Sensovant para el control de ventilacion en tuneles de trafico. Su modo tunel exclusivo 4-12-20mA simplifica la integracion con cualquier PLC, su construccion sin partes moviles elimina el mantenimiento preventivo, y su proteccion IP65 con TVS garantiza la operatividad en los entornos subterraneos mas exigentes.

(I) CONTACTO

Sensovant Smart Sensing | Web: www.sensovant.com | Email: comercial@sensovant.com

Tel: (+34) 96 111 3302 | Tel: (+34) 968 162 005 | Wapp: (+34) 675 617 833

Direccion: Avda. Benjamin Franklin, 28-B · Valencia Parc Tecnologico · 46980 Paterna, Valencia (Espana)

DOCUMENTOS RELACIONADOS: Hoja de datos MICROWIND-TUNNEL (2 paginas) | Hoja de datos SENSOMET PRO (1 pagina) | Hoja de datos SENSOMET MICRO (1 pagina) | Manual de Mantenimiento MICROWIND-TUNNEL

© 2026 Sensovant S.L. — Todos los derechos reservados