

# MANUAL DE INSTRUCCIONES

CarboProbe ZI Pro

CarboProbe ZS Standard

CarboProbe ZS Pro

**ECONOX**

Rue de l'église 25  
2942 Alle – Switzerland

T: ++41 32 465 10 00

F: ++41 32 465 10 01

[www.econox.ch](http://www.econox.ch)

[info@econox.ch](mailto:info@econox.ch)

Las informaciones que se proporcionan en este documento se dan a título de información. Este manual no puede en ningún caso ser reproducido, disociado o distribuido a terceros sin autorización de ECONOX SA.

# ÍNDICE

1.	Principio de funcionamiento .....	3
	Características generales .....	3
2.	Especificaciones de las sondas CarboProbe.....	5
3.	Puesta en funcionamiento de la sonda .....	6
4.	Aire de referencia .....	7
5.	Encendido del horno .....	8
6.	Atmósfera del horno .....	8
7.	Mantenimiento .....	9
8.	Solución de averías.....	10
	Introducción .....	10
	Control de la impedancia de la sonda.....	10
	Controlar el aire de referencia y la estanqueidad .....	10
	<i>CarboProbe ZS pro y ZS standard</i> .....	10
	<i>CarboProbe ZI pro</i> .....	10
	Reactivación del filtro .....	10
	Controle el termopar .....	11
	Controlar la señal oxígeno.....	11
	Controlar la eficacia de una purga .....	11
9.	Reparación de la sonda .....	12

## 1. Principio de funcionamiento

Las sondas de oxígeno ECONOX *CarboProbe* sirven para medir y regular las atmósferas de los tratamientos térmicos.

### Características generales

ECONOX utiliza dos tipos diferentes de electrolitos de  $ZrO_2$  (óxido de circonio) para sus sondas de oxígeno

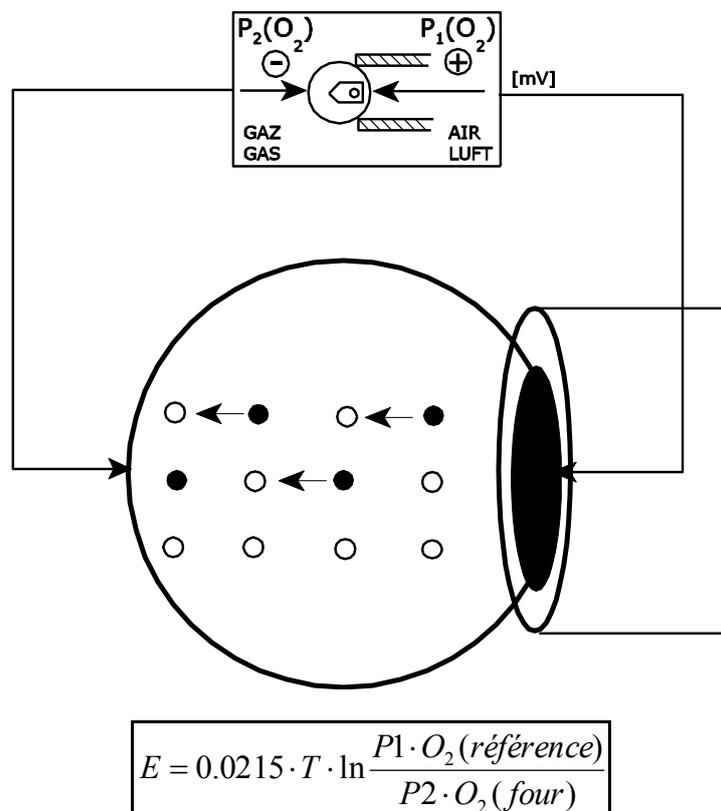
1. Una bola de  $ZrO_2$ , sistema patentado ECONOX, que sólo puede obtenerse a través de ECONOX. Esta bola se utiliza en la sonda *CarboProbe ZI pro*.

2. El electrolito  $ZrO_2$  C-700.

Este último se utiliza en las sondas *CarboProbe ZS* y *HT*.

Estos elementos de medición de óxido de circonio ( $ZrO_2$ ) colocado a temperatura de trabajo y separando dos medios gaseosos de presión parcial de oxígeno ( $pO_2$ ) diferente, se comportan como pilas electroquímicas por la transferencia de los iones oxígenos. En los bornes de los dos electrodos colocados sobre la bola, el valor de la tensión suministrada depende de la temperatura absoluta y de la diferencia de las presiones parciales de oxígeno, según la ecuación de Nernst.

El siguiente esquema representa el funcionamiento de la bola  $ZrO_2$ ; el principio es idéntico para el electrolito  $ZrO_2$  C-700.



E = tensión [mV] en los bornes  
 T = temperatura [°K] en el horno  
 P1O2 = presión parcial de oxígeno del aire ambiente (20.9%)  
 P2O2 = presión parcial de oxígeno de la atmósfera en el horno

El elemento de medición de la sonda de oxígeno es una cerámica compuesta de óxido de circonio dopado con itrio, la cual presenta defectos de la red cristalina. Una gran parte de los sitios de la red que podrían estar ocupados por iones de oxígeno son porosos.

La propiedad de esta cerámica es permitir el desplazamiento de los iones de oxígeno a una temperatura superior a 700°C. A partir de esta temperatura, el circonio se vuelve conductor, no por desplazamiento de electrones, sino por el movimiento de iones oxígeno. La tensión así generada expresa una relación entre la diferencia relativa de las concentraciones de oxígeno (aire ambiente y atmósfera del horno) y la temperatura de la sonda.

Esta tensión se expresa mediante la siguiente ecuación :

$$E = 0.0215 \cdot T \cdot \ln \frac{P1 \cdot O_2(\text{réfèrece})}{P2 \cdot O_2(\text{four})}$$

Interpretando, mediante la fórmula de NERNST, la tensión medida a la salida de la sonda, podemos leer instantáneamente, con precisión, la concentración de oxígeno de la atmósfera del horno. Conociendo la concentración de oxígeno, la tasa de CO y la temperatura, es posible determinar el potencial carbono mediante relaciones estequiométricas fijas que existen entre las concentraciones O<sub>2</sub> - CO - CO<sub>2</sub>. De esta manera, los mV medidos a la salida de la sonda están en función del potencial carbono para una temperatura y una tasa de CO determinada.

La tensión de la sonda depende únicamente de la composición del gas y de la temperatura.

El potencial carbono se calcula después mediante la siguiente fórmula :

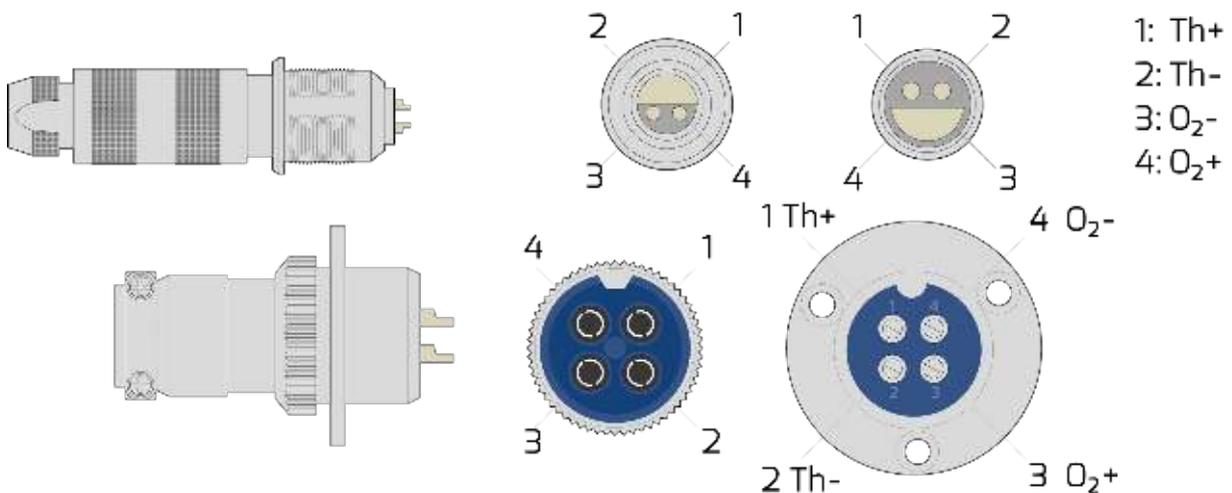
$$\%C = F (E[mV] \cdot \text{température}[^{\circ}C] \cdot P_{CO})$$

## 2. Especificaciones de las sondas CarboProbe

<b>Salida</b>	0 a 1200 mV
<b>Lectura</b>	Las sondas de oxígeno deberían utilizarse con aparatos de control que tengan una impedancia de entrada de 10 megohms o más.
<b>Profundidad de inserción</b>	10 cm mínimo
<b>Precisión</b>	±0.05 %C
<b>Tiempo de respuesta</b>	Menos de un segundo
<b>Aire de referencia</b>	Aire de referencia limpio y seco con un caudal de 30 a 50l/h para los <i>CarboProbe ZI</i> y 0.5 - 1l/h para los <i>CarboProbe ZS</i> y <i>HT</i> .
<b>Aire de limpieza</b>	Un caudal de 300l/h debería bastar, en cualquier caso el flujo de aire debe ser suficientemente rápido para mantener el valor de los mV de la sonda por debajo de 250mV durante 1 minuto.
<b>Electrodo externo</b>	Acero especial resistente a las temperaturas elevadas
<b>Gama de temperatura</b>	700°C a 1150°C
<b>Termopar</b>	Tipos K, R y S o sin termopar
<b>Choque térmico y mecánico</b>	Las sondas <i>CarboProbe ZS</i> deben ponerse a temperatura de forma gradual (en un periodo de 10 minutos). Esta precaución no es válida para las <i>CarboProbe ZI</i> cuya bola es muy resistente a choques térmicos.

### Conexiones

Las conexiones eléctricas son:



### 3. Puesta en funcionamiento de la sonda

Todas nuestras sondas de oxígeno se someten a controles después del montaje. Cuando las sondas se envían, no se ha programado ningún offset.

Pautas que deben respetarse cuando se instala una sonda :

1. La sonda no debe nunca dificultar la carga del horno.
2. La sonda debe colocarse lo más cerca posible de la carga para medir con precisión la temperatura y la atmósfera que tienen influencia directa sobre esta carga. El hecho de colocar la sonda cerca de una turbina, mejora las mediciones.
3. Si la sonda se instala demasiado cerca de los calentadores o de la puerta del horno, la medición de temperatura no se puede realizar correctamente. Debería evitarse la diferencia de temperatura entre la sonda y los termopares de regulación.
4. Cuando se instala la sonda o durante el ciclo de tratamiento térmico, los choques mecánicos y térmicos deben evitarse (deterioro del elemento de medición de óxido de circonio).
5. Debe evitarse toda proyección de metanol sobre la sonda de oxígeno (choque térmico importante). Las consecuencias pueden ser fisuras, deterioro del elemento de medición o también una deformación del electrodo exterior. En tales casos, la duración de la sonda puede quedar considerablemente reducida. Si las proyecciones de metanol no pueden evitarse, le recomendamos nuestro *CarboProbe ZI pro* con cerámica de protección exterior.
6. La temperatura del elemento de medición debe oscilar entre 700 y 1050°C (máximo 1700°C para la *CarboProbe HT*).
7. La sonda incluye un empalme de 1", 1 ½" ó 1 ¼" dependiendo de su pedido y del tipo de *CarboProbe*. Al montarla sobre el horno, vigile que la temperatura del cuerpo de sonda no supere los 60°C.
8. El empalme que conecta la sonda con el horno debe ser estanco. Si es necesario, puede comprobar su estanqueidad utilizando un mechero ; al desplazarlo alrededor del empalme, no pueden salir llamas del empalme.
9. Las sondas *CarboProbe ZS* deben alcanzar su temperatura de manera gradual, en caso contrario pueden producirse daños irreversibles en el elemento de medición. Para evitar este problema hay que introducir la sonda lentamente en un horno a temperatura. **La introducción de la sonda en el horno caliente debe hacerse gradualmente en un periodo de 10 minutos.** Esta precaución no es válida para los *CarboProbe ZI* cuya bola es muy resistente a los choques térmicos.

## 4. Aire de referencia

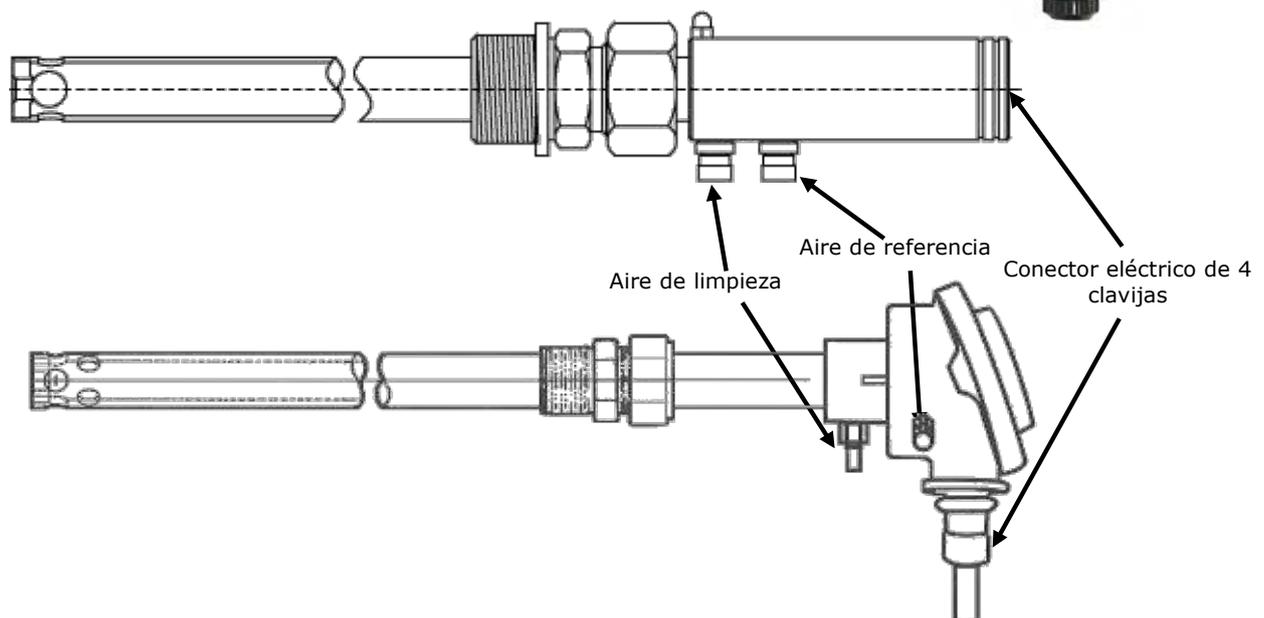
La sonda necesita un aire de referencia limpio y seco. La circulación de aire dentro de la sonda hacia el elemento de medición de óxido de circonio es mínima y puede quedar bloqueada por el polvo o las impurezas. Ciertas impurezas, como el vapor de agua, los vapores de aceite, el polvo presente en la atmósfera de un taller de tratamiento térmico, pueden llegar a contaminar el elemento de medición y perturbar los resultados de la sonda de oxígeno en un plazo de tiempo variable. Del mismo modo, ciertos órganos mecánicos de la sonda pueden quedar deteriorados por oxidación.

Un aire de referencia sano y de calidad constante es indispensable para el buen funcionamiento de las sondas de oxígeno. **Un barrido frecuente del electrolito de  $ZrO_2$  con el aire de referencia es necesario para garantizar mediciones estables y correctas.**

Las elevadas propiedades absorbentes del silicagel que aconsejamos, colocado entre la fuente de alimentación de aire de referencia y la sonda, garantizan la pureza del aire de referencia y unas óptimas condiciones de trabajo.

El filtro silicagel se presenta ya listo para ser montado en los tubos que alimentan el aire de referencia de la sonda de oxígeno.

- Las flechas sobre los elementos de base indican el sentido de circulación del aire.
- Se recomienda montar el filtro silicagel lo más cerca posible de la sonda de oxígeno. Puede instalarlo a la salida del bastidor de regulación o directamente sobre el horno, al lado de la sonda.
- La temperatura del filtro no debe superar los 50°C.
- El filtro se monta en un tubo de 6/8mm de diámetro.



## 5. Encendido del horno

Activar el aire de referencia y conectarlo a la sonda. Si se procede a la instalación o a la sustitución de la sonda en horno caliente, activar el aire de referencia en cuanto sea posible.

La sonda *CarboProbe ZI pro* es resistente a los choques térmicos y por lo tanto puede instalarse rápidamente en un horno caliente. Para las *CarboProbe ZS pro* y *CarboProbe ZS standard*, tenga la precaución de introducir la sonda en el horno durante un periodo de **10 minutos** (sólo si el horno está a alta temperatura).

### ¡ PRECAUCIÓN !

Cuando se cambia o se quita una sonda de un horno a temperatura y bajo gas, deben respetarse las siguientes consignas :

- Cortar la turbina de mezcla de la atmósfera
- Evitar las entradas de aire en el horno. Según los gases presentes en el recinto del horno (hidrógeno) puede producirse una explosión.
- Quitar la sonda con delicadeza, evitando los choques mecánicos y térmicos (para *CarboProbe ZS pro* y *standard*) y dejarla sobre un ladrillo o sobre una superficie de hormigón.
- **NO FORZAR EN NINGÚN CASO EL ENFRIAMIENTO DE UNA SONDA**

El cambio de sonda debería hacerse cuando el horno no esté con gases peligrosos.

## 6. Atmósfera del horno

Las condiciones de trabajo de la sonda (altas temperaturas) y la atmósfera del horno durante este trabajo tienen una influencia directa sobre la duración de la sonda.

**Las siguientes pautas son muy importantes y requieren toda su atención para poder conseguir que la sonda dure más tiempo.**

1. Las piezas tratadas deben estar exentas de grasa o de compuestos a base de zinc.
2. Los residuos de aceite de temple o de sal de temple deben evitarse a toda costa.
3. No utilice cestas a base de zinc para contener las piezas pequeñas, el Zinc acelera el deterioro del elemento de medición de las sondas de oxígeno.
4. La duración de la sonda puede también verse reducida si el horno trabaja al límite del hollín y si este último no se va quemando a intervalos regulares.
5. El mercurio y otros metales pesados son también nefastos para el elemento de medición de la sonda de oxígeno, dentro de lo posible hay que evitarlos.

## 7. Mantenimiento

Las etapas que se enumeran a continuación deben realizarse según la planificación propuesta para garantizar un funcionamiento correcto de la sonda y una mayor longevidad. Consulte el capítulo « 8. Solución de averías » para más amplias informaciones.

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>
Controlar el aire de referencia de la sonda así como el caudal - <i>CarboProbe ZS pro standard</i> : 0.5 - 1l/h - <i>CarboProbe ZI pro</i> : 30 - 50 l/h	1x por semana
Controlar el estado del filtro silicagel así como la pureza del aire de referencia	2x por mes
Lanzar un ciclo de limpieza y de quemado del hollín para liberar el elemento de medición de sus impurezas. - Caudal de limpieza : 300l/h	Cada 4 horas
Si el quemado del hollín no parece eficaz, hay que desmontar la sonda, <b>dejarla enfriar</b> y limpiar el hollín con aire comprimido.	1x semana
Controlar el buen funcionamiento de las máquinas lavadoras de las piezas tratadas	2x por mes

## 8. Solución de averías

### **Introducción**

Cuando se tengan dudas sobre el buen funcionamiento de una sonda, existen algunos controles sencillos, a efectuar durante el trabajo, que pueden ayudar a diagnosticar el problema. La mayoría de los reguladores de potencial carbono indican la temperatura y la señal mV proveniente de la sonda. Compruebe con el regulador si dichas indicaciones son plausibles, para establecer si el problema proviene de la temperatura o de la señal mV.

### **Control de la impedancia de la sonda**

Coloque una resistencia de 50kohm a través de los pins de la señal mV (3 y 4). La señal mV debe caer, si la caída de dicha señal es inferior a un 20% del valor original, no hay problema. En cambio, si la caída de la señal es superior al 50% entonces la sonda debe probablemente ser reparada, el elemento de medición está visiblemente contaminado.

### **Controlar el aire de referencia y la estanqueidad**

En primer lugar, desconecte la alimentación de aire de referencia de la cabeza de sonda y compruebe que llega el aire. Vuelva a conectar el aire de referencia. Controle si el tubo de llegada de aire de referencia está efectivamente conectado en el empalme correspondiente. A continuación efectúe los procedimientos siguientes en función del tipo de sonda :

#### **CarboProbe ZS pro y ZS standard**

Durante el funcionamiento de la sonda, corte bruscamente la llegada de aire de referencia (pellizcándolo con el dedo). La señal de salida de la sonda debería perder progresivamente varios mV en un minuto. Si el cambio es de más de 25 mV, la sonda está probablemente fisurada y da indicaciones falsas. En ese caso, debe ser reparada. Soltar el tubo, la tensión mostrada debe alcanzar su primer valor inmediatamente.

#### **CarboProbe ZI pro**

Durante el funcionamiento de la sonda, corte bruscamente la llegada de aire de referencia (pellizcándolo con el dedo). El valor mV debe perder lentamente 20 mV en un máximo de 5 segundos ; soltar el tubo, la tensión mostrada debe alcanzar su primer valor inmediatamente. Si la tensión de la sonda cae bruscamente, perdiendo más de 20 mV en 10 segundos, la estanqueidad de la sonda deja de ser satisfactoria. En ese caso, la sonda debe ser reparada.

#### **Reactivación del filtro**

Cuando el elemento absorbente (pepitas azules) alcanza su saturación de humedad, su color cambia al blanco rosado. Entonces es indispensable reactivar el filtro; para ello :

1. Desenrosque la cuba en sentido contrario al de las saetas del reloj
2. Extraiga el silicagel
3. Regenere el silicagel mediante secado a una temperatura de unos 150°C durante 60 minutos
4. Limpie el cartucho del filtro con alcohol y la cuba de plástico con agua y jabón
5. Vuelva a montarlo todo poniendo un cuidado especial para que la junta tórica de estanqueidad quede bien colocada y ligeramente engrasada.

### **Controle el termopar**

Desconecte el cable de conexión y utilice un mV-metro para controlar la señal de salida del termopar. Comience desde el regulador y vuelva progresivamente hacia los bornes de la sonda, después hacia los hilos del termopar dentro de la cabeza de la sonda. Efectúe varias mediciones a lo largo del circuito para localizar el defecto. Si el defecto del termopar se sitúa en el interior de la sonda, esta última deberá ser reparada.

Si lo desea, ECONOX puede también facilitarle las tablillas de conversión entre milivoltios y temperatura para los termopares de tipo S, R y K.

### **Controlar la señal oxígeno**

Si la sonda produce una señal oxígeno pero la señal le parece incorrecta, efectúe los siguientes controles. Todos estos controles pueden efectuarse mientras la sonda está en el horno. Estos controles no constituyen una calibración pero dan una indicación sobre el estado de la sonda.

1. Mida la señal mV oxígeno. Deje el mV-metro conectado a los bornes y cortocircuite **rápidamente (1s máximo)** las clavijas mV oxígeno de la sonda, después quite el cortocircuito. La señal mV debería reaparecer inmediatamente. Si se restablece lentamente, es síntoma de que la sonda está averiada y debe sustituirla.
2. Desconecte acto seguido el cable de enlace y utilice un mV-metro para controlar la señal mV. Comience desde el regulador y vuelva progresivamente hacia los bornes de la sonda. Efectúe varias mediciones a lo largo del circuito para localizar el defecto. Si el defecto del termopar se sitúa en el interior de la sonda, esta última deberá ser reparada.

### **Controlar la eficacia de una purga**

Controle la señal oxígeno durante un ciclo de purga (quemado). No es posible hacer una recomendación general sobre los caudales de aire de purga. El parámetro crucial no es la cantidad de aire de referencia sino la respuesta a este último. El caudal correcto es el necesario para poner la señal mV por debajo de 250 mV durante un minuto.

El caudal de aire de purga no debe ser tal que produzca diferencias excesivas de temperatura. El quemado de hollín debe ser controlado por un termopar para evitar un calentamiento excesivo del elemento de medición. Puede resultar necesario sacar la sonda del horno y limpiar los residuos de hollín con aire comprimido (después de que la sonda se haya enfriado a temperatura ambiente).

La quema total del hollín es efectiva cuando la tensión se aproxima a 0mV.

## 9. Reparación de la sonda

Las sondas *CarboProbe* son instrumentos de medición de alta tecnología sometidos a condiciones de trabajo que pueden ser difíciles. La duración de una sonda depende en gran parte de las condiciones en que se utiliza. Si sospecha que la sonda funciona mal y el capítulo de solución de averías no le permite resolver el problema, entonces la sonda necesita realmente una reparación.

Cuando envíe una sonda para ser reparada, póngala en el embalaje original, indique « Fragile Instrument » y mándelo a :

### **ECONOX**

Rue de l'église 25  
2942 Alle – Switzerland  
T: ++41 32 465 10 00  
F: ++41 32 465 10 01  
[www.econox.ch](http://www.econox.ch)  
[info@econox.ch](mailto:info@econox.ch)