

Manual de funcionamiento e instrucciones

Troxler RoadReader™

Modelo 3430 Medidor de
humedad-densidad en
superficie



Troxler Electronic Laboratories, Inc.

3008 Cornwallis Rd. • P.O. Box 12057

Research Triangle Park, NC 27709

Teléfono: 1.877.TROXLER

Fuera de EE. UU.: +1.919.549.8661

Fax: +1.919.549.0761

www.troxlerlabs.com

Los productos de Troxler están protegidos por patentes estadounidenses y extranjeras

Copyright © 2015

Troxler Electronic Laboratories, Inc.

Quedan reservados todos los derechos

Nada de este manual puede reproducirse o transmitirse en modo alguno ni por ningún medio, sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabaciones, o sistemas de almacenamiento y recuperación de información, para el fin que sea sin el consentimiento expreso por escrito de Troxler Electronic Laboratories, Inc.

Magnalube-G es una marca registrada de la empresa Magnalube, Inc.

BindOff es una marca registrada de la empresa Chemical Solutions, Inc.

PN 110990.0002

Julio de 2015

Versión 1.1

SEGURIDAD ALERTA SÍMBOLO

El símbolo de alerta de seguridad aparecerá en este manual. Dondequiera que aparezca en este manual o en las señales de seguridad adheridas en la máquina, esto es para dar a conocer todo el potencial de lesiones personales y ser cauteloso cuando estas imágenes están presentes.

Tenga siempre en cuenta todas las recomendaciones de ADVERTENCIA, PRECAUCIÓN, y NOTA enumeradas en este manual antes de utilizar la máquina.



CENTRO DE SERVICIOS DE TROXLER

Sede corporativa de Troxler

P.O. Box 12057

Research Triangle Park, NC 27709

Teléfono: 1.877.TROXLER (1.877.876.9537)

Fuera de EE. UU.: +1.919.549.8661

Fax: +1.919.549.0761

Soporte técnico

Teléfono: 1.877.TROXLER

(1.877.876.9537)

TroxTechSupport@troxlerlabs.com

Centro de servicios de Carolina del Norte

3008 E. Cornwallis Road

Research Triangle Park, NC 27709

Teléfono: +1.919.549.8661

Fax: +1.919.549.0761

TroxTechSupport@troxlerlabs.com

Centro de servicios y oficina de Florida

2376 Forsyth Road

Orlando, FL 32807

Teléfono: +1.407.681.4221

Fax: +1.407.681.3188

TroxTechSupport@troxlerlabs.com

Centro de servicios y oficina del Medio Oeste

1430 Brook Drive

Downers Grove, IL 60515

Teléfono: +1.630.261.9304

Fax: +1.630.261.9341

TroxTechSupport@troxlerlabs.com

Centro de servicios y oficina del oeste

11300 Sanders Drive, Suite 7

Rancho Cordova, CA 95742

Teléfono: +1.916.631.0234

Fax: +1.916.631.0541

TroxTechSupport@troxlerlabs.com

Centro de servicios y oficina del Suroeste

2016 East Randol Mill Rd., Suite 406

Arlington, TX 76011

Teléfono: +1.817.275.0571

Fax: +1.817.275.8562

TroxTechSupport@troxlerlabs.com

Centro de servicios de Troxler Europa

Troxler Electronics GmbH

Gilchinger Strasse 33 D.82239 Alling nr.

Múnich, Alemania

Teléfono: ++ 49.8141.71063

Fax: ++49.8141.80731

troxler@t-online.de

Troxler Electronic Technologies (Zhangjiagang)

1F, Bldg G, No. 1 Guotai North Road

ZJG, China, 215600

Teléfono: 0086.512.56793702

Fax: 0086.512.56793701

kjin@troxlerlabs.cn

Para localizar un socio de servicios independiente, autorizado por Troxler, cerca de usted, llame al 1.877.TROXLER (1.877.876.9537).

ACERCA DE ESTE MANUAL

El *Manual de funcionamiento e instrucciones* del Modelo 3430 ofrece información detallada de este medidor. El manual incluye información sobre la seguridad del producto, así como instrucciones para una correcta instalación y utilización del medidor Modelo 3430.

Este manual se organiza de la siguiente manera:

Capítulo 1. Introducción – Ofrece información sobre cómo utilizar el medidor de forma segura; un breve resumen de la unidad y sus características; una lista de componentes y accesorios; e instrucciones sobre desembalaje e inspección.

Capítulo 2. Teoría del funcionamiento – Ofrece una breve descripción del funcionamiento del medidor en relación con sus fuentes.

Capítulo 3. Cómo utilizar el medidor – Describe el teclado y ofrece instrucciones para la configuración, puesta en marcha y funcionamiento del medidor.

Capítulo 4. Funcionamiento avanzado del medidor – Describe las opciones disponibles desde el menú Especial.

Capítulo 5. Funciones especiales – Describe las funciones especiales del medidor, como la prueba estadística y la de deriva y el restablecimiento de memoria.

Apéndice A. Mantenimiento y resolución de problemas – Ofrece información sobre mantenimiento y revisiones, así como instrucciones para solucionar problemas básicos.

Apéndice B. Especificaciones – Contiene especificaciones mecánicas, eléctricas y de desempeño ambiental.

Apéndice C. Transporte y envío – Ofrece información sobre los requisitos de transporte y envío en Estados Unidos y Canadá.

Apéndice D. Seguridad y teoría en materia de radiaciones – Ofrece información básica sobre radiaciones, requisitos legales y medidas preventivas para usar el medidor con seguridad.

Apéndice E. Registro de recuento estándar – Utilice este formulario para registrar sus lecturas de recuentos estándar.

CÓMO UTILIZAR ESTE MANUAL

Enhorabuena por la compra del medidor de humedad-densidad en superficie, modelo 3430, de Troxler.

El *Manual de funcionamiento e instrucciones* del Modelo 3430 contiene información sobre funcionamiento del Modelo 3430 e instrucciones sobre cómo utilizar este medidor. Incluye selección de emplazamientos, configuración básica de parámetros, determinación de la humedad y la densidad, almacenamiento de datos y funciones avanzadas, además de información radiológica y resolución de problemas del sistema.

CONVENCIONES EMPLEADAS EN ESTE MANUAL

En este manual se utilizan los siguientes símbolos y formatos especiales para indicar el propósito del texto.



AVISO

Los avisos indican estados o procedimientos que, si se pasan por alto, podrían ocasionar lesiones.

PRECAUCIÓN

Los avisos de precaución indican estados o procedimientos que, si se pasan por alto, podrían ocasionar daños en el equipo.

NOTA

Las notas ofrecen información importante que debe leerse para asegurar un correcto funcionamiento.

⟨**TECLA**⟩

indica una tecla o carácter que se debe pulsar en el teclado de la unidad ADU.

Este estilo

**PANTALLA–Estilo y
sombreado empleados para
simular la pantalla del panel
de control**

1. Indica un procedimiento con varios pasos.
- ◆ Indica una lista de cosas (como equipamientos) necesarias o aspectos importantes que se deben conocer.
- ▶ Indica que hay más de una opción disponible. Deberá seleccionar la opción que corresponda.

PRECAUCIONES Y AVISOS



Las unidades destinadas a utilizarse en países de la Comunidad Europea se envían con un adaptador de CA, número de componente de Troxler 108354.



Solo personal de servicio cualificado debería retirar la cubierta del medidor. Dentro no hay componentes que pueda revisar un usuario. Tenga en cuenta que los componentes que hay detrás de la cubierta podrían provocar descargas superiores a 50 voltios durante el funcionamiento normal del medidor.



El Apéndice D, Seguridad y teoría en materia de radiaciones, debería leerse con detenimiento y entenderse antes de utilizar el medidor.



La varilla con la fuente se retrae automáticamente a la posición **SEGURIDAD** cuando se levanta el medidor por el mango.



Los medidores del Modelo 3430 no son impermeables. No los utilice cuando está lloviendo. Si se moja el medidor, asegúrese de secarlo totalmente antes de guardarlo en la caja para su almacenamiento. Unas pocas gotas de humedad que puedan entrar en el interior del medidor bastarían para ocasionar daños. Si sospecha que podría haber humedad dentro del medidor, abra el panel del teclado y accione la función de ventilación o secado (a baja potencia) en el medidor durante una hora o más hasta que se seque.

TABLA DE CONTENIDOS

CHAPTER 1: INTRODUCCIÓN.....	1-1
Introducción.....	1-2
Componentes y accesorios del medidor.....	1-4
Desembalaje e inspección	1-6
CHAPTER 2: TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO	2-1
Densidad.....	2-2
Humedad.....	2-5
CHAPTER 3: CÓMO UTILIZAR EL MEDIDOR.....	3-1
El teclado.....	3-2
Posiciones de la varilla con la fuente.....	3-4
Inspección diaria.....	3-5
Cómo encender el medidor.....	3-5
Configuración del medidor	3-7
Cómo realizar un recuento estándar	3-10
Preparación del emplazamiento.....	3-13
Cómo tomar una medición – Modo suelo	3-16
CHAPTER 4: FUNCIONAMIENTO AVANZADO DEL MEDIDOR 4-1	
Compensaciones	4-2
Mediciones en capas delgadas.....	4-8
CHAPTER 5: CARACTERÍSTICAS OPCIONALES Y FUNCIONES ESPECIALES.....	5-1
Almacenamiento de datos.....	5-2
Puerto USB.....	5-2

Teclado de inicio remoto	5-3
Baterías alcalinas para uso en contingencias	5-3
Idiomas.....	5-3
Ultimo Conteo.....	5-4
Compensación.....	5-4
Prueba estadística.....	5-4
Prueba de deriva	5-7
Gravedad específica	5-9
Densidad sin vacíos.....	5-10
Configurar unidades	5-10
Restablecimiento de memoria	5-11
Inhibición de 15 segundos	5-11
Estado de las baterías.....	5-13
Ver constantes.....	5-13
Estado de CLI	5-13
APPENDIX A : MANTENIMIENTO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	A-1
Resolución de problemas.....	A-2
Carga de baterías	A-8
Mantenimiento mecánico.....	A-10
Componentes de repuesto.....	A-14
Cómo devolver el medidor para su revisión.....	A-15
APPENDIX B : ESPECIFICACIONES.....	B-1
Especificaciones de medición.....	B-2
Especificaciones radiológicas	B-4
Especificaciones eléctricas	B-4

Especificaciones mecánicas.....	B-6
APPENDIX C : TRANSPORTE Y ENVÍO.....	C-1
Requisitos de envío de EE. UU.	C-2
Requisitos de envío de Canadá	C-4
APPENDIX D : TEORÍA DE LA RADIACIÓN Y	
SEGURIDAD	D-1
Teoría de la radiación	D-2
Seguridad en materia de radiaciones.....	D-5
Requisitos reglamentarios	D-13
Precauciones al utilizar el medidor	D-16
Perfil de radiación	D-18
APPENDIX E : REGISTRO DE RECuentOS ESTÁNDAR	
E-1	

ÍNDICE

GARANTÍA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Medidor Modelo 3430 y accesorios.....	1-5
Figura 2. Geometría de transmisión directa.....	2-3
Figura 3. Geometría de retrodispersión.....	2-3
Figura 4. Efectos en la densidad de la superficie de retrodispersión.....	2-4
Figura 5. Efecto de la humedad en la profundidad de la medición.....	2-6
Figura 6. Teclado del Modelo 3430.....	3-2
Figura 7. Posiciones de la varilla con la fuente.....	3-4
Figura 8. Posición de recuento estándar.....	3-12
Figura 9. Posicionamiento de la varilla de perforación.....	3-14
Figura 10. Cómo marcar la zona de la prueba.....	3-15
Figura 11. Ilustración de vacíos.....	3-19
Figura 12. Diagrama de un átomo.....	D-3
Figura 13. Efecto de la distancia en la exposición.....	D-7
Figura 14. Cómo limpiar el bloque corredizo de tungsteno.....	D-12
Figura 15. Medidor Modelo 3430 y caja de transporte.....	D-18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Funciones del teclado del Modelo 3430.....	3-3
Tabla 2. Valores K para recubrimientos de capa delgada ...	4-10
Tabla 3. Perfil de radiación para el Medidor Modelo 3430	

ATENCIÓN: AL PROPIETARIO DEL MEDIDOR MODELO 3430

Esta unidad contiene funciones cuyo uso requieren introducir un Código de acceso. Esto permite un mayor grado de control sobre el acceso a dichas funciones. Si prefiere que la Dirección sea la responsable de este control, retire esta página al momento de recibir el medidor y guárdela en algún sitio seguro.

EL CÓDIGO DE ACCESO DE ESTE MEDIDOR ES:

4678

NOTAS

Chapter 1:

Introducción

Este capítulo trata de los siguientes temas y tareas:

- ✓ Introducción a su nuevo medidor Modelo 3430
- ✓ Inspección y desembalaje
- ✓ Componentes y accesorios que se incluyen

Introducción

El medidor de humedad-densidad en superficie, Modelo 3430, puede determinar con rapidez y precisión la humedad y densidad de suelos, bases de suelos, agregado (áridos), hormigón y hormigón asfáltico sin el uso de muestras en testigos u otros métodos destructivos.

Mediante la transmisión directa o radiación de rayos gamma por retrodispersión, el medidor Modelo 3430 determina la densidad de los materiales contando el número de fotones emitido por una fuente de cesio-137. Los detectores de Geiger-Mueller (G-M) ubicados en la base del medidor detectan la radiación de rayos gamma y un microprocesador convierte los recuentos en una lectura de la densidad.

Utilizando el principio de termalización de neutrones, el Modelo 3430 determina el contenido de humedad en suelos y materiales similares a suelos. El hidrógeno (agua) en el material ralentiza los neutrones emitidos desde un isótopo de americio-241: fuente de berilio. Los detectores de helio-3 ubicados en la base del medidor detectan los neutrones ralentizados.

El método nuclear de prueba de densidad y humedad ha sido aprobado por la Sociedad americana de pruebas y materiales (ASTM, por su sigla en inglés). El Modelo 3430 cumple o supera todos los estándares de la Sociedad americana de pruebas y materiales (ASTM, por su sigla en inglés) (o la sociedad equivalente que corresponda), incluyendo:

- ◆ ASTM C-1040: Métodos estándar de prueba para densidad de hormigón endurecido y no endurecido in situ, incluyendo hormigón compactado por rodillo, mediante métodos nucleares
- ◆ ASTM D-2950: Método de prueba estándar para densidad de hormigón bituminoso in situ mediante método nuclear.
- ◆ ASTM D-6938: Métodos de prueba estándar para densidad in situ y contenido hídrico en suelos y agregados (áridos) mediante métodos nucleares (poca profundidad)

Parte de la información contenida en este manual se utiliza en los cursos de formación impartidos por Troxler Electronic

Laboratories, Inc., así como para ayudar a los compradores a obtener la licencia de materiales radioactivos de la Comisión de Reglamentación Nuclear de EE. UU. o de un estado con la que esta tenga suscrito un acuerdo. Los propietarios de este medidor deben mantener una licencia de materiales radioactivos en vigor mientras sean dueños del medidor, aun cuando estuviera guardado y sin utilizar de forma activa.

Cualquier tema de autorizaciones que se trate en este manual se aplica a Estados Unidos exclusivamente. Para adquirir un Modelo 3430 en Canadá, los propietarios deben obtener una licencia radioisotópica de la Comisión de Seguridad de Energía Nuclear de Canadá (CNSC, por su sigla en inglés). El propietario debería obtener copias de las regulaciones de la CNSC y de la legislación vigente en materia de transporte de mercancías peligrosas. Este manual ofrece una guía de los requisitos de envío de Canadá en el Apéndice D.

Se aconseja a los propietarios que exijan el estudio de este manual a los usuarios del instrumento antes de permitirles su uso. Para monitorizar la exposición a la radiación, el personal debería llevar un dosímetro mientras utilice o limpie el medidor. La lectura de los apartados del manual que tratan de la seguridad en materia de radiaciones debería ser obligatoria para operarios y posibles operarios. **Si dichos apartados no quedaran completamente claros, los usuarios deberían pedir ayuda a Troxler, a un representante nombrado por Troxler o a otros que designe la organización de usuarios.** Si asiste al *Curso de formación del medidor nuclear de Troxler* podrá encontrar información adicional sobre seguridad en materia de radiaciones.

Como se realizan cambios continuos en la legislación local, estatal y nacional, el propietario/usuario debe mantenerse al corriente de dichos cambios en las legislaciones. *La responsabilidad por su cumplimiento recae en última instancia en el propietario.* Se recomienda al propietario adquirir los Títulos 10 y 49 del *Código de reglamentos federales* y la legislación local/estatal que sea aplicable y regirse por ellos.

Componentes y accesorios del medidor

Utilice Figura 1 y la siguiente lista para identificar el medidor y sus componentes según se van desembalando.

- ◆ El **Medidor** es el instrumento portátil que contiene todos los módulos electrónicos, el paquete con las baterías recargables, los detectores y las fuentes radioactivas.
- ◆ El **Bloque de referencia estándar** ofrece un estándar de medición para recuentos estándar y se utiliza durante las pruebas estadística y de deriva.
- ◆ La **Varilla de perforación** se utiliza para realizar agujeros y obtener mediciones por transmisión directa. **No utilice la varilla con la fuente del medidor para hacer agujeros.**
- ◆ La **Placa de raspado/Guía de la varilla de perforación** se utiliza para preparar el emplazamiento de la prueba y guiar la varilla de perforación para realizar mediciones por transmisión directa.
- ◆ La **Herramienta de extracción** sirve como palanca para extraer la varilla de perforación de los materiales del suelo.
- ◆ El **cargador de CA** y el **adaptador de CC** se utilizan para cargar las baterías del medidor. El cargador de CA admite valores entre 90 – 220 V de CA, 50/60 Hz y proporciona 12 V de CC. El adaptador de CC permite la recarga desde una toma de corriente accesoria de un automóvil.
- ◆ La **Caja de transporte** suministrada con el medidor está aprobada como embalaje de tipo A y no debería someterse a ninguna alteración. Utilice siempre esta caja de transporte para enviar o transportar el medidor.
- ◆ El **Manual de funcionamiento e instrucciones** explica cómo utilizar el medidor.

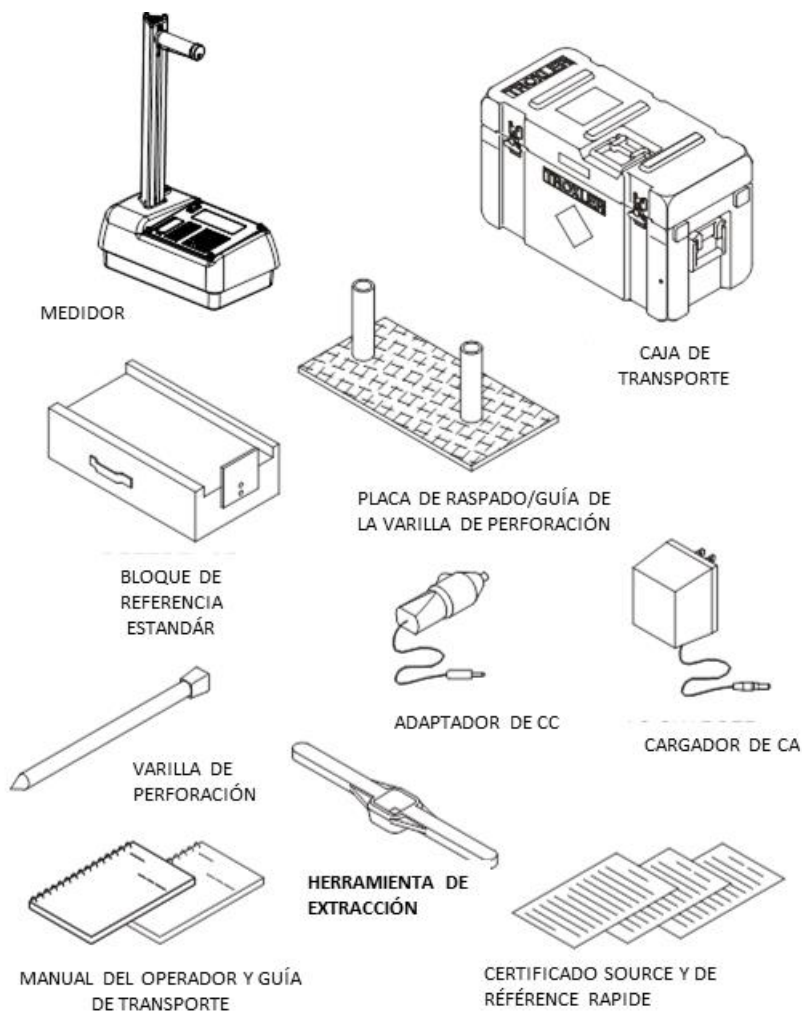


Figura 1. Medidor Modelo 3430 y accesorios

Desembalaje e inspección

Troxler recomienda que todos los operarios lleven un dosímetro mientras estén utilizando el medidor. Cuando reciba el medidor de la fábrica, realice una inspección y un inventario completos. Si la caja de transporte o cualquier otro componente o accesorio parece dañado, notifíquelo inmediatamente a la empresa de transporte y al representante de Troxler.

Guarde la caja y los materiales de embalaje para su posible transporte a otra ubicación o para devolverlo a la fábrica.

Inspeccione los elementos siguientes en la caja de transporte:

- ◆ Medidor
- ◆ Bloque de referencia estándar
- ◆ Varilla de perforación
- ◆ Placa de raspado/Guía para la varilla de perforación
- ◆ Herramienta de extracción
- ◆ Cargador de CA
- ◆ Adaptador de CC (para el encendedor de cigarrillos de un vehículo)
- ◆ *Manual de funcionamiento e instrucciones*
- ◆ Garantía del medidor
- ◆ Certificado de la fuente
- ◆ *Guía de transporte* (Esta guía hace referencia a los estándares de EE. UU. Para otros países, consulte la legislación local. En ausencia de legislación local, utilice esta guía solo como referencia).



AVISO

La varilla con la fuente siempre debería estar bloqueada en la posición **SEGURIDAD** cuando no se utilice el medidor.

NOTA

Cargue las baterías durante tres horas antes de su uso inicial.

Termine el proceso de desembalaje e inspección siguiendo estos pasos:

1. Saque el medidor de la caja de transporte e inspeccione si hay daños en la superficie exterior.
2. Compruebe la cerradura en el mango de la varilla con la fuente y asegúrese de que encajan las llaves.
3. Quite el seguro, libere el disparador y compruebe el funcionamiento de la varilla con la fuente. Debería moverse hacia arriba y hacia abajo sin esfuerzo.
4. Vuelva a poner el seguro en el mango y a meter el medidor en la caja de transporte.

NOTAS

Chapter 2:

Teoría del funcionamiento

Este capítulo trata de los siguientes temas y tareas:

- ✓ Teoría del funcionamiento y modos de transmisión
- ✓ Resumen de las mediciones de humedad y densidad

Densidad

El medidor Modelo 3430 utiliza dos modos de funcionamiento: *modo de transmisión directa* (varilla con la fuente insertada en el material) y *modo de retrodispersión*. Figura 2 y Figura 3 9++6ilustran estos dos modos de funcionamiento.

En el modo de *transmisión directa*, la varilla que contiene la fuente de Cesio-137 (8 mCi/0,3 GBq) se baja hacia la profundidad deseada. Los detectores ubicados en la base del medidor miden la radiación emitida por la varilla con la fuente. Los fotones gamma que llegan a los detectores deben pasar primero a través del material, mediante la colisión con los electrones presentes en el material. Por lo general, cuanto menor es el número de fotones que llegan a los detectores, mayor será la densidad del material.

En el modo de *retrodispersión*, los fotones gamma que entran en el material deben dispersarse (o reflejarse) para llegar a los detectores. Con la varilla bloqueada en la primera marca, la fuente y los detectores estarán en el mismo plano, lo cual se conoce como posición de retrodispersión. Los fotones emitidos desde la fuente penetran en el material y los detectores miden los fotones dispersos.

Mientras la geometría de transmisión directa mide la densidad media del material desde la fuente a la superficie, la geometría de retrodispersión ofrece una media altamente ponderada por la densidad cercana a la superficie.

Figura 4 muestra dos *curvas del efecto en la capa superior* normalizadas, lo cual ilustra los porcentajes de fotones en los detectores en varias profundidades. Las dos curvas pueden utilizarse para computar la respuesta del medidor a capas de material de distintas densidades. Por ejemplo, la densidad de los últimos centímetros de la capa de la superficie supone aproximadamente un 52% de la medición de la densidad por retrodispersión.

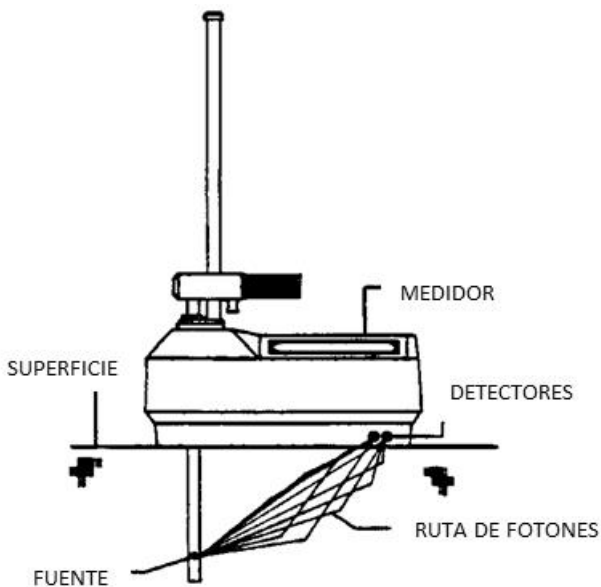


Figura 2. Geometría de transmisión directa

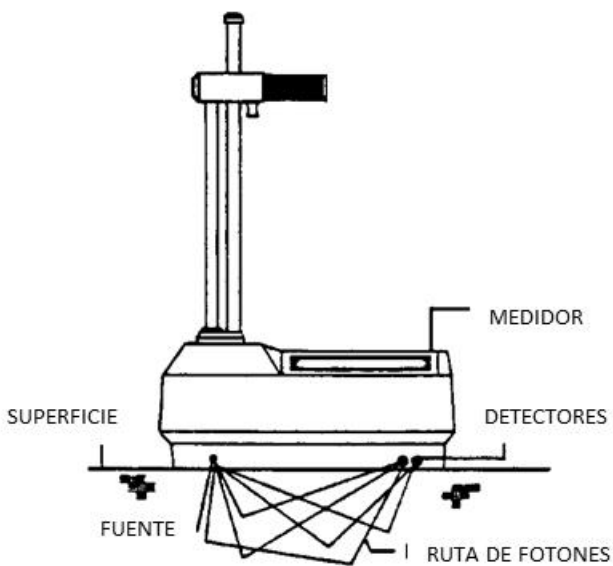


Figura 3. Geometría de retrodispersión

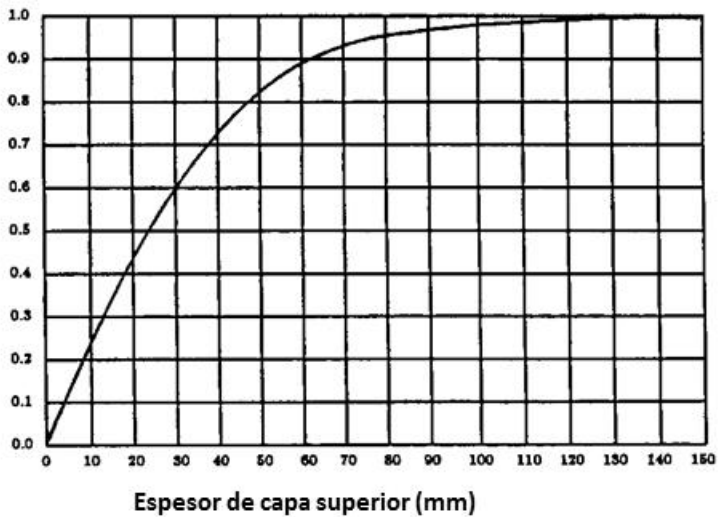
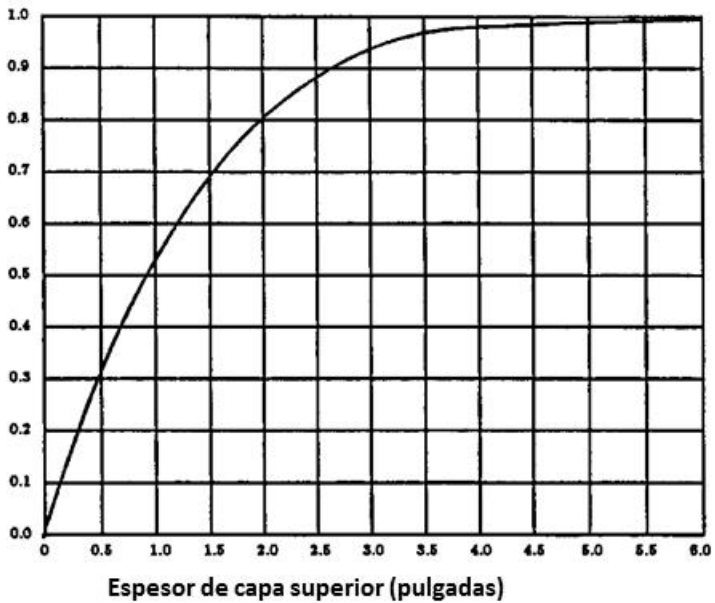


Figura 4. Efectos en la densidad de la superficie de retrodispersión
(Curvas del efecto en la capa superior)

Humedad

El medidor Modelo 3430 utiliza una fuente de neutrones Americio-241:Berilio de 40 mCi (1,48 GBq) para medir el contenido de hidrógeno (por consiguiente, el contenido hídrico) del material.

Los neutrones emitidos por la fuente Am-241:Be penetran en el material y quedan *termalizados* (o ralentizados). *Termalización* es el proceso donde se ralentizan los neutrones hasta un punto en que las nuevas colisiones con hidrógeno u otros materiales no seguirán ralentizando al neutrón.

El medidor Modelo 3430 contiene el detector de neutrones de helio-3 que es sensible a los neutrones termalizados. Este detector no es sensible a neutrones "rápidos" o no termalizados y, como resultado, los recuentos obtenidos son directamente proporcionales a la cantidad de hidrógeno/humedad presente en el material.

La profundidad de la medición, o profundidad a la cual pasa el 98% de los neutrones contados antes de llegar al detector, es una función del contenido de la humedad:

$$\textit{Profundidad (pulgadas)} = 11 - (0,17 \times M), \textit{ donde: } M = \textit{humedad en pcf}$$

o bien

$$\textit{Profundidad (mm)} = 280 - (0,27 \times M), \textit{ donde: } M = \textit{humedad en kg/m}^3$$

Por tanto, cuanto mayor es el contenido de humedad en el material que se mide, menor la profundidad de la medición. La curva normalizada configurada que se muestra en Figura 5 en la página siguiente ilustra el efecto del contenido de humedad en la profundidad de la medición.

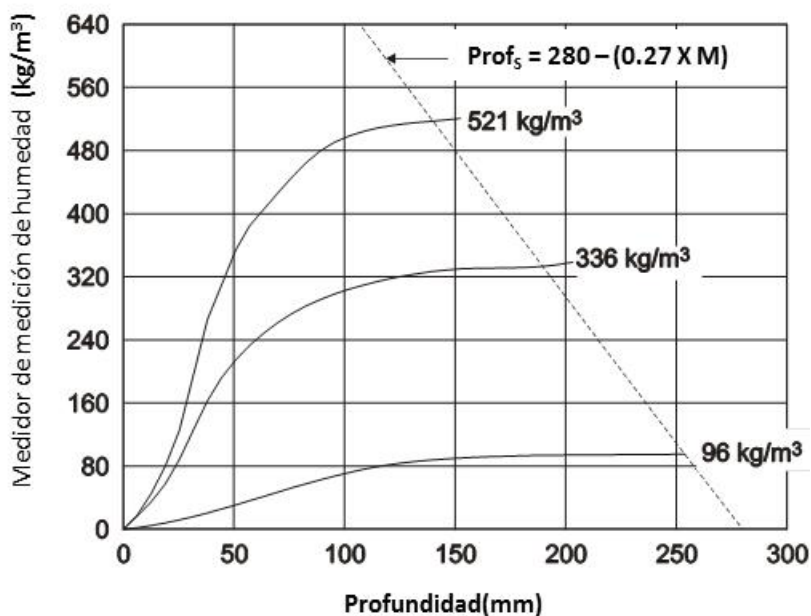
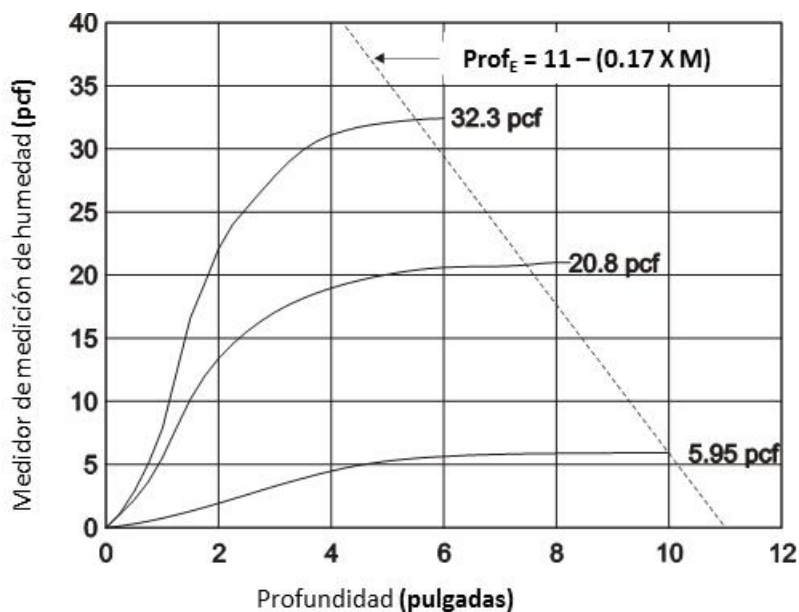


Figura 5. Efecto de la humedad en la profundidad de la medición

Chapter 3:

Cómo utilizar el medidor

Este capítulo abarca los siguientes temas y tareas:

- ✓ Funcionamiento básico del Modelo 3430
- ✓ Configuración inicial
- ✓ Cómo preparar el emplazamiento de la prueba
- ✓ Cómo tomar mediciones

El teclado

El teclado del medidor de humedad-densidad en superficie, Modelo 3430, consta de once teclas, es decir, un teclado de ocho funciones más las teclas <SÍ>, <NO/ESC>, y <LUZ>.

El medidor viene equipado con un emisor de tonos interno para verificar las pulsaciones en el teclado. Si no se escucha un *bip* al pulsar una tecla, significa que no se ha reconocido esa pulsación y debería repetirse.

Las teclas <SÍ> y <NO/ESC> se utilizan para dar respuesta a preguntas concretas que aparecen en pantalla. La tecla <LUZ> se utiliza para encender y apagar la retroiluminación de la pantalla LCD.

Las flechas de arriba y abajo permiten al operario desplazarse por las diversas listas de funciones que aparecen en la pantalla del medidor.

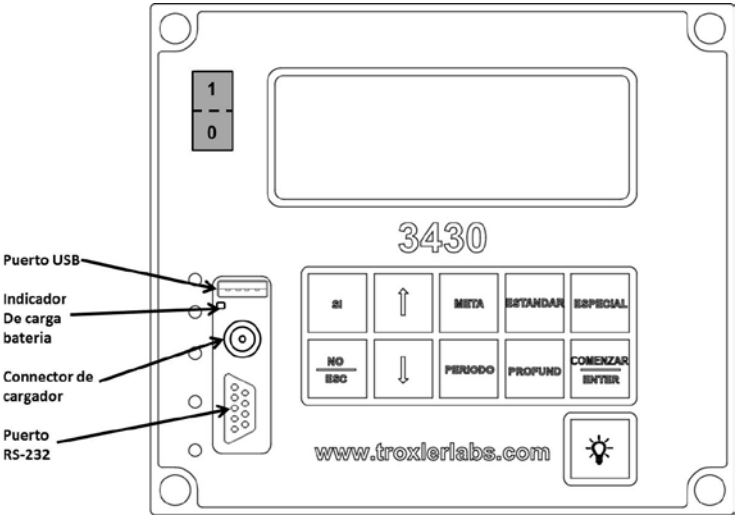


Figura 6. Teclado del Modelo 3430

Tabla 1 ofrece una descripción detallada de cada una de las teclas.

Tabla 1. Funciones del teclado del Modelo 3430

TECLAS	DESCRIPCIÓN
SÍ	Responde <i>Sí</i> a las indicaciones.
<u>NO</u> ESC	Responde <i>No</i> a las indicaciones y sale de los menús sin guardar los cambios.
↑	Desplaza la pantalla hacia arriba.
↓	Desplaza la pantalla hacia abajo.
META	Permite introducir o habilitar un valor de Proctor o de Gmb.
PERIODO	Permite al operario cambiar el periodo de recuento.
ESTÁNDAR	Se utiliza para acceder al modo de <i>Recuento estándar</i> .
PROFUND	Permite introducir la profundidad de la varilla con la fuente.
ESPECIAL	Ofrece acceso a las funciones <i>Especiales</i> .
<u>COMENZAR</u> ENTER	Se utiliza para comenzar una medición o completar una entrada de respuesta.
LIGHT (LUZ)	Enciende y apaga la retroiluminación de la pantalla LCD.

NOTA

El medidor se apagará automáticamente a las cinco horas si no se pulsa ninguna tecla.

Posiciones de la varilla con la fuente

Como se ha mostrado en Figura 7, la varilla con la fuente puede situarse en las posiciones **SEGURO**, retrodispersión o transmisión directa. Cuando no se están tomando mediciones, mantenga la varilla con la fuente en la posición **SEGURO**. Al medir una capa delgada u otros materiales en los que no se puede perforar un agujero, utilice la posición de retrodispersión. En las posiciones de transmisión directa, la varilla con la fuente se introduce en un agujero perforado previamente.

Figura 7 muestra las posiciones disponibles de la varilla con la fuente.

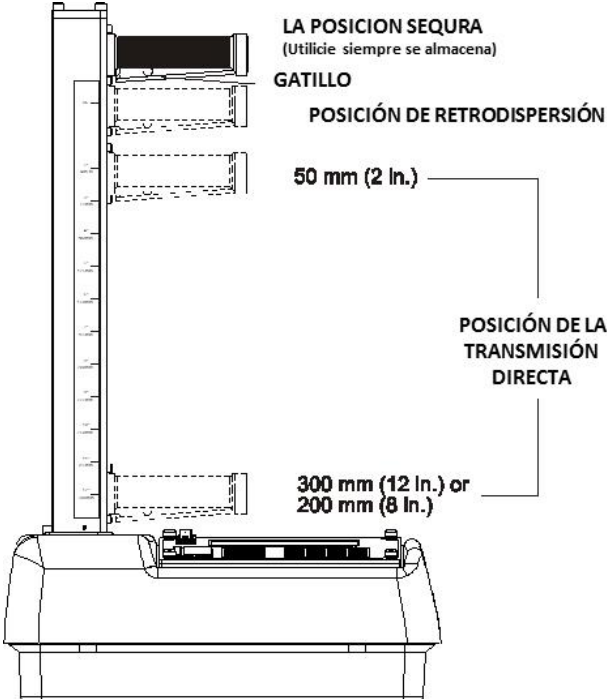


Figura 7. Posiciones de la varilla con la fuente

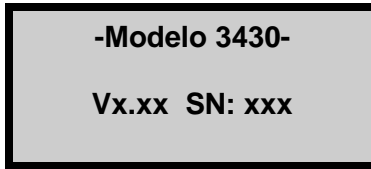
Inspección diaria

El medidor debería inspeccionarse a diario antes de su uso para asegurar el correcto funcionamiento de todas las funciones de seguridad. Consulte el Apéndice D para ver el procedimiento de inspección.

Cómo encender el medidor

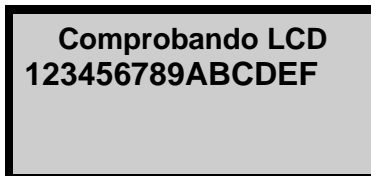
El medidor utiliza baterías NiMH recargables (incluidas) como fuente de alimentación. Cuando se enciende por primera vez, el panel de control muestra los caracteres de prueba antes de continuar con la autopueba.

Para encender el medidor, utilice el interruptor de encendido/apagado situado a la izquierda de la pantalla del medidor. Al encender el medidor, en la pantalla aparecerá:



-Modelo 3430-
Vx.xx SN: xxx

El medidor, seguidamente, realiza una prueba de su LCD (pantalla de cristal líquido):



Comprobando LCD
123456789ABCDEF

Una vez que el medidor ha realizado la autopueba de 300 segundos, el medidor queda en modo *Listo*. En este estado, se puede acceder a cualquiera de las funciones del medidor. La pantalla del modo *Listo* es:



-Listo--
03-08-2014 12:21 PM
Prj: TROXLER

Pulse <ENTER>

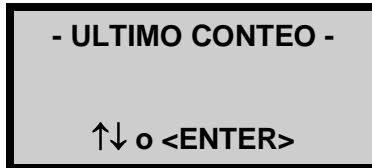
La primera línea de la pantalla indica el *tiempo de recuento* actual. La segunda línea de la pantalla indica la profundidad seleccionada para la varilla con la fuente.

Configuración del medidor

Tras desembalar el medidor y encenderlo, se pueden inicializar varios parámetros, como las unidades de medida y el tiempo de recuento. Estos parámetros no se suelen modificar una vez configurados.

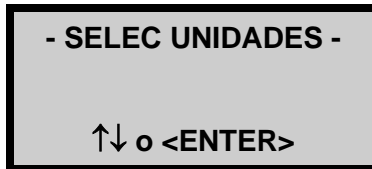
Cómo configurar las unidades de medida

El medidor Modelo 3430 permite mostrar los resultados de las mediciones en unidades métricas o en unidades de los EE. UU. Para configurar las unidades de medida, primero acceda al menú de la función *Especial* pulsando la tecla **(ESPECIAL)**. El medidor muestra lo siguiente:



- ULTIMO CONTEO -
↑↓ o <ENTER>

Pulse la tecla de flecha hacia abajo siete veces para mostrar:



- SELEC UNIDADES -
↑↓ o <ENTER>

Para seleccionar *Selec Unidades* pulse **(COMENZAR/ENTER)**.



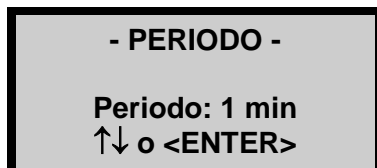
- SELEC UNIDADES -
Units: PCF
↑↓ o <ENTER>

Utilice las flechas hacia arriba y abajo para desplazarse por las unidades disponibles. Cuando aparezcan las unidades que correspondan, pulse **(COMENZAR/ENTER)**.

Cómo configurar el tiempo de recuento

El *tiempo de recuento* define el tiempo durante el cual el medidor toma mediciones. Cuanto mayor sea el tiempo de recuento más precisa será la medición. Troxler recomienda un tiempo de recuento de un minuto para la mayoría de mediciones de prueba.

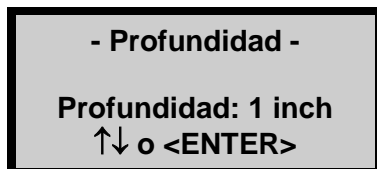
Para cambiar el tiempo de recuento, pulse **<PERIODO>** para mostrar:



Utilice las flechas hacia arriba y abajo para desplazarse por los tiempos de recuento disponibles. Cuando aparezcan el tiempo de recuento que corresponda, pulse **<COMENZAR/ENTER>**.

Cómo configurar la profundidad

Para cambiar la profundidad de la medición, pulse **<PROFUND>**.



Utilice las flechas hacia arriba y abajo para desplazarse por las profundidades de medición disponibles. Cuando aparezca en pantalla la profundidad que corresponda, pulse **<COMENZAR/ENTER>** para seleccionar la profundidad mostrada y volver al modo *Listo*.

Cómo seleccionar el modo (Gmb/Proctor)

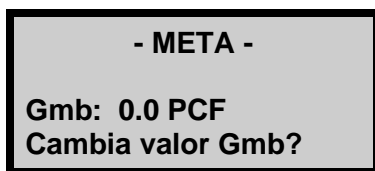
El medidor se puede utilizar en materiales de construcción (suelos, asfalto, hormigón, etc.). Para seleccionar el modo *Suelo*, introduzca o active un valor de Proctor. Para seleccionar el

modo *Asfalto*, introduzca o active un valor de Gmb. Sólo se puede guardar un valor de Proctor o de Gmb a la vez en el medidor.

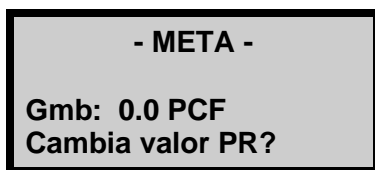
NOTA

Para medir en hormigón, utilice el modo *Asfalto* o el modo *Suelo*. Para obtener resultados de humedad, seleccione el modo *Suelo*. Para obtener solo la medición de la densidad, utilice el modo *Asfalto*.

Para introducir o activar un valor de Gmb o de Proctor, pulse **<META>**. La pantalla que aparecerá será una de las siguientes:



- META -
Gmb: 0.0 PCF
Cambia valor Gmb?



- META -
Gmb: 0.0 PCF
Cambia valor PR?

Para cambiar de un valor de Gmb a un valor de Proctor, o viceversa, utilice las teclas de flecha.

- ▶ Para activar el valor mostrado, pulse **<NO/ESC>**.
- ▶ Para cambiar el valor mostrado, pulse **< SÍ >**. El primer dígito del valor parpadeará. Utilice las teclas de flecha para desplazarse por las posibles entradas (0 - 9) y cuando aparezca el valor correcto para el dígito actual, pulse **<COMENZAR/ENTER>**. El medidor continuará con el siguiente dígito de la derecha.

Cuando haya finalizado la entrada de valores, el medidor activa el valor y vuelve al modo *Listo*.

Cómo realizar un recuento estándar

El medidor Modelo 3430 utiliza una fuente de Cesio-137 y de Americio-241:Berilio para la toma de mediciones. Estas fuentes radioactivas experimentan un proceso natural de descomposición cuyo resultado es una pérdida gradual de la intensidad de su radiación. Al tiempo necesario para que la intensidad de la fuente disminuya un 50% se le conoce como *semivida*.

Para compensar la descomposición de la fuente y verificar el correcto funcionamiento del medidor, debería efectuarse un *recuento estándar* de referencia a diario. Para garantizar la mayor precisión posible con el medidor, es importante realizar un recuento estándar a diario.

El medidor viene equipado con un bloque de referencia estándar para realizar el recuento estándar. Sitúe el bloque de referencia estándar en una superficie plana y seca a una distancia de al menos 3 m (10 pies) de cualquier gran superficie vertical y al menos a 10 m (33 pies) de cualquier otra fuente radioactiva. La superficie debería ser asfalto, hormigón o suelo al menos de 10 cm (4 pulgadas) de espesor y con una densidad de al menos 1600 kg/m³ (100 pcf). El lateral derecho del medidor, el más alejado del mango, debería situarse contra la placa trasera metálica (véase Figura 8).

Para empezar el procedimiento de recuento estándar, pulse **<ESTÁNDAR>**.

- ESTANDAR –
DS= 1870 MS= 468
Nuevo Cnt Est?

Para realizar un nuevo recuento estándar, pulse **<SÍ>**.

- ESTANDAR –
Pulse INICIO para el
Conteo Estandar

Asegúrese de que la posición del medidor sea la que aparece en Figura 8. Para iniciar el recuento estándar, pulse **<COMENZAR/ENTER>**. Una vez finalizado el recuento, la pantalla será la siguiente:

- ESTANDAR -
Conteo Estandar:
DS= X MS= X

Troxler recomienda que el operario mantenga un registro diario de los recuentos estándar de humedad y densidad (consulte el Apéndice E para ver un registro de muestra que puede utilizar con este fin) Para verificar la estabilidad del medidor, compare el recuento estándar diario con una referencia fiable, como se indica a continuación:

- ◆ Durante los primeros cuatro días de funcionamiento de un medidor nuevo o recalibrado, compare el recuento estándar diario con los valores calibrados de fábrica.
- ◆ Tras los primeros cuatro días de funcionamiento (o tras realizar cuatro recuentos estándar), compare el recuento estándar diario con la media de los últimos cuatro recuentos. Algunos límites que podrían ser aceptables para un recuento estándar serían:

±1% cada día para estándar de densidad (DS, por su sigla en inglés) y

±2% cada día para estándar de humedad (MS, por su sigla en inglés).

Tras grabar los recuentos estándar, pulse **<SÍ>** para volver al modo *Listo*.

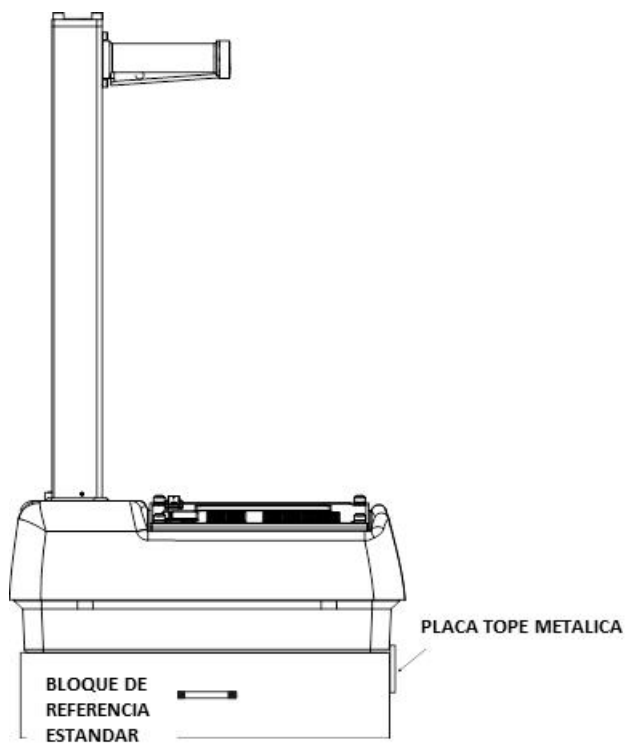


Figura 8. Posición de recuento estándar

Preparación del emplazamiento

La preparación de la superficie del emplazamiento de la prueba resulta crucial para el rendimiento del medidor. Este apartado explica los procedimientos para la preparación del emplazamiento tanto en suelos y bases de suelos como en superficies de asfalto. Para garantizar lecturas más precisas en el medidor, se debería seguir el procedimiento de preparación apropiado.

Preparación del suelo y de la base de suelo

1. Localice un emplazamiento plano libre de grandes agujeros, grietas o detritos (las condiciones de la superficie del suelo resultan cruciales para obtener una medición precisa).
2. Alise la superficie moviendo la placa de raspado hacia adelante y hacia atrás. Puede emplearse algún material de relleno como arena fina para llenar los huecos en la superficie.

NOTA

Utilice solo el material de relleno necesario para llenar los huecos. Demasiada cantidad podría causar errores en la medición.

3. En las mediciones por transmisión directa, coloque la varilla de perforación a través de la herramienta de extracción y luego a través de una de las guías de la placa (véase Figura 9).
4. **Póngase un protector para la radiación y gafas de seguridad (o cualquier otro dispositivo aprobado de seguridad)**, súbase a la placa y clave con un martillo la varilla de perforación al menos 50 mm (2 pulgadas) más profundo que la profundidad de prueba deseada. Esta profundidad adicional se contempla en los incrementos de la varilla de perforación.
5. Retire la varilla de perforación sacándola recta hacia arriba y doblando la herramienta de extracción. **No afloje la**

varilla de perforación golpeándola de un lado a otro con el martillo. Esto distorsionaría el agujero o causaría la caída del material suelto en el agujero.

6. Para asegurar una precisa colocación del medidor, antes de retirar la placa de raspado, marque la zona de prueba utilizando la varilla de perforación, como se muestra en Figura 10.
7. Recoja con cuidado la placa de raspado y sitúe el medidor sobre la superficie alisada por la placa. Inserte la varilla con la fuente en el agujero realizado por la varilla de perforación. **Tenga cuidado al insertar la varilla con la fuente; no remueva la tierra que pueda haber alrededor del agujero.**
8. Haga descender la varilla con la fuente por el agujero. Libere el disparador y bloquee la varilla con la fuente en la posición correcta. Se debería escuchar un *clac* cuando se bloquea la varilla con la fuente en su posición.
9. Con suavidad deslice el medidor hacia el teclado de forma que la varilla con la fuente entre en contacto con la pared del agujero.



Figura 9. Posicionamiento de la varilla de perforación

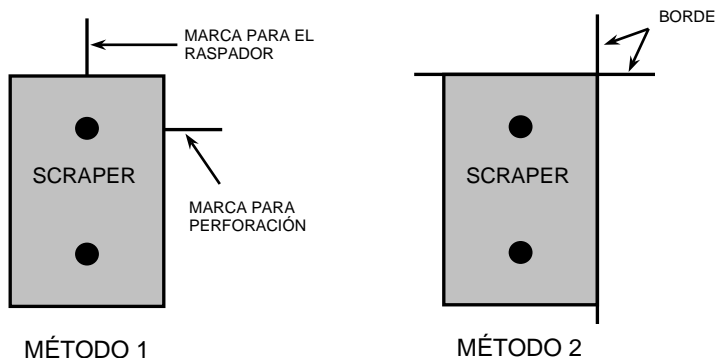


Figura 10. Cómo marcar la zona de la prueba

Preparación de la superficie de asfalto

Es posible, aunque no necesario por lo general, realizar lecturas por transmisión directa sobre el asfalto. Perforar un agujero en el asfalto puede ser complicado, y podría requerir el uso de una taladradora (en lugar de la varilla de perforación) si es que el asfalto se ha enfriado y endurecido.

En condiciones normales, una lectura de retrodispersión ofrece una medición precisa de la densidad del asfalto.

1. Busque un emplazamiento liso sobre el asfalto. El operario tal vez deba rellenar huecos con arena o cemento. Asegúrese de dejar el asfalto al descubierto. **La base del medidor debe descansar sobre el asfalto, no sobre el material de relleno.**
2. Asegúrese de que el medidor no se "balancee". Debe estar firme. Si se balanceara, busque un emplazamiento más apropiado para la prueba. Si se toma una medición alrededor de un testigo, el medidor podría moverse hacia arriba unos centímetros en dirección a uno de los laterales del agujero.

Cómo tomar una medición – Modo suelo

El modo *Suelo* se selecciona automáticamente cuando se habilita un valor de Proctor (véase pagina 3–8).

PRECAUCIÓN

Cuando no esté tomando mediciones, mantenga la varilla con la fuente en la posición **SEGURIDAD**. Para mayor seguridad del operario, la varilla con la fuente del medidor se retrae automáticamente a la posición **SEGURIDAD** cuando se levanta el medidor por el mango.



Aviso

No guarde o transporte el medidor a menos que el bloque corredizo esté completamente cerrado. Un aumento en los niveles de radiación podría infringir la legislación en materia de transporte y causar una excesiva exposición del personal.

Sitúe el medidor sobre el emplazamiento de la prueba. Libere el mango del medidor y presiónelo hacia abajo hasta situarlo en la posición correcta. Asegúrese de que el mango se detiene en la marca designada para la profundidad de medición apropiada.

Press **(START/ENTER)**.

Profund: 1 inch
Periodo: 60 sec.

Una vez transcurrido el tiempo de recuento, el medidor muestra los resultados de la medición en una serie de tres pantallas, como se ve a continuación. Utilice las flechas hacia arriba y abajo para desplazarse por las diversas pantallas.

**WD= XXX PCF
DD= XXX PCF
%PR= XX**

**M= XX PCF
%M= XX
% Vacios (suelo) XXX
Ratio Vacio: XX**

**Moist. CR: X.X
Dens. CR: X.X
Conteo H: XX
Conteo M: XX**

donde:

WD = Densidad húmeda en kg/m³ o pcf

DD = Densidad seca en kg/m³ o pcf

%PR = Porcentaje de Proctor (este valor solo es válido si se ha introducido un valor meta apropiado para el material que se está probando).

HUMEDAD = Valor de humedad en kg/m³ o pcf

% HUMEDAD = Porcentaje de humedad

Ratio de vacío = Vea la descripción de abajo

Humedad CR = Ratio de recuento de la humedad

Dens. CR = Ratio de recuento de la densidad

Recuento de M = Recuentos de humedad tomados por el medidor

Recuento de D = Recuentos de densidad tomados por el medidor

Pulse **(COMENZAR/ENTER)** para volver al modo *Listo*.

Figura 11 ilustra el significado de los términos *ratio de vacío* y *% de vacíos de aire*. El *ratio de vacío* es el ratio del volumen ocupado por aire y agua en el suelo con respecto al volumen ocupado por partículas sólidas. El término *% de vacíos de aire* se refiere al volumen de vacíos de aire como porcentaje del volumen total.

Se utilizan las fórmulas siguientes para calcular los valores de *% de vacíos de aire* y *ratio de vacío*.

$$\% \text{ VACÍOS DE AIRE} = 100 (1 - (V_s/V_t) - (V_a/V_t))$$

donde:

V_s = Volumen de suelo

V_t = Volumen total

V_a = Volumen de agua

o bien,

$$\% \text{ VACÍOS DE AIRE} = 100 (1 - (DD / SG(Da)) - (H / (Da)))$$

donde:

Da = Densidad de agua

SG = Gravedad específica de las partículas del suelo

DD = Densidad seca

H = Humedad

RATIO DE VACÍO = Volumen de vacíos / Volumen de suelo

$$= (SG(Dw) - DD) / DD$$

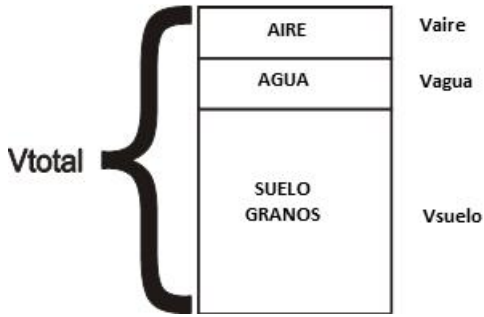


Figura 11. Ilustración de vacíos

Cómo tomar una medición – Modo asfalto

El modo (*Asfalto*) se selecciona automáticamente cuando se habilita un valor de Gmb (véase pagina 3-8).



Aviso

No guarde o transporte el medidor a menos que el bloque corredizo esté completamente cerrado. Un aumento en los niveles de radiación podría infringir la legislación en materia de transporte y causar una excesiva exposición del personal.

PRECAUCIÓN

Cuando no esté tomando mediciones, mantenga la varilla con la fuente en la posición **SAFE (SEGURIDAD)**. Para mayor seguridad del operario, la varilla con la fuente del medidor se retrae automáticamente a la posición **SEGURIDAD** cuando se levanta el medidor por el mango.

PRECAUCIÓN

El medidor del Modelo 3430 no es impermeable. No lo utilice cuando está lloviendo. Si se moja el medidor, asegúrese de secarlo totalmente antes de guardarlo en la caja para su almacenamiento. Consulte la página A-2 para ver una explicación.

1. Sitúe el medidor sobre el emplazamiento de la prueba.
2. Libere el mango del medidor y sitúelo en la posición de retrodispersión. Asegúrese de que el mango esté bien fijo dando unos golpecitos hacia abajo en el mango. No se pase de la posición de la marca.
3. Configure la profundidad como *Retrodispersión* (1 pulgada) utilizando las flechas del teclado.
4. Pulse **<COMENZAR/ENTER>**.

Profund: 1 inch
Periodo: 60 sec

Una vez transcurrido el tiempo de recuento, el medidor muestra los resultados de la medición en una serie de tres pantallas, como se ve a continuación.

5. Utilice las flechas hacia arriba y abajo para desplazarse por las diversas pantallas.

WD= XXX PCF
DD= XXX PCF
%PR= XX

M= XX PCF
%M= XX
% Vacios (suelo) XXX
Void Ratio: XX

RC Hum: X.X
RC Den: X.X
Conteo H: XX
Conteo M: XX

donde:

WD = Densidad húmeda en kg/m³ o pcf

DD = Densidad seca en kg/m³ o pcf

%Gmb = Gravedad específica aparente

HUMEDAD = Valor de humedad en kg/m³ o pcf

% HUMEDAD = Porcentaje de humedad

% VACÍOS = $100 (1 - WD/SIN VACÍO (Gmm))$

RATIO DE VACÍO = Valor proporcionado al restar el porcentaje del valor de Gmb de 100. Solo se aplica al modo suelo.

RC Hum = Ratio de recuento de la humedad

RC Den = Ratio de recuento de la densidad

Recuento de M = Recuentos de humedad tomados por el medidor

Recuento de D = Recuentos de densidad tomados por el medidor

6. Pulse **<Sí>** para volver al modo *Preparado*.

Chapter 4:

Funcionamiento avanzado del medidor

Este capítulo aborda los siguientes temas y tareas:

- ✓ Cómo habilitar las compensaciones
- ✓ Como tomar mediciones en capas delgadas

Compensaciones

El Modelo 3430 viene calibrado de fábrica para suelos, asfalto y hormigón con un rango aproximado de densidades entre 1100 a 2700 kg/m³ (70 a 170 pcf). Mediante una *compensación*, el operario puede ajustar las lecturas del medidor para relacionarlas con los métodos tradicionales de los laboratorios, como las muestras de testigos. El medidor Modelo 3430 ofrece tres compensaciones: *densidad, humedad y zanja*.

NOTA

Cuando se ha habilitado una compensación, todas las lecturas futuras se ajustarán automáticamente con el factor de compensación independientemente del emplazamiento de la prueba. Es muy importante que el operario deshabilite la función de compensación antes de tomar lecturas en materiales que no necesitan una compensación. Las compensaciones se deshabilitan si el medidor se apaga durante más de 10 segundos.

Las compensaciones de densidad son habituales cuando el material que se mide está fuera del rango de 70 a 170 pcf (1121 a 2723 kg/m³) o si la composición del material es distinta del suelo/asfalto promedio sobre el cual se basa la calibración de fábrica.

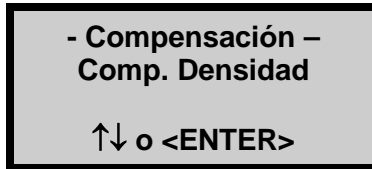
En caso de necesitar mediciones precisas, se utilizan las compensaciones de humedad si el material a medir contiene elementos que pueden causar que el medidor ofrezca resultados erróneos. Una compensación *negativa* será necesaria si el material a medir tiene un alto contenido de componentes de hidrógeno, como cemento, yeso, carbón o cal. Una compensación *positiva* será necesaria si el material tiene un alto contenido en componentes absorbentes de neutrones, como boro o cadmio.

El medidor Modelo 3430 necesita una compensación si las mediciones se van a tomar dentro de una zanja o cerca de una estructura vertical. Las estructuras verticales pueden hacer que

los neutrones y fotones de rayos gamma se dispersen y vuelvan a entrar al medidor, incrementando la posibilidad de errores de humedad o densidad debido a los altos recuentos.

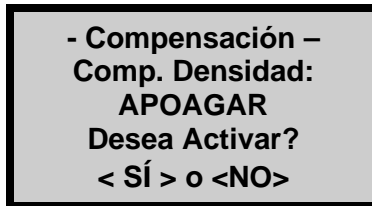
Compensación de densidad

1. Para acceder a las funciones *especiales*, pulse **<ESPECIAL>**.
2. Pulse la tecla de flecha hacia abajo una vez para acceder a la función *Compensación*. Pulse **<COMENZAR/ENTER>** para ver:



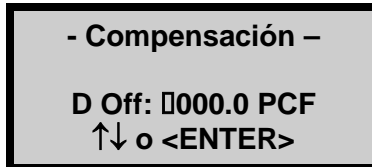
- Compensación –
Comp. Densidad
↑↓ o <ENTER>

3. Pulse **<COMENZAR/ENTRAR>**.



- Compensación –
Comp. Densidad:
APOAGAR
Desea Activar?
< SÍ > o <NO>

4. Para habilitar la función de *Compensación de densidad*, pulse **<SÍ>**.



- Compensación –
D Off: 0000.0 PCF
↑↓ o <ENTER>

5. Introduzca la diferencia entre la lectura del medidor y las lecturas de densidad alternativas. Para introducir un signo menos (para una compensación negativa), pulse primero la flecha hacia abajo. Para desplazarse por los números, pulse las flechas hacia arriba y hacia abajo.
6. Para seleccionar el dígito siguiente y/o salir, pulse **<COMENZAR/ENTRAR>**. La pantalla será:

Comp. Densidad ENCENDER

Compensación de Humedad

Algunos suelos contienen fuentes de hidrógeno en lugar de agua o pueden contener absorbentes de neutrones. El medidor mide la humedad determinando el contenido de hidrógeno del material y relacionándolo con el contenido hídrico. Por ello, ambos tipos de materiales podrían causar lecturas distintas de la humedad real. Si se van a medir esos materiales, utilice la compensación de humedad para ajustar las lecturas.

El factor de compensación (k) se determina comparando el contenido de humedad de una muestra de laboratorio con el contenido de humedad obtenido por una lectura del medidor.

Para determinar el factor de compensación:

1. Realice una lectura con el medidor en el emplazamiento. Registre la lectura ($\%M_{MEDIDOR}$).
2. Retire una o más muestras del emplazamiento y selle el contenedor hasta que se pueda secar mediante métodos de laboratorio. Calcule la humedad media en las muestras secas de laboratorio y en la media de las mediciones del medidor. Esas medias deberían utilizarse para calcular el factor de compensación.
3. Calcule el factor de compensación (k).

$$k = \frac{\%M_{LAB} - \%M_{MEDIDOR}}{100 + \%M_{MEDIDOR}} \times 1000$$

NOTA

Si el valor k es negativo, introduzca un signo menos (-) pulsando la flecha hacia abajo antes de introducir el primer dígito.

Para introducir el factor de compensación en el medidor:

1. Acceda a las funciones *especiales* pulsando la tecla **<ESPECIAL>**.
2. Pulse la tecla de flecha hacia abajo una vez para acceder a la función *Compensación*. Pulse **< COMENZAR/ENTER>** para ver:

**- Compensación -
Comp. Humidad**

↑↓ o <ENTER>

3. Para introducir una compensación de humedad, pulse la flecha hacia abajo una vez y pulse **< COMENZAR/ENTER>**.

**- Compensación -
Humidad
Comp:APAGAR
Desea Activar?
< SÍ > o <NO>**

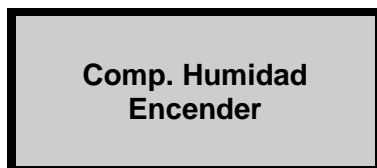
4. Para habilitar la función de *Compensación de humedad*, pulse **<SÍ>**.

- Compensación -

K: -00.00
↑↓ o <ENTER>

El primer dígito parpadeará. Para introducir un signo menos (-) (para una compensación negativa), pulse primero la flecha hacia abajo.

5. Pulse la tecla de flecha hacia abajo para desplazarse por los valores posibles de cada dígito. Seleccione el dígito siguiente pulsando **(COMENZAR/ENTER)**. Cuando se hayan introducido todos los dígitos, el medidor habilitará la compensación. La pantalla será:



Zanja Offsets

Si el medidor se va a utilizar para realizar mediciones de humedad o densidad en una zanja o a menos de 2 pies (0,6 m) de una gran estructura vertical, podría tener que configurar una compensación en zanja. Si fuera así, la compensación en zanja ajusta todas las mediciones de humedad, pero solo las mediciones de densidad procedentes de mediciones por retrodispersión de 4 pulgadas (10 cm). Las mediciones más profundas de 10 cm (4 pulgadas) no necesitan la compensación.

Para realizar una compensación en zanja:

1. Tome el recuento estándar diario (fuera de la zanja) y registre los valores de densidad estándar (DS) y de humedad estándar (MS).
2. Sitúe el medidor sobre el bloque de referencia estándar en la zanja, a la misma distancia de la pared que en las lecturas anticipadas. **No realice otro recuento estándar.**
3. Configure el tiempo de recuento en cuatro minutos.
4. Con la varilla con la fuente en la posición **(SEGURIDAD)** (recuento estándar), realice un recuento de cuatro minutos. Para iniciar el recuento, pulse la tecla **(COMENZAR/ENTER)**.
5. Registre el recuento de densidad (DC_{Zanja}) y el de humedad (MC_{Zanja}) en zanja desplazándose por la tercera pantalla de datos.

6. Reste los valores de recuento estándar diarios de los del recuento en zanja:

$$\text{Constante de densidad} = (DC_{zanja}) - DS$$

$$\text{Constante de humedad} = (MC_{zanja}) - MS$$

Las constantes de densidad y de humedad se introducirán como valores de la compensación en zanja.

Para habilitar una compensación en zanja:

1. Pulse **<ESPECIAL>** para acceder a las funciones *Especiales*, luego pulse la tecla de flecha abajo una vez para acceder a la función *Compensación*. Pulse **<COMENZAR/ENTER>** para ver:

- Compensación -
Compensación en zanja

↑↓ o <ENTER>

Para introducir una compensación en zanja, pulse la flecha hacia abajo dos veces y pulse **<COMENZAR/ENTER>**.

- Compensación -
Zanja Offset: APAGAR
Desea Activar?
< SÍ > o <NO>

Para habilitar la función de *Compensación en zanja*, pulse **<SÍ>**.

- Compensación -

Mois Cnst: 000.00
↑↓ o <ENTER>

El medidor solicita los valores de *Constante de humedad* y *Constante de densidad* obtenidos anteriormente. El procedimiento para introducir los valores es el mismo que en el caso de las compensaciones de humedad y densidad, **pero pasando por alto el signo ± que aparece en pantalla.**

Cuando haya introducido los valores, el medidor habilita la compensación y muestra:

**Zanja Offset
ENCENDER**

Mediciones en capas delgadas

Los medidores convencionales por retrodispersión miden la densidad a profundidades de aproximadamente 4 pulgadas (10 cm). Para realizar lecturas en capas de asfalto con un espesor de 3,33 pulgadas (8,46 cm) o menos, utilice el método (fórmula) siguiente:

$$DT = \frac{WD - DB \times K}{1 - K}$$

donde:

DT = Densidad húmeda del recubrimiento

WD = Lectura de densidad del medidor

DB = Densidad húmeda en capa inferior

K = Efecto del espesor de la capa superior en el medidor- véase Tabla 4-1

Para utilizar el método anterior de medición en el recubrimiento, siga el procedimiento que viene a continuación:

1. Determine la densidad húmeda de la capa inferior (material subyacente) (**DB**).
2. Aplique el recubrimiento de capa delgada.
3. Determine el espesor del recubrimiento y seleccione el valor correspondiente (**k**) de Tabla 2 en la página 4-10.
4. Mida el recubrimiento de capa delgada con el medidor en la posición de retrodispersión (**WD**).

5. Introduzca todos los valores de la ecuación anterior y calcule la densidad del recubrimiento (*DT*).

Ejemplo

Dados los valores siguientes:

Densidad húmeda en capa inferior (DB) = 135 pcf (2162 kg/m³)

Espesor del recubrimiento = 1,2 pulgadas (30 mm)

K (de la Tabla 4-1) = 0,38235

Lectura de densidad del medidor (WD) = 142,0 pcf (2275 kg/m³)

$$DT = \frac{142,0 - (135 \times 0,38235)}{1 - 0,38235}$$

$$DT = 146,3 \text{ pcf}$$

o bien,

$$DT = \frac{2275 - (2162 \times 0,38235)}{1 - 0,38235}$$

$$DT = 2345 \text{ kg/m}^3$$

NOTA

La mayoría de los rayos gamma emitidos por retrodispersión que llegan a los detectores son resultado de interacciones en la parte superior (3,3 in = 84 mm) del recubrimiento. En las aplicaciones donde el espesor del recubrimiento es superior a 3,3 in (84 mm), utilice (0) como valor k o use las lecturas reales del medidor (WD).

Tabla 2. Valores K para recubrimientos de capa delgada

Espesor (pulgadas)	Espesor (mm)	K
1,0	25	0,46159
	26	0,44787
	27	0,43414
1,1	28	0,42042
	29	0,40138
1,2	30	0,38235
	31	0,36475
	32	0,35889
1,3	33	0,34716
	34	0,33631
	35	0,32547
1,4	36	0,31462
	37	0,29958
1,5	38	0,28454
	39	0,27527
	40	0,26600
1,6	41	0,25673
	42	0,24387
1,7	43	0,23102
	44	0,22310
	45	0,21517
1,8	46	0,20725
	47	0,19626
1,9	48	0,18527
	49	0,17850
	50	0,17172
2,0	51	0,16495
	52	0,15556
2,1	53	0,14617
	54	0,14038

Espesor (pulgadas)	Espesor (mm)	K
	55	0,13459
2,2	56	0,12880
	57	0,12078
2,3	58	0,11275
	59	0,10781
	60	0,10285
2,4	61	0,09790
	62	0,09104
2,5	63	0,08418
	64	0,07995
	65	0,07572
2,6	66	0,07149
	67	0,06562
2,7	68	0,05976
	69	0,05615
	70	0,05253
2,8	71	0,04892
	72	0,04390
2,9	73	0,03889
	74	0,03580
	75	0,03271
3,0	76	0,02962
	77	0,02676
	78	0,02391
3,1	79	0,02105
	80	0,01709
3,2	81	0,01313
	82	0,01069
	83	0,00825
3,3	84	0,00581

Chapter 5:

Características opcionales y funciones especiales

Este capítulo aborda los siguientes temas y tareas:

- ✓ Resumen de las características opcionales y funciones especiales
- ✓ Cómo recordar datos
- ✓ Cómo realizar la prueba estadística y la prueba de deriva
- ✓ Cómo restablecer la memoria
- ✓ Explicación de la gravedad específica y la densidad sin vacíos
- ✓ Cómo configurar las unidades y constantes de calibración

Almacenamiento de datos

La característica opcional de almacenamiento de datos guarda automáticamente los 100 registros de datos más recientes. Estos registros de datos pueden verse en pantalla o transferirse a un ordenador o impresora mediante un puerto serie o a un dispositivo o impresora de almacenamiento mediante el puerto USB opcional (si viene instalado en el medidor).

Para acceder a los datos almacenados, pulse < **ESPECIAL** >, luego utilice las teclas de flecha para desplazarse hacia “SALIDA DE DATOS”, y luego pulse < **ENTER** >. SALIDA DE DATOS contiene cuatro opciones de menú. Utilice las teclas para desplazarse y seleccionar la opción apropiada para gestionar los datos almacenados:

- ◆ Registros de salida
- ◆ Ver datos, Borrar datos
- ◆ Configurar destino de salida

Recomendamos que borre los datos almacenados una vez guardados en su destino. Esto hará que el tamaño de los archivos de salida sea menor en el caso de descargar más datos posteriormente.

Antes de imprimir o descargar datos almacenados, configure el Destino de salida:

- ◆ Puerto serie,
- ◆ Impresora USB
- ◆ Unidad de disco USB

Puerto USB

El puerto USB opcional se puede utilizar para transferir datos a un dispositivo de almacenamiento masivo (unidad de disco USB) o a una impresora USB. Para acceder al menú del puerto USB, pulse < **ESPECIAL** >, luego utilice las teclas de flecha para desplazarse hacia “SALIDA DE DATOS”, y pulse < **ENTER** >. Utilice las teclas para desplazarse y seleccionar Configurar

destino de salida, y luego seleccione Unidad de disco USB para conectarse con un dispositivo de almacenamiento masivo o Impresora USB para imprimir los datos. Pulse ENTER. Conecte su dispositivo al puerto USB, luego seleccione Registros de Salida y pulse ENTER.

Teclado de inicio remoto

Si se ha instalado el teclado opcional de inicio remoto, podrá ver las teclas <COMENZAR> y <ESC> cerca del mango (en la parte superior del triángulo de extrusión). Estas teclas se utilizan igual que las del teclado del medidor. <COMENZAR> servirá para empezar una lectura y <ESC> despejará la pantalla y volverá a la pantalla *Listo*.

Baterías alcalinas para uso en contingencias

El paquete de baterías alcalinas opcional se puede utilizar cuando se han agotado las baterías recargables y el medidor no se puede cargar. Estas baterías permiten funcionar al medidor durante aproximadamente 50 horas. Tenga en cuenta que algunas características extra como el puerto USB y el emisor externo de tonos acortarán la vida de las baterías.

Para usar las baterías de contingencia, abra el panel frontal aflojando los cuatro tornillos de las esquinas. Retire el panel frontal y busque un interruptor llamado **Alcalina/Recargable**. Sitúe el interruptor en la posición **Alcalina**.

Al cargar las baterías alcalinas, asegúrese de volver a situar el interruptor en la posición **Recargable**, de lo contrario, las baterías no se cargarán.

Idiomas

El Modelo 3430 está disponible en inglés, francés y español. Esta opción se elige generalmente en el momento de la compra y se habilita en la fábrica. Si está interesado en el software, teclado y

manual del operario en español o en francés, póngase en contacto con su representante de Troxler.

Ultimo conteo

La función *Ultimo conteo* muestra solo los datos de la última medición. El Modelo 3430 no guarda varias lecturas (a menos que se adquiera como característica opcional). Por tanto, esta función solo muestra los datos de medición más recientes.

Para acceder a las funciones *Especiales* pulse **⟨ESPECIAL⟩**.

Para acceder a la función *Recordar* pulse **⟨COMENZAR/ENTER⟩**.

El medidor muestra los datos de la última medición. Desplácese por las pantallas utilizando las teclas de flecha hacia arriba y hacia abajo.

Compensación

Para más información sobre compensación en lecturas del medidor, consulte la página 4-2.

Prueba estadística

La *prueba de estabilidad estadística*, o *prueba estadística*, se puede efectuar para validar el funcionamiento normal del medidor. Las lecturas erráticas o las que parecen fluctuar podrían indicar un problema en el medidor. Si sospecha que las lecturas podrían ser erróneas, puede realizar una prueba estadística.

Una *prueba estadística* se compone de 20 recuentos de un minuto. Tras los 20 recuentos, el medidor calcula la desviación estándar. Esta desviación estándar se compara con un valor teórico de desviación estándar. Idealmente, este ratio debería ser uno. No obstante, el medidor Modelo 3430 divide los recuentos entre 16, lo que resulta en un ratio ideal de 0,25. Los límites aceptables para este ratio son entre 0,17 y 0,33. El medidor se considera inestable si el ratio queda fuera de estos límites.

Para realizar una prueba estadística

1. Sitúe el medidor sobre el bloque de referencia estándar en la posición de recuento estándar (véase página 3-10).
2. Para acceder a las funciones *especiales* pulse **<ESPECIAL>**.
3. Para acceder a la función *Prueba estadística* pulse la tecla de flecha hacia abajo dos veces y luego pulse **<COMENZAR/ENTER>**.

- Prueba Stat-
20 m. Prueba Stat
Pulse < COMENZAR>

4. Para iniciar los 20 recuentos, pulse **<COMENZAR/ENTER>**. No interrumpa al medidor ni permita acercarse a otras fuentes nucleares a menos de 30 pies (10 m) durante los veinte recuentos.
5. El medidor mostrará el progreso de los recuentos de la prueba estadística como se muestra a continuación.

Prueba Stat: 1
Contando
60s

6. Al finalizar la prueba estadística, el medidor mostrará si la prueba ha resultado satisfactoria o no. Si fallara la prueba estadística, repítala dos veces más. Si la prueba estadística falla dos de cada tres veces, póngase en contacto con el Soporte técnico de Troxler.

Si la prueba estadística es satisfactoria, la pantalla será la siguiente:

D: PASS M: PASS
↑↓ para ver datos

Para ver los datos de la prueba estadística, utilice las teclas de flecha hacia arriba y hacia abajo.

Dens. R = x.xxx
Dens. AVG = xxxx
↑↓ para ver datos

Moist R = x.xxx
Moist. AVG = xxx
↑↓ para ver datos

1
D xxx M xxx
(Utilice las teclas ↑ y ↓)

Prueba de deriva

Si ya se ha realizado la prueba estadística, y ha sido satisfactoria, pero las lecturas del medidor parecen fluctuar entre las pruebas, la *prueba de deriva* puede comprobar la deriva a largo plazo del medidor.

Una prueba de deriva consta de cinco recuentos de 4 minutos realizados aproximadamente entre tres y ocho horas después de la finalización de una prueba estadística ***sin mover el medidor entre las pruebas***. Los límites para aprobar/suspender la prueba se configuran utilizando el porcentaje de diferencia entre el promedio de los resultados de la prueba estadística y la de deriva. Si el porcentaje de la diferencia supera el 0,5% en la densidad o el 1% en la humedad, la prueba de deriva falla.

NOTA

El medidor no debería apagarse entre la prueba estadística y la prueba de deriva. La prueba estadística debe ser actual.

Además, el medidor no se debe mover entre la prueba estadística y la de deriva para eliminar posibles fallos debidos a cambios de posición.

Para realizar una prueba de deriva:

1. Con el medidor todavía en la posición de recuento estándar (sobre el bloque de referencia estándar), pulse **<ESPECIAL>**.
2. Desde la pantalla de las funciones *especiales*, seleccione la función *Prueba Deriva* pulsando la tecla de flecha hacia abajo tres veces y luego pulse **<COMENZAR/ENTER>**.

- PRUEBA DE DERIVA -

20 m. Prueba de deriva
Pulse < COMENZAR >

3. Para iniciar los cinco recuentos, pulse **⟨COMENZAR/ENTER⟩**.
4. El medidor mostrará el progreso de los recuentos de la prueba de deriva como se muestra a continuación.

Prueba Deriva: 1
Counting
240 s

5. Al igual que en la prueba estadística, el medidor indica el progreso del recuento durante la prueba de deriva.
6. Una vez finalizados los cinco recuentos, la pantalla será la siguiente:

D: APROBADA M:
PASS
↑↓ para ver

7. Para ver los datos de la prueba de deriva, utilice las teclas de flecha hacia arriba y hacia abajo.

D % Drift xx.xxx
Dens. AVG = xxxx
↑↓ para ver

M % Drift xx.xxx
M AVG = xxxx
↑↓ para ver

1
D xxx M xxx

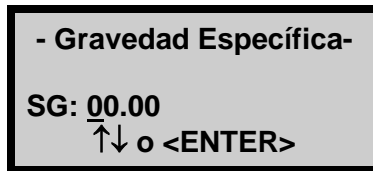
Utilice las teclas ↑ y ↓

Gravedad específica

La gravedad específica de un sólido se define como la densidad del material dividida por la densidad del agua. La función de *Gravedad específica* permite al operario introducir la gravedad específica de un material en el medidor. Este valor (*SG*) se utiliza en el cálculo del % de vacíos de aire y *Ratio de vacío* (véase página 3-16).

Para ver o cambiar el valor de gravedad específica:

1. Acceda a las funciones *especiales* pulsando <ESPECIAL>.
2. Para acceder a la función *Gravedad específica* pulse la tecla de flecha hacia abajo cinco veces y luego pulse <COMENZAR/ENTER>.



- Gravedad Específica-
SG: 00.00
↑↓ o <ENTER>

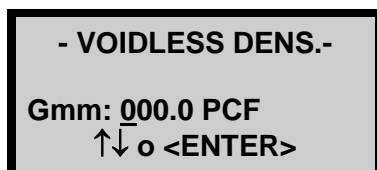
3. Para cambiar el valor de un dígito parpadeante, utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo. Para aceptar el valor parpadeante y seleccionar el dígito siguiente, pulse <COMENZAR/ENTER>.
4. Si no se introduce ningún valor, el valor predeterminado es 2,70, la gravedad específica "típica" del suelo, pero no será de aplicación en todos los tipos de suelo.

Densidad sin vacíos

La función *Densidad sin vacíos* permite introducir el valor de densidad sin vacíos *teórico* del material de asfalto que se está midiendo. Este valor se utiliza en el cálculo del % de vacíos.

Para ver o cambiar el valor de densidad sin vacíos:

1. Acceda a las funciones *especiales* pulsando **<ESPECIAL>**.
2. Para acceder a la función *Densidad sin vacíos* pulse la tecla de flecha hacia abajo seis veces y luego pulse **<COMENZAR/ENTER>**.



Para cambiar el valor de un dígito parpadeante, utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo. Para aceptar el valor parpadeante y seleccionar el dígito siguiente, pulse **<COMENZAR/ENTER>**.

Configurar unidades

Para más información sobre la función *Configurar unidades*, consulte la página 3-7.

Restablecimiento de memoria

Esta función está protegida por un código de acceso especial y solo se debería utilizar si lo autoriza Troxler.

NOTA

Solo el personal autorizado puede utilizar esta función.

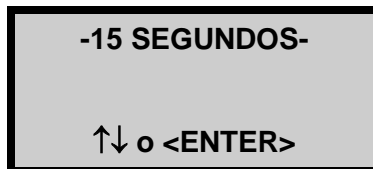
PRECAUCIÓN

La función *Restablecimiento de memoria* restablece los ajustes a sus valores predeterminados (excepto las constantes de calibración).

Inhibición de 15 segundos

La función *Inhibición de 15 segundos* permite al propietario del medidor o al operario deshabilitar la opción de recuento de 15 segundos. Cuando esta función está habilitada, el medidor solo puede realizar recuentos de un minuto o de cuatro minutos.

Para deshabilitar la opción de recuento de 15 segundos, primero acceda a las funciones *especiales* pulsando la tecla **<ESPECIAL>**. Utilice las flechas hacia arriba o hacia abajo para que aparezca lo siguiente:



Para acceder a la función *Inhibición de 15 segundos* pulse **<COMENZAR/ENTER>**.



Code:
0000
↑↓ or <ENTER>

Esta función requiere la introducción de un código de acceso que está en la portada de este manual. Utilizando las teclas de flecha hacia arriba y hacia abajo, seleccione el número correcto del dígito que parpadea e introduzca el código de acceso. Para aceptar el valor parpadeante y seleccionar el dígito siguiente, pulse **<COMENZAR/ENTER>**.

Si la opción de recuento de 15 segundos está habilitada actualmente, el medidor mostrará lo siguiente:

- 15 SEGUNDOS –
15 Sec.
Inhibit:ENCENDER
Want to disable?
<SÍ> or <NO>

Pulse **<SÍ>** para deshabilitar la opción de recuento de 15 segundos. El medidor vuelve al modo *Listo*.

Si la opción de recuento de 15 segundos está deshabilitada actualmente, el medidor mostrará lo siguiente:

- 15 SECONDS –
15 Sec. Inhibit:APAGAR
Want to enable?
<SÍ> or <NO>

Pulse **<SÍ>** para habilitar la opción de recuento de 15 segundos. El medidor vuelve al modo *Listo*.

Estado de las baterías

La función *Estado de las baterías* muestra el voltaje que le queda a las baterías recargables. Cuando las baterías están completamente cargadas, el voltaje debería estar entre 6,8 y 7,2 V cc. Cargue las baterías como se explica en la página A-8.

Ver constantes

La función *Ver constantes* muestra las constantes de humedad y densidad de las profundidades para las que está calibrado el medidor.

Estado de CLI

NOTA

Solo el personal autorizado por la fábrica puede utilizar esta función.

Appendix A:

Mantenimiento y

resolución de problemas

Este apéndice trata de los siguientes temas y tareas:

- ✓ Resolución de problemas
- ✓ Cómo mantener y revisar el medidor
- ✓ Cómo cargar las baterías
- ✓ Lista de componentes de repuesto
- ✓ Cómo devolver el medidor para su revisión

Resolución de problemas

Medidor falla al realizar recuentos estándar

Asegúrese de que la abertura de la varilla con la fuente en la parte inferior del medidor está completamente cerrada o cubierta por el bloque corredizo de tungsteno. Si hubiera alguna abertura visible, el encargado de seguridad en materia de radiaciones debería limpiar el bloque corredizo según se describe en el Apéndice D. Si el bloque corredizo no se cierra completamente, póngase en contacto con el Centro de servicios de Troxler más cercano.

Asegúrese de seguir las directrices sobre cómo realizar el recuento estándar que aparecen en la página 3-9.

Realice el recuento estándar de nuevo. Si sigue fallando, póngase en contacto con el centro de servicios o representante de Troxler más cercano.

Sin lecturas de densidad

La razón más probable de que no haya lecturas de densidad es un problema electrónico, como un fallo en el preamplificador del detector.

También podría ser porque se haya mojado el medidor. Los medidores del Modelo 3430 no son impermeables, por lo que no deberían utilizarse cuando llueve. Si se moja el medidor, asegúrese de secarlo totalmente antes de guardarlo en la caja para su almacenamiento. Si sospecha que podría haber humedad dentro del medidor, abra el panel del teclado y accione la función de ventilación o secado (a baja potencia) en el medidor entre 15 minutos y una hora en un entorno limpio. .

Como precaución, asegúrese de que la punta de la varilla con la fuente esté intacta y sin daños. Utilice un medidor de reconocimiento de radiaciones para comprobar los niveles de radiación en la superficie de la base del medidor donde sale la varilla con la fuente (sin sacarla). Una lectura máxima de 10-20 mrem/hora es normal, e indica que la fuente está presente. Si la lectura máxima fuera inferior a 1 mrem/hora o si no hubiera un

medidor de reconocimiento disponible, **realice una inspección visual** de la punta de la varilla con la fuente, como se explica a continuación, para confirmar que está en buen estado.

Saque la varilla con la fuente lo justo para ver la punta. La punta debería estar plana, ligeramente redondeada y lisa. Complete la inspección lo antes posible y manténgase al menos 1 metro alejado de la punta de la varilla para minimizar la exposición (la tasa de dosis a un 1 metro de la fuente sin protección es aproximadamente 2,7 mrem/hora).

Si la inspección visual indica que la punta de la varilla con la fuente está rota (se ha perdido la fuente):

1. Póngase inmediatamente en contacto con el encargado de seguridad en materia de radiaciones (RSO, por su sigla en inglés).
2. Inicie una búsqueda de la fuente comenzando por la ubicación donde se usó el medidor por última vez.
3. Informe de las fuentes radioactivas extraviadas al organismo de control de radiaciones estatal o nacional conforme a los requisitos de la legislación aplicable.
4. Póngase en contacto con el Departamento de seguridad en materia de radiaciones de Troxler para obtener asesoramiento.

Las lecturas del medidor parecen erráticas

1. Asegúrese de que la varilla con la fuente esté correctamente situada en la posición de medición deseada. En las lecturas de retrodispersión, no permita que la varilla con la fuente entre en contacto con el material.
2. Un bloque corredizo sucio podría estar causando las lecturas de densidad erráticas. Limpie el bloque corredizo como se explicó en el Apéndice D y luego vuelva a realizar lecturas.
3. Compruebe si hay humedad dentro del medidor. Para secar el interior del medidor, retire el teclado. Si fuera necesario, utilice un secador de pelo (a baja potencia) para que circule aire caliente entre 15 minutos y 1 hora.

4. Retire cualquier objeto extraño del interior del medidor.
5. Asegúrese de que los tornillos de montaje del hardware están en su sitio y bien apretados.
6. Compruebe el tiempo de recuento, un recuento de cuatro minutos ofrecerá la mayor precisión con una repetibilidad de ± 1 pcf.
7. Realice una prueba de estabilidad estadística (stat).
 - ▶ Si la prueba es correcta, continúe con el proceso.
 - ▶ Si la prueba falla, repítala dos veces más. Si la prueba falla dos de cada tres veces, póngase en contacto con el Centro de servicios de Troxler más cercano.

NOTA

Como ayuda en la verificación de las lecturas del medidor, una vez calibrado un medidor, marque un área de prueba en un suelo de hormigón, acera o equivalente, y mida la densidad (WD). Esta medición se podría utilizar luego como referencia para verificar posteriores lecturas del medidor.

Ilegible, aparece XXXX o + + + +

1. Compruebe los recuentos estándar en la memoria. Si los recuentos estándar parecen sospechosos, realice nuevos recuentos estándar. Si los recuentos son igual a cero en ambos sistemas, sustituya la placa de alto voltaje. Póngase en contacto con el Centro de servicios de Troxler más cercano.
2. Asegúrese de que la profundidad de medición (profundidad del mango de la varilla con la fuente) sea igual que la profundidad que aparece en pantalla antes de empezar una medición.
3. Compruebe si hay daños en el medidor por haber entrado agua. Si el medidor está mojado, seque su interior con un secador de pelo (a baja potencia) durante un periodo de entre 15 minutos y 1 hora.
4. Compruebe que las constantes de calibración sean válidas.
5. Si fuera necesario, realice una prueba de estabilidad estadística (stat), registre los resultados y póngase en contacto con el Centro de servicios de Troxler más cercano.

El medidor se apaga una vez que se ha encendido

1. El medidor se apaga automáticamente a las cinco horas si no se pulsa ninguna tecla. Intente volver a encender el medidor.
2. El medidor podría estar mojado. ¡No encienda el medidor hasta secar la humedad en su interior! Podría dañarse algún componente.
3. Si la batería tiene menos de 5,5 voltios, recargue o sustituya las baterías.

4. El panel frontal podría estar mal montado. Para la prueba, asegúrese de que el panel frontal esté correctamente montado.

Poca duración de la batería tras la recarga

1. Compruebe que está utilizando el cargador adecuado.
2. Asegúrese de que la luz del indicador de carga (LED roja) está iluminada al enchufar el medidor.
3. Las baterías de NiMH pueden recibir hasta 500 ciclos completos de carga y descarga. Las baterías podrían haber llegado al fin de su ciclo de vida, sustitúyalas. Tenga en cuenta que toda la información almacenada en el medidor, excepto las constantes de calibración y el idioma elegido, se pierde al desconectar las baterías.
4. Retire tornillos sueltos u objetos extraños del interior del medidor que podrían causar cortocircuitos.
5. El cargador de CA podría estar defectuoso. Compruebe la salida del voltaje de carga mediante un voltímetro, o utilice el cargador de CC para cargar las baterías.

Recuentos satisfactorios, pero hay error en los resultados

- ◆ Asegúrese de que el mango está situado al final de la marca.
- ◆ Asegúrese de que la profundidad de medición en pantalla se corresponda con la profundidad real del mango de la varilla con la fuente.
- ◆ Compruebe si se ha habilitado una compensación (densidad, humedad, zanja o especial).
- ◆ Asegúrese de que los recuentos estándar sean correctos.
- ◆ Compruebe las constantes de calibración.

Posibles indicadores de mal funcionamiento

<u>Síntoma</u>	<u>Posible mal funcionamiento</u>
Las baterías se descargan antes de tiempo	Placa HV
Las baterías no se cargan	Placa de CPU, Placa del Preamp
El indicador de poca batería no funciona correctamente	Placa de CPU
Se ha detenido el emisor de tonos (o es errático)	Placa de CPU
La pantalla funciona mal	Placa de CPU
Fallo en prueba de pantalla	Placa de CPU
Fallo en prueba de estabilidad o de deriva	Placa del preamp
El medidor no se enciende cuando el cargador está conectado	Placa de CPU
El medidor no se apaga	Placa de CPU
El medidor da error en la prueba estadística o en la de deriva	Placa HV
El medidor da error en la prueba de tubo	Placa del preamp
Los recuentos de humedad o densidad son inestables	Placa HV
El teclado no responde	Placa de CPU
No hay recuentos de humedad o densidad	Placa del preamp, Placa HV

Mensajes de error

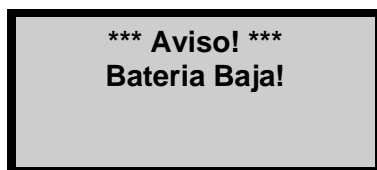
Los mensajes de error siguientes no los puede solucionar un usuario. Póngase en contacto con el Servicio de atención al cliente de Troxler para obtener más información.

- ◆ ERROR EN PRUEBA DE TECLADO.
- ◆ ERROR EN PRUEBA DE TUBO GM.
- ◆ ERROR EN PRUEBA DE TUBO DE HELIO.
- ◆ ERROR EN PRUEBA DE PANTALLA.

Carga de baterías

88Con las baterías completamente cargadas, el medidor Modelo 3430 se mantendrá operativo durante ocho semanas aproximadamente en condiciones normales (día de 8 horas).

Si se descargan las baterías, aparecerá el mensaje siguiente en la pantalla del medidor:



Cuando aparece este mensaje, quedan pocas horas de carga, por lo que se deben recargar las baterías. En una emergencia, una recarga de 30 minutos con el cargador de CA o CC proporciona varias horas de funcionamiento. Si fuera posible, agote completamente las baterías antes de recargarlas.

NOTA

Las baterías no se deberían recargar a menos que la indicación Bateria Baja! (Se agotan las baterías) aparezca en pantalla.

Cómo instalar y utilizar baterías alcalinas

99Si su medidor Modelo 3430 viene instalado con la característica opcional de baterías alcalinas para contingencias (véase página 5-3), podrá alimentar el medidor con cinco baterías alcalinas de tipo AA. Para instalar las baterías:

1. Apague el medidor.
2. Afloje los cuatro tornillos que fijan la unidad de control.
3. Con cuidado, separe la unidad de control del medidor.
4. Desenchufe el cable plano de la unidad de control presionando las palancas que hay a cada lado del cable plano.
5. Inserte cinco baterías estándar alcalinas de tipo AA en el compartimento de las baterías.
6. Configure el selector de baterías en la posición **ALCALINA**.
7. Enchufe el cable plano en la unidad de control.
8. Fije la unidad de control al medidor con los cuatro tornillos de antes.

Mantenimiento mecánico

Los procedimientos siguientes deberían efectuarse para mantener al medidor Modelo 3430 en buenas condiciones de funcionamiento. Si ocurriera algún problema grave en el medidor, póngase en contacto con el Centro de servicios o representante de Troxler más cercano para recibir instrucciones. Para ver una lista de centros de servicios de Troxler, o autorizados por Troxler, consulte la portada de este manual o visite el sitio Web de Troxler en www.troxlerlabs.com10

PRECAUCIÓN

El personal debería llevar un dosímetro para monitorizar la exposición a la radiación mientras se realiza el mantenimiento del medidor si así lo exigiera la licencia para manipular materiales radioactivos o la legislación local.

Limpieza

10Si el medidor Modelo 3430 tuviera que ofrecer mediciones exactas y precisas durante un largo periodo de tiempo, debería mantenerse lo más limpio posible. Inspeccione las superficies externas del instrumento para localizar acumulaciones de suciedad, aceite, asfalto o cualquier otra materia extraña. Si se aprecia una acumulación de materia en la base o cubierta superior del medidor, utilice el siguiente procedimiento para su limpieza:

Para limpiar la base del medidor, utilice una espátula para raspar las acumulaciones de tierra o asfalto. **¡Tenga cuidado de no dañar la base del medidor!** Después de retirar esas acumulaciones, limpie la base del medidor con un paño humedecido con BindOff, WD-40 o un producto no corrosivo similar para quitar el resto de la suciedad.

PRECAUCIÓN

Los limpiadores y lubricantes pueden dañar el teclado. ¡No permita que estas sustancias químicas entren en contacto con el teclado!

Actualmente, la cubierta superior del medidor Modelo 3430 es de un material termoplástico diseñado especialmente para que proteja contra grandes impactos y ofrezca una excelente compatibilidad con muchos disolventes y productos petroquímicos de tipo industrial. La cubierta superior se puede limpiar con un jabón suave (bajo contenido alcalino) y agua. Otras sustancias aceptadas son metilo, isopropilo o alcohol de isobutilo.

PRECAUCIÓN

El uso de una sustancia de limpieza no autorizada como metiletilocetona, amina, cloruro de metileno podría dañar la cubierta superior y anular la garantía.

Lubricación de la varilla con la fuente

Si la varilla con la fuente no se desliza hacia arriba y abajo sin esfuerzo, el rodamiento de la varilla podría necesitar limpieza y lubricación. 11 11

- ◆ Separe el panel de control del medidor aflojando los cuatro tornillos que lo fijan a la cubierta superior. Levante la unidad de control y desconecte el cable plano. Separe la unidad de control.
- ◆ Localice el engrasador que hay en la base de la torre de la varilla con la fuente.

NOTA:

La válvula de ventilación no venía instalada en los medidores antiguos. En su lugar, había un tornillo con cabeza Allen debajo del engrasador. En los medidores, retire el tornillo con cabeza Allen para

retirar el aceite antiguo antes de aplicar el lubricante. Si no retira el tornillo de cabeza Allen podría ocasionar graves daños mecánicos en el montaje de la base.

- ◆ Utilice una pistola de aceite de 16 onzas estándar cargada con un cartucho de Magnalube-G, aplique cinco disparos de lubricante o lo justo para retirar el aceite sucio y hasta que el aceite limpio resulte visible.
- ◆ Vuelva a montar el medidor. No ejerza una fuerza superior a 6 libras por pulgada en los tornillos de la cubierta superior.

Sustitución de las juntas

1212 12Cuatro juntas sellan el medidor para protegerlo de la humedad, suciedad y otros restos. Podría formarse condensación dentro del medidor si este se ha dejado fuera en condiciones de alta humedad o lluvia, o si se ha utilizado en condiciones de calor y luego se ha guardado en un edificio con aire acondicionado. En este caso, retire la cubierta superior y deje que se seque el medidor. Si fuera necesario, utilice un secador de pelo (a baja potencia) para secar la humedad acumulada. Si la humedad sigue dando problemas o hay suciedad dentro de la base del medidor, podría tener que sustituir las juntas.

Para sustituir la junta del panel de control (P/N 110841), afloje los cuatro tornillos que hay en las esquinas del panel y separe el panel de la cubierta superior del medidor. Tenga cuidado al retirar el panel y desconectar el cable plano. Quite con cuidado la junta vieja del panel y sustitúyala por una nueva. Vuelva a conectar el cable plano y a colocar el panel de control.

Para sustituir las dos juntas traseras y la junta de la cubierta superior, quite los tornillos que fijan la cubierta superior a la base del medidor. Quite los tornillos del triángulo metálico que rodea a la base del triángulo de extrusión y levante esta pieza. Luego, separe la cubierta superior de la base. Con cuidado quite las juntas de la cubierta superior y de la base del medidor y

sustitúyalas. Apriete los tornillos de la cubierta superior con una fuerza de 6 in-lb (libras por pulgada).

Si va a sustituir las juntas posteriores, estas se encuentran en la parte superior del mango de la varilla con la fuente. Un poco de polvo de talco en el interior de la nueva junta posterior ayudará a su posterior montaje.

Componentes de repuesto

14 Este apartado ofrece una lista de los principales componentes de repuesto del medidor y de compra de otros accesorios. Muchos de los componentes pueden comprarse en nuestro sitio de comercio electrónico, en www.troxlerlabs.com.

COMPONENTE NÚM.	DESCRIPCIÓN
110899	Junta/Junta tórica de cubierta superior del medidor 3430
110013	3430 Placa inferior
110016	3430 Montaje de la baterías (con caja)
110821	3430 Cubierta superior
110848.0040	3430 Nombre de placa
007158	Junta tórica para triángulo de torre

Suministros para mantenimiento

COMPONENTE NÚM.	DESCRIPCIÓN
012784	Lubricante, tubo de pasta Magnalube-G de 1,5 oz
012786	Lubricante, lata de pasta Magnalube-G de 1 lb
012789	Lubricante, Magnalube-G de 14,5 oz
100761	Raspador para varilla con la fuente
018141	BindOff (1 galón (3,78 litros))

Accesorios

COMPONENTE NÚM.	DESCRIPCIÓN
110017	3430P/3440 Caja de envío
100421	Varilla de perforación
102111	Placa de raspado
103680.1000	Herramienta de extracción
110403	Adaptador de CA
104156	Cargador de CC
110990	Manual del operario del Modelo 3430
113128	Cable RS-232
102876.0005	Kit para prueba de fugas (4 unidades)
109661	Medidor de reconocimiento TroxAlert
104661.4000	Paquete de impresora

Cómo devolver el medidor para su revisión

15 Todos los envíos a fábrica dentro de los EE. UU. deben ir acompañados con un número de autorización para devolución de artículos (RGA, por su sigla en inglés) y una descripción del instrumento y su problema. Envíe un formulario [RGA relleno](#), que puede encontrar en la página de Descargas en www.troxlerlabs.com, con cada artículo que se devuelve para su revisión. Esta información la utiliza el personal de revisiones y envíos de Troxler para acelerar el proceso de reparación.

Para obtener un número de RGA, llame o envíe un fax a la fábrica o sucursal con su solicitud. Tenga la información siguiente a mano cuando se ponga en contacto con Troxler para obtener un número de RGA:

- ◆ ¿Está el medidor aún en garantía?
- ◆ Modelo y número de serie
- ◆ ¿Será necesario un presupuesto antes de realizar cualquier reparación en el medidor?
- ◆ Problema o dificultad que tiene con el instrumento.
- ◆ Método de envío a Troxler y para el envío de vuelta.
- ◆ Dirección de envío y de facturación (no un apartado postal): dirección de la calle y código postal.
- ◆ Número de teléfono y persona de contacto (para consultas de Troxler).
- ◆ Método de pago: tarjeta de crédito, número de cuenta o número del pedido de compra. Todas las agencias gubernamentales de EE. UU. (a nivel de ciudad, condado, estado y nación) deben enviar pedidos de compra.

Appendix B:

Especificaciones

Este apéndice ofrece las especificaciones sobre medición del medidor Modelo 3430.

Especificaciones de medición

Densidad a 2000 kg/m³

Transmisión directa (150 mm)

	0,25 min.	1 min.	4 min.
Precisión (kg/m ³)	±6.8	±3.40	±1.70
Error de composición (kg/m ³)	±20.0	±20.0	±20.0
Error de superficie (kg/m ³) (100% Vacío)	-17,0	-17,0	-17,0

Retrodispersión (98%, 100 mm)

	0,25 min.	1 min.	4 min.
Precisión (kg/m ³)	±16,0	±8,00	±4,00
Error de composición (kg/m ³)	±40,0	±40,0	±40,0
Error de superficie (kg/m ³) (100% Vacío)	-75,0	-75,0	-75,0

Humedad a 240 kg/m³

	0,25 min.	1 min.	4 min.
Precisión (kg/m ³)	±10,3	±5,1	±2,6
Error de superficie (kg/m ³) (1,25 mm, 100% vacío, kg/m ³)	-18,0	-18,0	-18,0

La precisión se define como \pm una (1) desviación estándar en las lecturas de densidad. Este número lo calcula el ratio de desviación estándar en la tasa de recuento y la pendiente de la curva de calibración a una densidad dada.

Unidades habituales en EE. UU.

Densidad a 125 PCF

Transmisión directa (6 in/15,24 cm)

	0,25 min.	1 min.	4 min.
Precisión (pcf)	$\pm 0,42$	$\pm 0,21$	$\pm 0,11$
Error de composición (pcf)	$\pm 1,25$	$\pm 1,25$	$\pm 1,25$
Error de superficie (pcf) (100% Vacío)	-1,06	-1,06	-1,06

Retrodispersión (98%, 4 in/10,16 cm)

	0,25 min.	1 min.	4 min.
Precisión (pcf)	$\pm 1,00$	$\pm 0,50$	$\pm 0,25$
Error de composición (pcf)	$\pm 2,50$	$\pm 2,50$	$\pm 2,50$
Error de superficie (pcf) (100% Vacío)	-4,68	-4,68	-4,68

Humedad a 15 PCF

	0,25 min.	1 min.	4 min.
Precisión (pcf)	$\pm 0,64$	$\pm 0,32$	$\pm 0,16$
Error de superficie (pcf) (0,05 in, 100% vacío, pcf)	-1,12	-1,12	-1,12

Especificaciones radiológicas

Fuente de rayos gamma	0,30 GBq (8 mCi) \pm 10% Cs-137
Fuente de neutrones	1,48 GBq (40 mCi) \pm 10% Am-241:Be
Tipo de fuente	Fuente sellada - Forma especial
Caja de fuente	Acero inoxidable, Encapsulado
Protección	Plomo, Tungsteno
Tasa de dosis en superficie	Consulte Perfil de radiación en la página D-18
Caja de envío	Tipo A, Amarillo II, TI = 0,3

4

Especificaciones eléctricas

Potencia almacenada 4 amperios/hora

Consumo medio de corriente

Normal 35 mA

**Con retroiluminación
activada** 140 mA

Con GPS activado 105 mA

**Con retroiluminación y GPS
activados** 210 mA

**Tiempo antes de cierre
automático** 5 horas de inactividad
completa

4 4

Fuente(s) de alimentación:

Principal	5 Baterías NiMH (Paquete recargable) de tipo C
Contingencia (opcional)	5 baterías alcalinas de tipo AA
Fuente del cargador	12 V cc, 2A
Tiempo de recarga de las baterías	máximo de 3 horas, cierre automático (podría cargarse de forma incremental sin dañar a las baterías)

Pantalla de cristal líquido	Alfanumérica, 4 líneas × 20 caracteres, retroiluminación
Teclado	Membrana sellada de 10 teclas
Formato de datos en serie	9600 baudios 1 bit de parada Sin paridad 8 bits de datos Control de flujo Xon-Xoff5

**Cable de medidor a PC
(Cable serie de módem nulo (Null Modem), componente número 113128)**

5

<u>9 pines HEMBRA</u>	<u>9 pines HEMBRA</u>
Rx (pin 2)	Tx (pin 3)
Tx (pin 3)	Rx (pin 2)
Gnd (pin 5)	Gnd (pin 5)

Puerto USB (opcional)	Puede ver una lista de dispositivos USB compatibles en la página de Documentos
555	

Especificaciones mecánicas

Tamaño del medidor **(con el mango)**⁶

Varilla de 12 pulgadas

597 mm Alto × 368 mm Largo
× 229 mm Ancho
(23,5 in Alto × 14,5 in Largo × 9
in Ancho)

Varilla de 8 pulgadas

495 mm Alto × 368 mm Largo
× 229 mm Ancho
(19,5 in Alto × 14,5 in Largo × 9
in Ancho)

Tamaño de la caja de envío

745 mm Alto × 419 mm Largo
× 353 mm Ancho
(29,35 in Alto × 16,5 in Largo ×
13,88 in Ancho)^{6 6}

Peso

13,8 kg (30,5 lb)

Peso del envío

37,6 kg (83,0 lb)

Temperatura de funcionamiento

0 a 70 °C
32 a 158 °F

Máx. temperatura en superficie del material de la prueba

175 °C (347 °F) durante 15
minutos

Temperatura de almacenamiento

-55 a 85 °C
-67 a 185 °F⁶

Humedad

98% RH, sin condensación⁶

PRECAUCIÓN

Este instrumento contiene componentes nucleares y electrónicos sensibles. No se *debe* someter a un uso indebido fuera de lo especificado en los procedimientos de funcionamiento estándar detallados en este manual.

Appendix C: Transporte y envío

Los dispositivos que contengan materiales radioactivos deben transportarse conforme a la legislación del Ministerio de Transporte (DOT, por su sigla en inglés) de los EE. UU.¹ y la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA, por su sigla en inglés)¹.

Las recomendaciones de la IAEA se han codificado en la legislación sobre transporte de mercancías peligrosas de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, por su sigla en inglés)¹. Los clientes internacionales deberían consultar a su administración local o autoridad competente para información sobre la legislación aplicable.

1

Requisitos de envío de EE. UU.

2222Las regulaciones sobre transporte de mercancías peligrosas del DOT de EE. UU. (49 CFR, Partes 100–185) se aplican siempre que se transporte un dispositivo nuclear mediante vehículo de motor en una autopista pública o por otro medio de transporte (tren, avión, barco).

Los principales requisitos para el transporte de un medidor nuclear en los EE. UU. se enumeran a continuación. Para información más detallada sobre estos requisitos, consulte la *Guía de transporte de Troxler*.

- ◆ Se debe guardar una copia del Certificado actual de la IAEA por parte de la autoridad competente por cada fuente que haya en el medidor (Certificado de forma especial). La versión actual puede descargarse desde el sitio web de Troxler, www.troxlerlabs.com.
- ◆ Se debe guardar una copia de los resultados de la prueba de paquete de tipo A.
- ◆ Se deben guardar los registros de la formación a empleados en materia de transporte de mercancías peligrosas.
- ◆ En el vehículo, debe haber un documento de *Información sobre respuesta a emergencias* para que el conductor pueda tener acceso inmediato a él.
- ◆ En el vehículo debe estar el conocimiento de embarque debidamente cumplimentado para que el conductor pueda tener acceso inmediato a él. La documentación de envío debe incluir un número de teléfono para respuesta a emergencias disponible las 24 horas del día.
- ◆ Si el envío es por avión, una *declaración del transportista relativa al transporte de mercancías peligrosas*² debe acompañar a la carta de porte aéreo.
- ◆ El paquete debe estar debidamente marcado y etiquetado conforme a la legislación sobre transporte de mercancías peligrosas.
- ◆ El paquete debe tener un sellado sensible a la manipulación.

- ◆ El paquete debe inspeccionarse antes de cada envío.
- ◆ El paquete debe fijarse con seguridad en el vehículo para evitar desplazamientos durante el transporte.

Requisitos para notificación de accidentes

3En caso de incidente sobre el que deba darse parte y que implique a un material radioactivo, notifíquelo al organismo autorizador tan pronto como sea posible. El operario también deberá notificar, lo antes posible, al Ministerio de Transporte de EE. UU. llamando al 1-800-424-8802, en caso de accidente que ocurra durante el transporte (incluyendo carga, descarga y almacenamiento temporal) en el cual se produzca incendio, rotura, fugas o sospecha de contaminación en relación con los materiales radioactivos.

Formación sobre transporte de mercancías peligrosas

33La legislación del Ministerio de Transporte de EE. UU. exige que cada empresa que ofrezca servicios de este tipo forme, certifique y mantenga registros de cada empleado que vaya a realizar esta labor. La formación sobre transporte de mercancías peligrosas se aplica a todo aquel que transporte o prepare el transporte de materiales radioactivos. También será necesaria una formación de actualización cada tres años para el envío/transporte por carretera en los EE. UU. La formación sobre transporte aéreo será necesaria cada 2 años según la legislación de la IATA sobre transporte de mercancías peligrosas.

Requisitos de envío de Canadá

4444La legislación y la *Ley sobre Transporte de Mercancías Peligrosas (TDG, por su sigla en inglés)*⁴ y la legislación sobre *Embalaje para Transporte de Materiales Radioactivos (TPRM, por su sigla en inglés)*⁴ se aplican siempre que un dispositivo nuclear de uso comercial se transporte por cualquier medio en Canadá.

Para ver los requisitos de notificación de accidentes y de formación, consulte la *Legislación sobre Transporte de Mercancías Peligrosas*. Para más información sobre cómo transportar un dispositivo nuclear, póngase en contacto con la sección de transporte de la Comisión de Seguridad Nuclear de Canadá (CNSC, por su sigla en inglés)⁴.

Appendix D: Teoría de la radiación y seguridad

La lectura de este apéndice es obligatoria para todo aquel que utilice el medidor de humedad-densidad en superficie, Modelo 3430.

Este apéndice aborda los temas relativos a la teoría de la radiación y al uso seguro del medidor. Se incluye un breve resumen de los requisitos legales relativos a la propiedad y uso del medidor, y un listado de avisos y precauciones sobre seguridad para evitar radiaciones.

Teoría de la radiación

22Se puede encontrar una explicación más detallada de la teoría de la radiación en el manual *Plan de formación sobre seguridad en medidores nucleares de Troxler*, facilitado en el curso sobre seguridad de Troxler.

Estructura atómica

2Toda materia se compone de átomos. Por ejemplo, el agua tiene dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O), lo que en la notación química se escribe como H_2O .

Un átomo consta de un núcleo denso, que se compone de protones con carga positiva y neutrones sin carga, rodeados de una nube de electrones con carga negativa. En circunstancias normales, el número de electrones en un átomo es igual al número de protones. El número de protones en el átomo se llama el *número atómico* (Z). Un elemento químico consta de todos los átomos con igual número atómico.

El número de protones más neutrones en el núcleo se llama la *masa atómica* (A). Los átomos de un elemento químico dado pueden existir en variantes ligeramente diferentes llamadas *isótopos* que pueden tener distintas masas atómicas. Por ejemplo, el carbono-12 (C-12) no es radiactivo, pero el carbono-14 (C-14) sí lo es. Los isótopos que son radioactivos se denominan radioisótopos o radionúclidos.

Figura 12 representa un átomo de helio que consta de dos protones y dos neutrones en el núcleo y dos electrones orbitando.

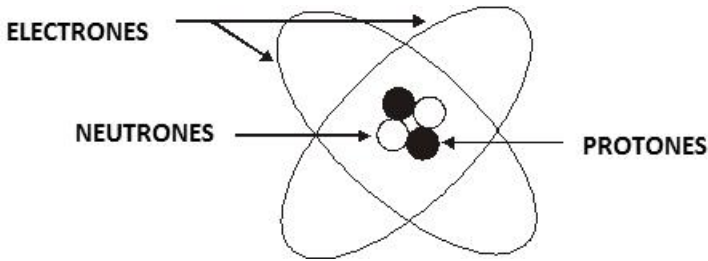


Figura 12. Diagrama de un átomo

Radioactividad

La radioactividad es la transformación espontánea (o desintegración) de un núcleo inestable en una configuración más estable acompañada por emisión de radiación.

La cantidad de material radioactivo se mide en términos del número medio de desintegraciones nucleares por unidad de tiempo. La unidad de medida tradicional de la radioactividad (o *actividad*) es el *curio* (Ci), que se define como $3,7 \times 10^{10}$ desintegraciones por segundo. Las actividades de las fuentes radioactivas en medidores nucleares son tan pequeñas que normalmente se miden en *milicurios* (mCi), que es una milésima de un curio, o en *microcurios* (μ Ci), que es una millonésima de un curio.

En el sistema internacional estándar (SI, por su sigla en inglés) (o *métrico*), la unidad de actividad es el *bequerelio* (Bq), que equivale a una desintegración por segundo. Como el bequerelio es una unidad extremadamente pequeña, la actividad de las fuentes en los medidores nucleares se expresa normalmente en *megabequerelios* (MBq), que equivale a una millón de bequerelios, o en *gigabequerelios* (GBq), que equivale a mil millones de Bq.

La radioactividad de una fuente no es constante, pero disminuye con el tiempo según se va descomponiendo la fuente. El tiempo que tarda la mitad de los átomos originales en desintegrarse se llama *semivida*. En las semividas sucesivas, la actividad decrece en $1/2$, $1/4$, $1/8$ y así sucesivamente con respecto al valor inicial. Tras siete semividas, permanecen menos del 1% de los átomos radioactivos originales. Cada radioisótopo tiene una

semivida característica, que puede ir de unos segundos a miles de millones de años. Las semividas de los radioisótopos normales que se usan en los medidores nucleares son:

Radioisótopo	Semivida
Cs-137	30 años
Am-241	432 años

Tipos de radiación

Las fuentes radioactivas en el medidor producen cuatro tipos de radiación: 4

Partículas alfa4

Partículas beta4

Rayos gamma4 (fotones4)

Neutrones4

La cápsula fuente detiene a las partículas alfa y beta. Por tanto, no presentan riesgos externos para el personal. Solo la radiación de rayos gamma y neutrones procedente de fuentes selladas contribuye a la exposición a alguna radiación ocupacional.

Los rayos gamma (fotones) son un tipo de radiación electromagnética, como los rayos X, ondas de radio y la luz visible. Los fotones no tienen masa ni carga eléctrica y viajan a la velocidad de la luz. Los rayos gamma son energéticos y penetrantes. Los materiales densos (como el plomo, tungsteno, etc.) ofrecen la mejor protección contra la radiación gamma.

Los neutrones son una forma de radiación particular, pero, a diferencia de las partículas alfa y beta, no tienen carga eléctrica. Esto convierte a la de neutrones en una radiación muy penetrante. Los neutrones rápidos pierden energía principalmente por lo que se conoce como colisiones elásticas de "bolas de billar" con núcleos de átomos con números atómicos bajos, en especial, el hidrógeno. Los mejores materiales de protección contra los neutrones rápidos son los que tienen un alto contenido de hidrógeno, como agua, hormigón y polietileno.

Seguridad en materia de radiaciones

Este apartado explica los principios generales de seguridad en materia de radiaciones. Esta información incluye procedimientos específicos para la utilización, inspección, limpieza y realización de pruebas para detectar fugas en el medidor para garantizar un funcionamiento seguro. 5

Dosis de radiación

La radiación no se puede detectar por ninguno de los sentidos humanos (vista, tacto, oído, olfato). No obstante, con el uso de instrumentos y dispositivos apropiados se puede detectar y medir la radiación a niveles mucho más bajos que los que pueden afectar de forma significativa a la salud. 5

Para medir la protección contra la radiación, la unidad básica de dosis de radiación es el *rem*. La unidad de SI es el *sievert* (Sv), donde $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$. El rem es una unidad relativamente grande, de ahí que a menudo la dosis de radiación se exprese en unidades más pequeñas llamadas milirems (mrem), donde $1 \text{ rem} = 1000 \text{ mrem}$.

El riesgo de enfermedad a causa de la radiación está relacionado normalmente con la dosis de radiación total recibida en un periodo de tiempo. También está relacionado con la tasa de dosis, que es la cantidad de dosis recibida por unidad de tiempo. La misma cantidad de radiación recibida en un largo periodo de tiempo (de meses a años) es mucho menos perjudicial que si se recibiera en un periodo muy corto (horas). Esto está relacionado con la capacidad del cuerpo para reparar las células dañadas por la radiación.

La Comisión de Reglamentación Nuclear (NRC, por su sigla en inglés) de EE. UU. ha establecido los límites siguientes sobre la cantidad de exposición de todo el cuerpo a la radiación que las personas pueden recibir sin peligro alguno procedente de materiales radioactivos autorizados.

Tipo de persona	Límite de dosis
Operario adulto	5000 mrem al año

Menor (menos de 18 años)	500 mrem al año
Miembro del público	100 mrem al año

Exposición límite

En condiciones normales, una persona que trabaje con el medidor recibirá menos de 200 mrem al año. 66

Un principio básico de la protección contra la radiación es que la exposición a la radiación debe mantenerse tan alejada de los límites como sea razonablemente posible. Esto se conoce como principio *ALARA* (el acrónimo en inglés de "as low as reasonable achievable (lo más bajo que sea razonablemente alcanzable)"). Los tres métodos para limitar la exposición son:

- ◆ Tiempo
- ◆ Distancia
- ◆ Protección

Tiempo

La manera más sencilla de reducir la exposición es minimizar el tiempo pasado junto a una fuente radioactiva. Si el tiempo pasado cerca de una fuente se reduce a la mitad, la exposición disminuye a la mitad, mientras el resto de factores permanecen constantes.

Distancia

La distancia es otro método eficaz de reducir la exposición a la radiación. Una fórmula conocida como la *ley del inverso del cuadrado de la distancia* relaciona la tasa de exposición a la radiación con la distancia (véase Figura 13). Duplicar la distancia desde una fuente de radiación reduce la exposición a un cuarto de su valor original. Si se triplica la distancia, la exposición se reduce por un factor de nueve y así sucesivamente.

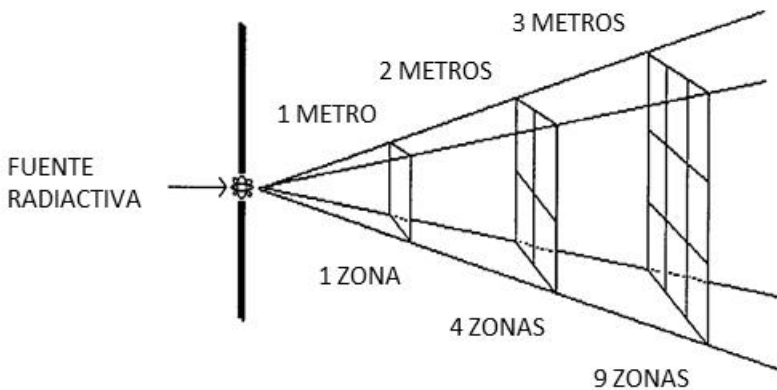


Figura 13. Efecto de la distancia en la exposición

Protección

Protección⁷ es utilizar cualquier material para reducir la tasa de exposición a la radiación de una fuente radioactiva⁷. El medidor lleva alguna protección integrada, lo que reduce la tasa de exposición. Cuando se han guardado los medidores, podría ser necesaria una protección adicional para mantener la exposición del personal en áreas cercanas por debajo de los límites de la dosis para miembros del público.

El espesor de cualquier material que reduzca la intensidad de la radiación incidente a la mitad se conoce como *capa del valor mitad (HVL, por su sigla en inglés)*⁷. La HVL de un material varía con el tipo y la energía de la radiación. Los valores de HVL de ciertos materiales de protección comunes se muestran a continuación para la radiación de neutrones rápidos y de rayos gamma.

Material	Cs-137 Gamma Capa del valor mitad	Am-241:Be Neutrones Capa del valor mitad
Hormigón	1,9 in (4,82 cm)	4,3 in (10,92 cm)

Plomo	0,3 in (0,76 cm)	*
-------	------------------	---

Monitorización del personal

88En los Estado Unidos, cualquiera que trabaje con o cerca de materiales radioactivos está sujeto a límites de dosis ocupacionales. Se recomienda la monitorización individual de cada usuario autorizado a fin de demostrar que se respetan esos límites de dosis.

Los tipos más comunes de dispositivos para monitorización individual utilizados por los concesionarios son los dosímetros de película y los dosímetros termoluminiscentes (TLD)⁸. Los dosímetros de película normalmente se intercambian y procesan cada mes por problemas de degradado de la película. Los dosímetros TLD se intercambian normalmente cada tres meses. Troxler ofrece servicios de monitorización de personal con la certificación de NVLAP mediante el uso de dosímetros TLD.

En Canadá, los usuarios de medidores nucleares no se clasifican habitualmente como trabajadores sujetos a radiación atómica. En esos casos, se aplica el límite de la dosis para el público general de 500 mrem/año. No se exige a los usuarios que lleven un dosímetro. Para establecer los requisitos sobre monitorización de personal en su solicitud, consulte las condiciones de su licencia radioisotópica y el documento con el reglamento de la CNSC *R91: Monitorización y registro de dosis para personas*.

Encapsulamiento fuente

Los materiales fuente de neutrones (americio-241:berilio⁸ en el Modelo 3430 y fotones (cesio-137⁸) vienen soldados dentro de cápsulas de acero inoxidable. Estas fuentes selladas cumplen los requisitos de la legislación internacional y de EE. UU. para ser clasificadas como "forma especial" de material radioactivo con fines de transporte. Las fuentes selladas se han diseñado para

* El plomo no ofrece ninguna protección eficaz contra los neutrones rápidos.

evitar las fugas de material radioactivo en caso de accidente grave. También se han diseñado para cumplir con los requisitos de la clasificación ANSI que corresponda para fuentes selladas utilizadas en medidores portátiles. 99

Inspección de la varilla con la fuente

99Para asegurar la integridad de la varilla con la fuente, Troxler recomienda que una persona cualificada del servicio de Troxler inspeccione el medidor y la varilla con la fuente al menos una vez cada cinco años. Esta inspección incluye la comprobación del exceso de uso, corrosión o daños que podrían afectar a la seguridad durante el funcionamiento del medidor.

No obstante, como precaución por si alguna vez el medidor de daña o se cae, asegúrese de que la punta de la varilla con la fuente esté intacta y sin daños (es decir, que la fuente no se haya perdido), como se explica en la página A-2 – A-3.

Póngase en contacto con el Departamento de seguridad en materia de radiaciones de Troxler para obtener asesoramiento.

Inspección diaria

9El medidor debería inspeccionarse a diario antes de su uso para asegurar el correcto funcionamiento de todas las funciones de seguridad, como se indica a continuación:

- ◆ La abertura de la varilla con la fuente en la parte inferior del medidor viene equipada con un bloque corredizo de tungsteno con muelles que se cierra cuando la varilla con la fuente está situada en la posición **SEGURIDAD** (protegida). Para comprobar el funcionamiento del bloque corredizo, presione la varilla con la fuente hacia abajo a la posición de retrodispersión (véase Figura en página 3-4), y luego súbala de nuevo a la posición **SEGURIDAD**. Debería escuchar un *clic* cuando se cierra el bloque corredizo. Dé la vuelta al medidor y verifique que el bloque corredizo está completamente cerrado. Si alguna parte de la abertura queda al descubierto, el bloque corredizo debería limpiarse antes de usar, transportar o guardar el medidor. Consulte la página D-10 para ver instrucciones sobre la limpieza del bloque corredizo de tungsteno.



AVISO

No guarde o transporte el medidor a menos que el bloque corredizo esté cerrado. Un aumento en los niveles de radiación podría causar un exceso de exposición a la radiación del personal e infringir la legislación en materia de transporte.

Si tuviera un instrumento de medición de la radiación disponible, verifique que la fuente radioactiva de rayos gamma está en su sitio midiendo la tasa de exposición en la superficie del medidor. La tasa de exposición debería ser aproximadamente de entre 10 - 20 mrem a la hora. Una lectura de 1 mrem o menos indica que el instrumento de medición no funciona bien o que la fuente de cesio-13710 puede haberse perdido. Consulte el apartado *Resolución de problemas* en el Apéndice A para ver más instrucciones.

Cómo limpiar el bloque corredizo de tungsteno

1010 10Si no se mantiene limpio el bloque corredizo de tungsteno, podría quedar parcial o totalmente abierto cuando la varilla con la fuente se eleva a la posición **SAFE (SEGURIDAD)** (protegida). El resultado podrían ser niveles de radiación altos cerca o en línea con la abertura de la varilla con la fuente en la parte inferior del medidor. Tras limpiar y volver a montar el medidor como se indica más abajo, compruebe el funcionamiento del bloque corredizo llevando la varilla con la fuente hacia la posición de retrodispersión y luego volviendo a situarla en la posición **SAFE (SEGURIDAD)**. Debería escuchar un *clic* cuando se cierra el bloque corredizo. Inspeccione la abertura en la base del medidor para confirmar que el bloque corredizo está cerrado. Si no fuera así, compruebe que el muelle del bloque corredizo está bien instalado tras su limpieza. Si el bloque corredizo sigue sin cerrar correctamente, póngase en contacto inmediatamente con el Centro de servicios de Troxler más cercano. Para ver una lista de centros de servicios de Troxler, o autorizados por Troxler, consulte la portada de este

manual o visite el sitio Web de Troxler en www.troxlerlabs.com/services.



AVISO

No guarde o transporte el medidor a menos que el bloque corredizo esté cerrado. Un aumento en los niveles de radiación podría infringir la legislación en materia de transporte y causar una excesiva exposición del personal a la radiación.

El bloque corredizo de tungsteno podría necesitar limpiarse si ve que resulta complicado bajar la varilla con la fuente a la posición de "medición", o si no se escucha un *clik* cuando la varilla se eleva a la posición **SEGURIDAD** (protegida). Un bloque corredizo que funcione incorrectamente también podría provocar lecturas erráticas o incorrectas de densidad y unos mayores niveles de radiación.



AVISO

Borrado de resultados del bloque corredizo en tasas de dosis de hasta un rem a la hora en la trayectoria del haz. Apártese de la parte inferior del medidor al realizar este procedimiento y proceda lo más rápidamente posible mientras trabaje en la cavidad para minimizar la exposición de sus extremidades.

9. Con la varilla con la fuente en la posición **SEGURIDAD** (protegida), sitúe el medidor a su lado.
10. Limpie los cabezales de los cuatro tornillos de las esquinas que sujetan la placa inferior a la base del medidor (véase Figura 14). Utilice un destornillador Phillips para retirar los cuatro tornillos de las esquinas de la placa y quítela.

11. Para reducir la exposición radiológica, sitúese a un lado del medidor. Prestando mucha atención a la posición del bloque corredizo, retire el bloque.
12. Con un cepillo duro o un trapo impregnado en alcohol, limpie el bloque corredizo y la cavidad.
13. Vuelva a instalar el bloque corredizo con el lado angulado mirando hacia arriba. Aplique una ligera capa de pasta Magnalube-G en la superficie **angulada superior** del bloque corredizo.
14. Vuelva a montar la placa inferior. ¡No apriete en exceso los tornillos! Asegúrese de que la varilla con la fuente se mueve hacia arriba y abajo con soltura.

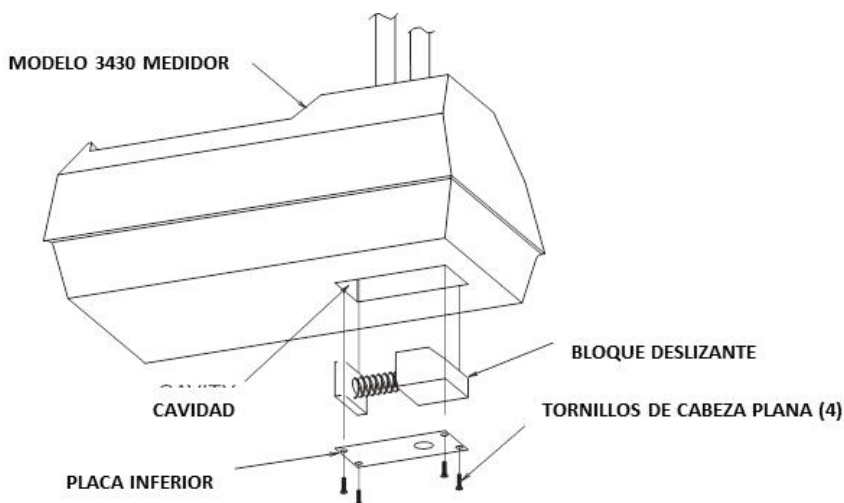


Figura 14. Cómo limpiar el bloque corredizo de tungsteno

Prueba contra fugas

12A menos que se indique lo contrario por la legislación de su país o licencia, el medidor debe probarse contra fugas a intervalos que no superen los 12 meses para asegurar la integridad del encapsulamiento de la fuente radioactiva. El análisis de las muestras solo puede realizarlo un laboratorio autorizado.

Con el kit de pruebas contra fugas Modelo 3880 de Troxler (PN 102868) y las instrucciones que lo acompañan, realice el siguiente procedimiento:



AVISO

Asegúrese de que la varilla con la fuente está en la posición SAFE (SEGURIDAD) (véase Figura 7 en página 3–4).

1. Escriba la fecha, número de modelo del medidor y número de serie en el formulario y etiqueta de muestra.
2. Separe el panel de control de la cubierta superior del medidor. Localice la etiqueta de radiación amarilla en la parte superior de la base.
3. Sujetando el disco de limpieza con las pinzas, limpie la etiqueta de radiación.
4. Dé la vuelta al medidor y localice la abertura por donde pasa la varilla con la fuente a través de la base del medidor.
5. Sujetando el disco de limpieza con las pinzas, limpie la zona de alrededor y de dentro de la abertura por donde pasa la varilla con la fuente desde la base del medidor.
6. Embale el disco, como indican las instrucciones, en el sobre y envíelo a Troxler Electronic Laboratories, Inc. para su análisis.
7. Fije el medidor debidamente.

Requisitos reglamentarios

13Este apartado resume los requisitos en materia de formación y autorizaciones relativos a la propiedad o utilización de un medidor nuclear. Este apartado también ofrece información sobre eliminación de residuos relativa al medidor, así como procedimientos de emergencia si se pierde o se daña el medidor o lo roban.

Autorizaciones

14En los Estados Unidos, la posesión y uso de materiales radioactivos en un medidor nuclear requiere una licencia emitida por la Comisión de Reglamentación Nuclear (NRC, por su sigla en inglés) de EE. UU. o de un organismo autorizador de un estado con quien aquella tenga un acuerdo. Puede encontrar información detallada sobre cómo obtener una licencia en la *Guía de autorizaciones (licencias) de Troxler*. Puede solicitar a Troxler una copia de esta guía o descargarla desde el sitio Web de Troxler en www.troxlerlabs.com.

Para adquirir un medidor nuclear en Canadá, un propietario debe obtener una licencia radioisotópica de la Comisión de Seguridad de Energía Nuclear (CNSC, por su sigla en inglés) de Canadá¹⁴. El propietario debería obtener copias de las regulaciones de la CNSC y de la legislación vigente en materia de transporte de mercancías peligrosas. En otros países, consulte al organismo regulador local que corresponda.

Formación

14En los Estados Unidos, cualquiera que trabaje con o cerca de materiales radioactivos debe realizar un curso de formación sobre seguridad en materia de radiaciones para ser designado como un *usuario autorizado*. Los usuarios autorizados deben recibir formación en precauciones y procedimientos para minimizar la exposición a la radiación; los requisitos reglamentarios aplicables; y los procedimientos de utilización, emergencia, mantenimiento y transporte del medidor. Troxler ofrece cursos de formación diseñados para cumplir con los requisitos de formación del organismo regulador para usuarios de medidores nucleares.

Eliminación de residuos

14Un medidor nuclear contiene material radioactivo autorizado. Al final de la vida útil del medidor, no debe tirarse como si fuera basura normal, ni reciclarse como si fuera material de desecho, ni abandonarse. En su lugar, un medidor nuclear debe transferirse a un destino autorizado por la NRC o un estado con quien esta tenga un acuerdo. Para más información sobre

eliminación de residuos relativos al medidor, póngase en contacto con Troxler.

Procedimientos de emergencia

15 Si se pierde o roban el medidor nuclear, notifíquelo inmediatamente al encargado de seguridad en materia de radiaciones (RSO, por su sigla en inglés) del propietario del medidor.

El propietario del medidor debería cumplimentar las líneas de información de contacto de emergencia que se indican más abajo. (Tenga en cuenta que "empresa" se refiere a la empresa del propietario del medidor, no a Troxler Electronic Laboratories). Esta información debería estar inmediatamente disponible para el operario del medidor en todo momento.

El RSO de la empresa es _____

Llame al RSO al número _____

El organismo regulador es _____

Llame al organismo al número _____

Si se daña un medidor, siga el procedimiento de abajo:

1. Localice el medidor o las fuentes.
2. No toque ni mueva el medidor.
3. Acordone inmediatamente una zona alrededor del medidor nuclear o las fuentes. Un radio de 15 pies (5 metros) será suficiente. No deje la zona desatendida.
4. Todas las personas sin autorización deberán alejarse del medidor nuclear.
5. Si hay un vehículo implicado, deberá inmovilizarse hasta establecer el alcance de la contaminación, si la hubiera.

6. El usuario del medidor debería realizar una inspección visual del medidor nuclear para determinar si la caja o protección de la fuente se ha dañado.
7. Utilice un medidor de reconocimiento (como el modelo TroxAlert) para medir la tasa de dosis a una distancia de 1 m (3 pies) del medidor nuclear.
8. Póngase en contacto con el RSO de la empresa (nombre y número facilitados al comienzo de este apartado).
Proporcione lo siguiente al RSO:
 - a. Fecha, hora y ubicación del accidente
 - b. Modelo y número de serie del medidor
 - c. Naturaleza del accidente
 - d. Ubicación y estado del medidor o la fuente
 - e. La tasa de dosis a 1 m (3 pies) del medidor
9. Si no puede contactar con el RSO, llame al organismo regulador (nombre y número facilitados al comienzo de este apartado).
10. Siga las instrucciones del RSO. El RSO podría necesitar comunicar el incidente al organismo regulador. El RSO también podría tener que notificar al Ministerio de Transporte de EE. UU. (USDOT, por su sigla en inglés) cualquier accidente que pueda producirse durante el transporte.
11. Antes de enviar un medidor dañado a Troxler, obtenga un número de autorización para devolución de artículos (RGA, por su sigla en inglés) del departamento de Atención al cliente de Troxler, como se ha explicado en el apartado *Cómo devolver el medidor para su revisión* de la página C-15.

Precauciones al utilizar el medidor

16 Deberían tomarse las siguientes precauciones al transportar, guardar, mantener o utilizar el medidor.

- ◆ Nunca toque la punta desprotegida de la varilla con la fuente con las manos. Las tasas de dosis al contacto con la punta de la varilla con la fuente pueden dar como resultado

exposiciones que superen los límites de dosis anuales en la piel de las extremidades en un corto periodo de tiempo (como 1 hora).

- ◆ Cuando no esté tomando lecturas, mantenga la varilla con la fuente en la posición **SEGURIDAD** (protegida). Para mayor seguridad del usuario, la varilla con la fuente se retrae automáticamente a la posición **SEGURIDAD** cuando se levanta el medidor por el mango.
- ◆ Si no escucha un *clic* cuando se sitúa el medidor en la posición **SEGURIDAD**, mire la parte inferior del medidor para verificar que el bloque corredizo de tungsteno esté completamente cerrado. Si la abertura de la base del medidor no está completamente cerrada por el bloque corredizo, este podría tener que limpiarse. Consulte la página A-10 para ver instrucciones sobre limpieza.
- ◆ No guarde o transporte el medidor a menos que el bloque corredizo esté completamente cerrado. Un aumento en los niveles de radiación podría causar un exceso de exposición a la radiación del personal e infringir la legislación en materia de transporte.
- ◆ Cuando prepare un emplazamiento de prueba, utilice el montaje de la varilla de perforación para perforar el agujero de prueba. Bajo ninguna circunstancia se utilizará la varilla con la fuente del medidor para perforar agujeros.
- ◆ No realice ninguna alteración ni modificación en el medidor. Además, no retire la fuente sellada del medidor. Alterar o modificar el medidor o retirar la fuente sellada puede ser peligroso. Esas operaciones son ilegales a menos que lo autorice su licencia para utilizar materiales radioactivos.

Perfil de radiación

Tabla 3 muestra el perfil de radiación del medidor Modelo 3430. Cada tabla enumera las tasas equivalentes de dosis de radiación (en mrem/hora) para cada lateral del medidor y caja de transporte que se muestra en Figura 15.

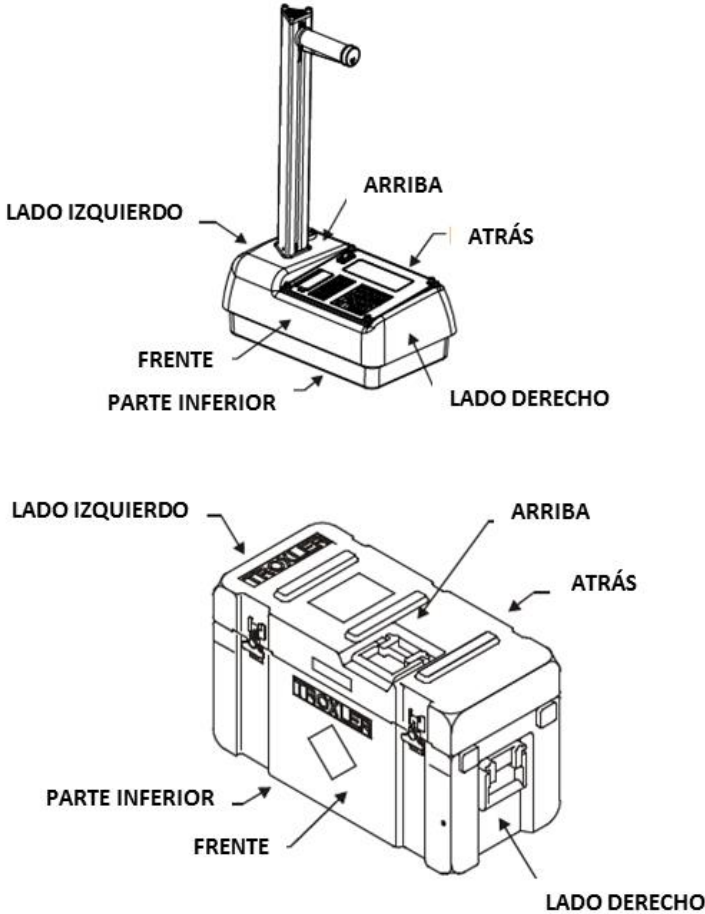


Figura 15. Medidor Modelo 3430 y caja de transporte

Tabla 3. Perfil de radiación para el Medidor Modelo 3430

(Tasa de exposición en mrem/hora)

	Superficie		5 cm		30 cm		100 cm	
	Rayos gamma	Neutrones	Rayos gamma	Neutrones	Rayos gamma	Neutrones	Rayos gamma	Neutrones
MEDIDOR								
Parte superior	30,0	1,0	20,0	1,0	2,0	0,2	§	§
Parte inferior	19,0	3,0	9,0	2,0	0,6	0,6	§	§
Lateral izquierdo	25,0	0,6	10,0	0,4	1,2	0,2	0,2	§
Lateral derecho	8,0	1,2	3,0	0,4	1,0	0,2	0,2	§
Parte frontal	16,0	1,0	9,0	0,6	1,7	0,2	0,3	§
Parte trasera	25,0	1,0	13,0	0,8	2,0	0,3	0,4	§
MEDIDOR EN CAJA DE TRANSPORTE								
Parte superior	17,0	0,2	8,0	0,2	1,2	§	0,2	§
Parte inferior	6,0	0,2	4,0	0,2	1,0	0,2	0,4	§
Lateral izquierdo	1,0	§	0,8	§	0,3	§	§	§
Lateral derecho	9,0	2,0	4,0	1,6	0,5	1,0	§	§
Parte frontal	9,0	0,4	6,5	0,2	2,0	§	0,2	§
Parte trasera	7,0	0,2	5,0	0,2	2,0	§	0,2	§

NOTAS:

1. Las mediciones de radiación se tomaron de un medidor que contenía un fuente de rayos gamma de un valor nominal de 8 milicurios de cesio-137 y un valor nominal de 40 milicurios de americio-241: Fuente de neutrones de berilio.
2. Se tomaron mediciones de rayos gamma con un medidor de reconocimiento Bicron Micro Rem, número de serie B464Y, calibrado en enero de 2011.
3. Se tomaron mediciones de neutrones con un medidor de reconocimiento Ludlum Modelo 12-4, número de serie 140077, calibrado en septiembre de 2011.
4. El símbolo § denota una medición de radiación inferior a 0,2 milirems/hora.
5. La nomenclatura de las posiciones de medición del medidor y la caja de transporte aparece en las figuras 1 y 2.
6. La orientación del medidor en la caja de transporte es la siguiente:
 - a. Parte trasera del medidor en la parte delantera de la caja
 - b. Parte inferior del medidor en el lateral derecho de la caja, y
 - c. Parte superior del medidor en el lateral izquierdo de la caja

Appendix E:

Registro de recuentos estándar

Utilice el formulario de este apéndice como guía para registrar los recuentos estándar diarios. Para verificar la estabilidad del medidor, compare el recuento estándar diario con la media de los últimos cuatro recuentos estándar registrados.1 1

ÍNDICE

Accesorios.....	1-4
Adaptador de CC.....	1-4
Adaptador, cc	1-4
Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA, por su sigla en inglés)	B-1
Americio-241:berilio.....	1-2, 2-6, 3-13, D-9
Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, por su sigla en inglés).....	B-1
Automático	
Cierre	B-4
Autopueba	3-8
Autorizaciones.....	D-15
Batería	
Carga.....	B-5, A-9
Especificaciones.....	B-6, B-5
Uso de alcalinas.....	A-10
Baterías alcalinas	5-3, A-10
Baterías, alcalinas	5-3
Bequerelio.....	A-3
Bloque corredizo, limpieza	D-11
Bloque de referencia estándar	1-4, 3-13, 4-8, 5-5
Caja de transporte	F-6
Californio-252.....	1-2
Capa del valor mitad (HVL, por su sigla en inglés).....	D-8
Características opcionales.....	5-1
Cargador de CA	1-4
Cargador, ca.....	1-4
Centros de servicios	ii
Cesio-137	1-2, 2-2, 3-13, D-11, D-9
Cierre automático	3-4
Cierre, automático	3-4, B-4
Código de acceso.....	xiv
Comisión de Seguridad de Energía Nuclear de Canadá (CNSC, por su sigla en inglés).....	D-15, B-5
Cómo cargar las baterías.....	A-9

Cómo tomar una medición	
Modo asfalto	3-23
Modo suelo	3-19
Compensación.....	4-2
Densidad	4-2, 4-3
Humedad	4-2, 4-4
Zanja	4-3, 4-8
Compensación en zanja.....	4-3, 4-8
Componentes	
Medidor.....	1-4
Repuesto	A-15
Configuración de parámetros	3-10
Configuración, parámetros.....	3-10
Curio.....	A-3
Declaración del transportista relativa al transporte de mercancías peligrosas.....	B-2
Densidad	
Compensación	4-2, 4-3
Sin vacíos	5-11
Teoría de medición	2-2
Densidad sin vacíos	5-11
Desembalaje.....	1-6
Detectores.....	1-4
Detectores de Geiger-Mueller (G-M)	1-2, 2-2
Dosímetro termoluminiscente (TLD, por su sigla en inglés) D-9	
Efecto en capa superior	2-2, 4-11
Efecto en la capa superior	2-2, 4-11
Eliminación de residuos.....	16, D-16
Emplazamiento	
Medición de suelo y base de suelo.....	3-16
Medición en asfalto	3-18
Preparación.....	3-16
Encapsulamiento	D-9
Envío.....	D-1
Caja	F-6
Requisitos de Canadá	B-5

Requisitos de EE. UU.	D-2
Especiales	
Funciones.....	5-1
Especificaciones.....	B-1
Medición.....	B-2
Estándares de la Sociedad americana de pruebas y materiales (ASTM, por su sigla en inglés).....	1-2
Estándares, Sociedad americana de pruebas y materiales (ASTM, por su sigla en inglés).....	1-2
Estructura atómica.....	A-2
Exposición, límite.....	A-7
Formación.....	D-15
Transporte de mercancías peligrosas.....	B-4
Formación sobre transporte de mercancías peligrosas.....	B-4
Formato	
Datos en serie.....	B-5
Fotones.....	A-5
Fuente	
Encapsulamiento.....	D-9
Inspección de la varilla.....	D-10
Protección.....	D-8
Funcionamiento	
Funciones especiales.....	5-1
Geometría, medición del medidor.....	2-3
Gravedad específica.....	5-10
Guía de la varilla de perforación.....	1-4
Herramienta de extracción.....	1-4
Humedad.....	F-6
Compensación.....	4-2, 4-4
Teoría de medición.....	2-6
Idioma de la pantalla.....	5-4
Idiomas.....	5-4
Indicadores de mal funcionamiento.....	A-8
Índice de posiciones de la varilla.....	3-6
Inhibición de 15 segundos.....	5-12
Inhibición, recuento de 15 segundos.....	5-12

Inicio remoto.....	5-3
Inspección	
A la recepción	1-6
Diaria	3-8, D-10
Varilla con la fuente.....	D-10
Junta, sustitución.....	A-13
Lectura	
Modo asfalto	3-23
Modo suelo.....	3-19
Legislación sobre Embalaje para Transporte de Materiales	
Radioactivos (TPRM, por su sigla en inglés).....	B-5
Ley y Legislación sobre Transporte de Mercancías Peligrosas	
(TDG, por su sigla en inglés).....	B-5
Límites	
Prueba de deriva.....	5-7
Prueba estadística	5-5
Limpieza	
Base y cubierta superior	A-11
Bloque corredizo	D-11
Mantenimiento	
Bloque corredizo	D-11
Junta	A-13
Mecánico	A-11
Rodamiento de la varilla con la fuente.....	A-12
Mecánico	
Mantenimiento.....	A-11
Medición	
Capa delgada	4-11
Especificaciones	B-2
Modo.....	3-11
Modo asfalto	3-23
Modo suelo.....	3-19
Posiciones de la varilla con la fuente.....	3-6
Preparación del emplazamiento.....	3-16
Profundidad.....	3-11
Mediciones en capas delgadas.....	4-11
Medida	

Unidades	3-10
Medidor	
Geometría de medición.....	2-3
Posiciones de la varilla con la fuente.....	3-6
Ministerio de Transporte (DOT, por su sigla en inglés)	B-1
Modo	
Asfalto	3-11
Cómo seleccionar	3-11
Preparado	3-8
Retrodispersión	2-2
Suelo	3-11
Transmisión directa.....	2-2
Modo asfalto.....	3-11, 3-23
Modo Marshall/Proctor (MA/PR)	3-11
Modo Preparado	3-8
Modo suelo	3-11
Monitorización del personal	D-9
Neutrones	A-5
Notificación de accidente	B-4
Pantalla	
Especificaciones.....	B-5
Pantalla de cristal líquido (LCD, por su sigla en inglés)	B-5
Partículas alfa.....	A-5
Partículas beta.....	A-5
Perfil, radiación	D-19
Pinouts (patillaje) del cable	B-5
Placa de raspado	1-4
Porcentaje de vacíos de aire	3-21
Posición	
Seguridad.....	3-6
Varilla con la fuente.....	3-6
Posición de seguridad.....	3-6
Precauciones.....	A-18
Precisión	B-2
Procedimientos de emergencia.....	D-16
Profundidad	

De la medición.....	2-6
Medición	3-11
Protección.....	D-8
Prueba	
Deriva	5-7
Estadística.....	5-4
Prueba contra fugas.....	D-13
Prueba de deriva	5-7
Prueba estadística.....	5-4
Límites.....	5-4
Puerto	
USB.....	B-5
Puerto USB.....	5-3, B-5
Dispositivos compatibles.....	B-5
Radiación	
Dosis	A-6
Especificaciones	B-4
Exposición.....	A-7
Monitorización	A-9
Perfil.....	D-19
Seguridad	A-6
Teoría	A-2
Tipos	A-5
Radioactividad.....	A-3
Ratio de vacío	3-21
Rayos gamma.....	A-5
Recordar	5-4
Recuento	
Estándar.....	3-13
Tiempo.....	3-11
Vista	5-4
Recuento estándar.....	3-13
Registro	E-1
Registro, recuento estándar.....	E-1
Regulaciones.....	D-15
Envío a Canadá.....	B-5
Envío a EE. UU.....	D-2

Repuesto	
Componentes.....	A-15
Requisitos de envío a EE. UU.	D-2
Requisitos de envío de Canadá	B-5
Resolución de problemas.....	A-2
Restablecimiento de memoria	5-12
Retrodispersión	
Geometría.....	2-3
Modo.....	2-2
Revisión.....	A-16
Serie	
Formato de datos	B-5
Sustitución	
Juntas.....	A-13
Teclado.....	3-2, B-5
Temperatura.....	F-6
Teoría	
Medición de densidad	2-2
Medición de humedad	2-6
Radiación	A-2
Tiempo de recarga.....	B-5
Tiempo, recuento	3-11
Transmisión directa	
Geometría.....	2-3
Modo.....	2-2
Transporte	
Requisitos de Canadá	B-5
Requisitos de EE. UU.	D-2
Unidades	
Medida.....	3-10
Valor de Marshall	3-11
Valor de Proctor.....	3-11
Varilla con la fuente	
Mantenimiento de rodamiento.....	A-12
Posiciones	3-6
Varilla de perforación	1-4

Ver datos 5-4

TROXLER ELECTRONIC LABORATORIES, INC.

GARANTÍA LIMITADA

TROXLER ELECTRONIC LABORATORIES, INC., y la filial, TROXLER INTERNATIONAL, LTD., a partir de ahora referida en este documento como "TROXLER", garantiza este instrumento, modelo _____, número de serie _____, contra defectos en el material y la fabricación durante un periodo de doce (12) meses a partir de la fecha de envío. Para productos vendidos a través de representantes autorizados por TROXLER, la fecha de envío será la de la transferencia del representante al comprador. Durante el periodo de garantía aplicable, la obligación de TROXLER bajo esta garantía se limitará exclusivamente a la reparación en una oficina de TROXLER sin cargo alguno, con la excepción del envío hacia y desde la planta de TROXLER, de cualquier instrumento que pueda demostrarse como defectuoso bajo un uso normal y que la inspección de TROXLER confirmará que efectivamente está defectuoso. Se define un uso normal para fines de esta garantía como el funcionamiento bajo condiciones normales de carga y utilización realizadas con el debido cuidado y con mantenimiento y supervisión competente. En ningún caso será TROXLER responsable por los consiguientes daños, retrasos o pérdidas, fortuitos o no, atribuibles al fallo de este instrumento. La responsabilidad de TROXLER se limita específicamente a la reparación tal y como se ha indicado más arriba. Esta garantía surte efecto automáticamente, excepto si se modifica por contrato u otro acuerdo por escrito firmado.

NO HABRÁ GARANTÍAS QUE SE EXTIENDAN MÁS ALLÁ DE LA DESCRIPCIÓN INDICADA EN LA PORTADA DE ESTE DOCUMENTO, Y ESTA GARANTÍA TENDRÁ EXPRESAMENTE PRIORIDAD SOBRE CUALQUIER OTRA, EXPRESA O IMPLÍCITA, Y TROXLER NO ASUME NI AUTORIZA A NADIE A ASUMIR EN SU NOMBRE NINGUNA OTRA RESPONSABILIDAD RELATIVA A LA VENTA DEL INSTRUMENTO. ESTA GARANTÍA NO SERÁ DE APLICACIÓN AL INSTRUMENTO O A NINGUNA PARTE DE ÉL, QUE HAYA ESTADO SOMETIDO A DAÑOS POR ACCIDENTE, NEGLIGENCIA, ALTERACIÓN, ABUSO, UTILIZACIÓN INDEBIDA, O SERVICIO NO AUTORIZADO POR ESCRITO POR PARTE DE TROXLER. TALES DAÑOS INCLUYEN SIN LIMITACIONES LA QUEMA DE PLACAS DE CIRCUITOS Y DEL ARNÉS DEBIDO A TÉCNICAS INCORRECTAS DE SOLDADURA Y DAÑOS AL INSTRUMENTO DEBIDOS A LA FALTA DE MANTENIMIENTO POR PARTE DEL COMPRADOR, COMO SE DETALLA EN EL MANUAL DEL OPERARIO AUTORIZADO. DEBIDO A LA NATURALEZA DE SU USO, LOS COMPONENTES DE ACCESORIOS MECÁNICOS Y LAS BATERÍAS TIENEN UNA GARANTÍA DE SOLO 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE ENVÍO.

TROXLER ELECTRONIC LABORATORIES, INC.

3008 E. Cornwallis Road

Post Office Box 12057

Research Triangle Park, NC 27709 USA

AVISO A LOS CONSUMIDORES

Cualquier descargo de responsabilidad o limitación relativos a las compensaciones expresadas anteriormente no surtirán efecto si se incumple la legislación estatal o nacional.

NOTA: ESTA GARANTÍA EXCLUYE LOS DAÑOS INCURRIDOS DURANTE EL TRANSPORTE. SI ESTE INSTRUMENTO SE RECIBE EN MALAS CONDICIONES, SE DEBERÍA CONTACTAR

INMEDIATAMENTE CON EL TRANSPORTISTA. TODAS LAS RECLAMACIONES POR DAÑOS DURANTE EL TRANSPORTE DEBERÍAN PRESENTARSE AL TRANSPORTISTA. SI ASÍ SE LE SOLICITA, TROXLER AYUDARÁ EN LA PRESENTACIÓN DE RECLAMACIONES O LOCALIZACIÓN DE PRODUCTOS PERDIDOS DURANTE EL TRANSPORTE.

