

Tabla de contenidos

Capítulo 1: Introducción al Medidor y sus componentes	1
Capítulo 2: Introducción	3
Capítulo 3: Funciones de Menú	14
Capítulo 4: Teoría de la Radiación	28
Capítulo 5: Seguridad Radiológica y salud Física	32
Capítulo 6: Transporte	40
Capítulo 7: Teoría del Medidor	48
Capítulo 8: Mantenimiento de Rutina y Solución de Problemas	54
Capítulo 9: Especificaciones y Apéndices	58
Capítulo 10: Índice	63

Capítulo 1: Introducción y Componentes del Densímetro

Introducción

Gracias por su compra del InstroTek Modelo 3500 Xplorer. Este medidor está diseñado para soportar el medio ambiente áspero de la industria de la construcción. Le preguntamos características a nuestros clientes lo que calificó como lo más importante en el medidor. Fiabilidad, reducción de los costos de servicio y el precio se encuentra por encima de la lista. Se analizaron todos los demás medidores en el mercado y se determinó que, a fin de mejorar la fiabilidad y reducir los costos del servicio, tuvimos que desarrollar y probar rigurosamente módulos electrónicos para asegurar que son más robustos que los equipos existentes. Por esta razón hemos diseñado componentes de montaje superficial extremadamente confiables. Además, antes de completar este medidor, hemos desarrollado el panel frontal y el zócalo por separado que es una actualización de los equipos existentes en el mercado. En los dos últimos años, hemos actualizado cientos de paneles frontales y los zócalos con un rendimiento excepcional. Una vez que se mostraron satisfechos con la funcionalidad de cada una de estas mejoras, hemos completado el diseño del Xplorer.

Nuestro objetivo en este desarrollo es ofrecer a los clientes un medidor fiable a un precio justo, con características útiles y que son fáciles de operar. Nos quedamos fuera de características que son raras, que crearían confusión en el operador y un incremento de los costos de reparación.

El desarrollo y la fabricación de medidores no es nuevo para InstroTek. Durante los últimos 25 años hemos desarrollado sensores para la industria de la construcción, industria de pulpa y papel, y la industria del aluminio. Nuestro personal técnico incluye algunos de los más experimentados desarrolladores e ingenieros de densímetros nucleares en el mundo. Creemos que Ud. quedará impresionado con la funcionalidad de su Xplorer. Enhorabuena por la compra del medidor de humedad / densidad Xplorer. Esperamos con interés que le proporcione un rendimiento superior, experiencia y servicio.



1. Modelo 3500 Xplorer
2. Bloque de referencia
3. Placa guía
4. Herramienta extracción
5. Punzón perforador
6. Caja de Transporte
7. Cargador de CA y CC.
8. Manual de operación y documentación

Capítulo 2: Primeros pasos

Del funcionamiento del Modelo 3500 Xplorer

Este capítulo se refiere a la operación básica de su equipo, desde que se enciende para tomar una medición.

Antes de utilizar este medidor, se recomienda al usuario leer y comprender este manual de funcionamiento del equipo.

Importante: Para utilizar este medidor, el operador está obligado a atender y entender las disposiciones relativas a los materiales radiactivos y la licencia en virtud de la cual él / ella está autorizado a operar este medidor.

Carga de las baterías

El Xplorer contiene 2 juegos de tres baterías tipo D de NiCd, en total de seis baterías. La vida de baterías recargables depende del número de ciclos de carga y descarga. Para obtener los mejores resultados, las baterías sólo deben ser recargadas, cuando el aviso de batería baja se muestra en pantalla. Una carga completa se considera de 16 horas (durante la noche). La advertencia de batería baja se visualizará cuando cualquier tecla (excepto la tecla OFF) se pulsa, una vez que el indicador de la batería cae por debajo 7,0 voltios.

Las baterías se cargan en la fábrica antes de la calibración. La primera vez que se enciende el medidor verifique que las baterías no estén bajas pulsando alguna tecla del menú, si la advertencia de batería baja no aparece en la pantalla, no es necesario recargar las baterías. Siga adelante y comience a utilizar el medidor.

El cargador DC siempre puede ser utilizado para la carga de emergencia en el campo. Conecte éste en el encendedor de su vehículo y recargue durante 30 minutos. Esto debería proporcionar suficiente carga para completar los ensayos del día, luego recargue el medidor en la noche, para operar a la mañana siguiente.

Durante la carga aparecerá una letra “C” en la esquina superior derecha de la pantalla. El indicador no puede ser apagado, mientras que el cargador. esté enchufado El medidor está diseñado con un chip SmartCharge que evita que las baterías se sobrecarguen.

Encendiendo el medidor.

Utilice la tecla ON / YES para activar el medidor. Cuando el equipo Modelo 3500 Xplorer se enciende, pasará por las siguientes pantallas.

Nota: Para preservar la vida de las baterías el medidor entra a un modo de apagado si no se pulsa ninguna tecla en una hora. Simplemente presione la tecla ON cuando esté dispuesto a comenzar de nuevo. El medidor no irá a través de la auto prueba., en caso de apagarse, se irá automáticamente a la característica de una hora "inactivo".

InstroTek 3500
Version: #.##

Un auto de prueba (self-test) se realizará en aproximadamente 20 segundos, para comprobar el correcto funcionamiento del teclado, los detectores de densidad y el detector de humedad. Para eludir el auto de prueba, mantenga presionada la tecla ON / YES.

Keypad Test
In Progress

Tube Test
In Progress

El indicador irá a la pantalla Ready después de un exitoso auto de prueba (self-test). Si es un fracaso detectado a través del auto prueba (self-test), uno o todos de los siguientes mensajes se mostrarán en la pantalla.

1. Keypad Failed - Esto indica una falla del teclado o una tecla pegada. Contacte con el representante de InstroTek.
2. He3 Tube Failure - Si el medidor está sobre el bloque de referencia durante selftest, entonces hay un problema potencial con la electrónica o el tubo de He3. Si el medidor no está sobre el bloque de referencia, entonces coloque el medidor sobre el bloque de referencia y repita el auto de prueba (self-test). Contacte con su representante de InstroTek si falla nuevamente. Si pasa la prueba el medidor entra en el modo de medir Ready. Desde ésta pantalla puede comenzar a evaluar su funcionamiento.
3. GM tube failure - Esto indica que si uno o ambos tubos GM no son operativos. Tome contacto con su representante InstroTek.

Importante: Siempre es una buena idea permitir completar el auto de prueba (self-test) antes de salir a un sitio de trabajo con el fin de comprobar el funcionamiento del medidor. Ponga el medidor sobre el bloque de referencia y verifique los resultados del auto de prueba (self-test. Después del auto de prueba, pulse Start/Enter para asegurarse que la advertencia WARNING: de BATTERY LOW (batería baja) no aparece en la pantalla. Cargue las baterías si es necesario con el cargador AC / DC. Consulte la sección de carga de baterías.

Configuración de Unidades de Medidas

El valor predeterminado para el medidor es lb/ft³ (PCF). Usted puede cambiar las unidades a kg/m³ a través de los siguientes pasos.

Pulse el botón MENU, la primera pantalla será:

- Recall -
UP/DOWN or ENTER

Desplácese hacia abajo 5 pantallas

- SET UNITS -
UP/DOWN or ENTER

Pulse ENTER

Units: PCF
UP/DOWN or ENTER

Usando la tecla UP. / DOWN (arriba/abajo)
seleccione PCF (libras por pie cúbico), kg/m³ and GCC.

Pulse ENTER para volver a la pantalla Ready (listo).

<Ready> 15 sec
Depth: 0 in

Ajuste el Tiempo de Prueba:

El medidor proporciona tres diferentes tiempos de prueba, 15 segundos, 1 minuto y 4 minutos. La precisión aumenta, con el aumento de tiempo de la prueba. En general, un minuto de cuentas tendrá como resultado una precisión que es dos veces mejor que el de 15 segundos y cuatro minutos de cuentas es dos veces mejor que la precisión de un minuto de cuentas. Consulte a su distribuidor local de las especificaciones para la selección de un tiempo de prueba.

Pulse la tecla TIME (tiempo) en el panel frontal

Cnt Time: 15 sec
UP/DOWN or ENTER

Desplácese hacia arriba. o abajo. para establecer el tiempo deseado.
(15 segundos, 60 segundos, o 240 segundos)

Pulse ENTER. cuando ha elegido el tiempo. Volverá a la pantalla Ready (listo).

<Ready> ## sec Depth: 0 in

Ajuste de la Profundidad de Medición

Usted puede configurar la profundidad de medición de 0 a 12 pulgadas (0 a 300 mm). Cero profundidad o BS (backscatter) se usa generalmente para el ensayo de pavimentos de asfalto. Profundidades de 2 a 12 se utilizan generalmente para las pruebas de suelo, agregados y materiales granulares.

Pulse la tecla DEPTH (profundidad) en el panel frontal

DEPTH: ## in. UP/DOWN OR enter

Desplácese hacia arriba. o abajo a la profundidad deseada (0 pulgadas es de 0 mm o backscatter).

Pulse ENTER. cuando haya elegido la profundidad. La pantalla volverá a READY (listo)

<Ready> ## sec. Depth: ## in

Tomando un conteo estándar diario.

Es muy importante que un mínimo de un conteo estándar diario, sea tomado en cada lugar de trabajo. El nivel de humedad se debe encontrar entre un 2% y la densidad estándar debe estar entre un 1% del promedio de las cuatro cuentas estándar anteriores. Si el promedio de las cuatro cuentas estándar anteriores, fueron tomadas con más de tres meses de anticipación a partir de la actual cuenta, se deben tomar cuatro cuentas estándar seguidas, para generar un nuevo promedio para la comparación. Se debe chequear además que el conteo estándar de densidad esté de acuerdo con el valor esperado según lo indicado en la hoja de calibración

1. Encontrar un sitio de prueba lo más cercano al lugar de trabajo y colocar el bloque de polietileno.
2. Coloque el equipo sobre el bloque de polietileno teniendo cuidado de hacer coincidir el lado el teclado con la placa metálica del bloque. Véase el gráfico 2.1.
3. Asegúrese de que el bloque sea colocado sobre un material denso, como el suelo compactado, asfalto o concreto. No tome cuentas estándar en camiones, compuertas de camionetas, tablas o suelo no compactado.
4. Cuando se coloca la barra fuente en la posición "SAFE" empuje suavemente hacia abajo sin tirar el gatillo para asegurarse de que el pestillo se encuentra bien asentado en el interior de la muesca. Asegúrese de que el mango esté razonablemente paralelo con el medidor.



Fig. 2.1 Posición del conteo estándar.

Pulse el botón STD en el panel frontal. La pantalla mostrará el conteo estándar anterior.

DS= ### MS= ###
New STD Count ?

Presione el botón ON / YES para hacer una nueva cuenta estándar o pulse NO / NO para cancelar y vaya a la pantalla Ready (listo).

Standard Count
Press START

Presione el botón STAR / ENTER

El tiempo empezará a contar hacia abajo a partir de 240 segundos (4 minutos).

Time = 240 sec

Después de 240 segundos los resultados de su cuenta estándar verán en la pantalla.

DS= ### MS= ###
Use New STD CNT ?

Anote estos resultados en su libro de registro diario y luego pulse la tecla ON/YES.

La pantalla mostrará el estado READY y Ud. ahora está listo para comenzar las mediciones.

Nota: Si no hay un conteo estándar en el equipo, un mensaje aparecerá “Invalid Std.” Tome un conteo estándar antes de comenzar con las mediciones.

Configuración de los valores Marshall y Proctor

El medidor es capaz de calcular y mostrar el porcentaje de compactación, basado en los valores calculados en laboratorio. Presionando la tecla MA./PR. Permite introducir los valores de laboratorio. Seleccione PR (Proctor) para suelos y agregados y MA (Marshall) para el porcentaje de compactación de los asfaltos. %MA y %PR son calculados y mostrados automáticamente después de cada medición.

Pulse el MA. / PR .. botón.

ENTER selects PR
DOWN selects MA

Si está configurando suelo PR (Proctor), Pulse la tecla START. / ENTER. Si va a configurar el valor de asfalto MA (Marshall), pulse la tecla DOWN (abajo).

Proctor.

PR: ##### Change value ?

Presione el botón ON / YES.

Utilizar la tecla UP. o DOWN para cambiar el valor, la tecla START. / ENTER. moverá un dígito a la derecha. Una vez que haya introducido su valor PR el medidor mostrará la pantalla Ready (listo).

Marshall.

MA: ##### Change value ?

Presione el botón ON / YES.

MA: ##### UP/DOWN or ENTER

Utilice cualquiera de los botones ARRIBA o ABAJO para cambiar el valor, la tecla ENTER moverá un dígito a la derecha. Una vez que haya introducido su valor MA el medidor mostrará la pantalla Ready (listo).

Las ecuaciones utilizadas por el medidor

$$\%MA = \frac{WD}{MA} \times 100$$

Donde, WD (densidad húmeda) es medida por el equipo.

$$\%PR = \frac{DD}{PR} \times 100$$

Donde, DD (Densidad seca) es calculada por el equipo. M (humedad) está contenido en pcf.

$$DD = WD - M$$

% PR también se puede utilizar para determinar el % de sólidos, si el "voidless density" del material se ha determinado.

Página intencional en blanco

Preparación del sitio (suelo, agregados y materiales granulares)

1. Busque un sitio de prueba lejos de otros medidores y otros objetos grandes que podrían influir en los resultados. Estos objetos incluyen su camión, las grandes barreras o muros de hormigón. Si su sitio de prueba debe estar cerca de las paredes, entonces consulte en funciones especiales en la sección sobre el uso de un Offset.
2. Utilizando el borde de su rascador de placa nivele el lugar de la prueba mediante la eliminación de superficies que sobresalgan y las zonas con vacíos. Si hay algunos pequeños huecos que no se cubrieron, rellénelos con el mismo material.
3. Coloque la herramienta de extracción en una de las guías de la placa.
4. Coloque el punzón en la misma guía de la herramienta de extracción
5. Con un martillo de 4 a 8 libras introduzca el punzón de perforación a la profundidad deseada.

Precaución: Use protección para los ojos, manos y canillas (espinilla) durante la perforación.

El punzón de perforación tiene 6 ranuras espaciadas a 2" además, están numeradas para la lectura de profundidad. Estos números muestran la profundidad necesaria para introducir la barra de perforación para una particular, profundidad de lectura. La vara de profundidad agrega automáticamente 2" adicional a fondo del agujero, lo cual es necesario para lecturas precisas.

6. Al remover la barra de perforación se debe hacer de una manera que no dañe el agujero. Utilizando un movimiento de torsión, tire hacia arriba, puede ser la mejor manera de extraer la varilla del material. Se debe tener cuidado para preservar la integridad del hoyo. Derrumbado los agujeros pueden influir negativamente en sus lecturas.

Preparación del sitio. (Asfalto)

1. Busque un sitio de prueba lejos de otros medidores y otros objetos grandes que podrían influir en los resultados. Estos objetos incluyen su camión, las grandes barreras o muros de hormigón
2. Para pavimentos abiertos se puede utilizar como material de relleno Cemento Portland o arena fina para llenar los huecos, pero teniendo cuidado de no totalmente cubrir la superficie del asfalto. La base del medidor debe estar descansando sobre el asfalto, no el relleno.

3. Después de haber colocado el medidor en el sitio de prueba, mueva el medidor adelante y atrás presionando desde las esquinas opuestas del medidor. Minimizar la cantidad de roca asegurará de forma más precisa los resultados.

Tomando Medidas

Asegúrese de que la profundidad ingresada en el medidor es igual a la profundidad indicada en la barra guía y que el conteo estándar sea el correcto y actual. Obtendrá lecturas erróneas si el medidor no coincide con la profundidad indicada en la pantalla. La indicación de profundidad de la barra fuente está indicada en pulgadas y se lee el número justo sobre el mango de la barra guía. Dos de las posiciones no tienen número: La posición de seguridad, que es la superior y la de retrodispersión, posición que es la primera muesca por debajo de la muesca de seguridad. Para bajar la barra fuente, tire del gatillo que se encuentra en la manilla y presione hacia abajo. En las posiciones de medición, asegúrese que la barra se "bloquee" en la posición permitiendo que el disparador entre en la muesca y luego empuje suavemente hacia abajo para asegurarse que está firme en la posición elegida.

Precaución: Nunca baje la barra fuente con un martilleo.

Para iniciar las mediciones, pulse START. / ENTER.

Time = ## sec. Depth: ## in.

Después de que el indicador ha terminado de contar, se mostrará:

Si Ud. se sale de la información, puede volver a ver los resultados con la Función RECALL Del Menu.

Use UP/DOWN Keys To view data

WD: ## PCF %MA: ##

DD: ## PCF %PR: ##

Moist: ## PCF %Moist: ##

Moist CR: #.#### Dens CR: #.####

M Count: ### D Count: #####

Para ver esta información en forma más fácil Ud. Puede introducir la función Auto Scroll desde el Menu

Nota: Si usted está solo interesado en un solo resultado de una muestra anterior, vaya directamente a ella y comience con un nuevo test. La pantalla seleccionada será la pantalla inicial del nuevo test.

Capítulo 3: Funciones de menú

Este capítulo contiene las funciones que no se usan todos los días. Características del Menú son importantes y se utiliza periódicamente para los ensayos especiales en circunstancias de materiales especiales y la realización de diagnósticos de prueba y funciones de calibración.

Pulsar el botón del MENU en el panel frontal da acceso a funciones de menú. Algunos menú de funciones requieren un código de acceso, póngase en contacto con su supervisor o con su representante para obtener este código.

La siguiente lista de funciones están disponibles en el MENU:

Recall (Recordar) - Permite al usuario recuperar los datos más recientes.

Offset - Este modo proporciona tres funciones diferentes, compensar humedad, densidad y Trinchera. Use esta función para compensar los valores de Densidad y Humedad cuando corresponda y la influencia de la pared en las mediciones de trinchera.

Stat Test (Estadísticas de prueba) - Pruebas de la estabilidad de la electrónica.

Drift Test (Prueba de Deriva) - Prueba electrónica de deriva.

Auto Scroll (Autodesplazamiento) - Ayuda a los usuarios a visualizar los datos en obra. Los datos se desplazan automáticamente cada 5 segundos.

Set Units (Unidades) - Permite al usuario cambiar entre unidades lb/ft³ y kg/m³.

LCD Backlight (Luz de pantalla LCD) - Permite una fácil visualización de los datos durante el trabajo nocturno.

Calibration Constants (Constantes de calibración) - Acepta entrada y almacena las constantes de calibración utilizadas para determinación de la densidad y humedad del material. Esta función está autorizada sólo a personal autorizado.

Memory Clear (Borrar la memoria) - Borra todos los datos almacenados en el medidor. Esta función está autorizado sólo para los técnicos autorizados.

Special Calibration (Calibración Especial) - Permite el ajuste de las constantes de calibración para materiales especiales.

Thinlayer Mode (Modo Capa Delgada) - Permite que el medidor pueda ser usado en la medición de capas de asfalto superpuestas.

Serial Number (Número de Serie) - Permite introducir el número de serie del equipo.

Bat Voltios (Voltaje de la Batería) - indica el estado de voltaje de la batería

Características del InstroTek Modelo 3500 Xplorer

Recall (Recuperar)

Esta función le permite recuperar y revisar los datos más recientes.

1. Pulse el botón MENU.
2. Pulse ENTER.
3. Ahora puede desplazarse a través de la información de la prueba.

Offset (Compensar)

Hay tres opciones a compensar en el medidor, densidad, humedad y zanjas (trinchera).

- 1.- **Density** (Densidad). - Le permite añadir o restar una cantidad determinada de la densidad húmeda (WD) medidas por el equipo. Esta función puede ser usada para evaluar la corrección de las lecturas a otros métodos de prueba, tales como núcleos de asfalto probado por el método de desplazamiento por el agua.
- 2.- **Moisture** (Humedad). – Permite corregir las lecturas humedad del medidor con las obtenidas por secado al horno o speedy.
- 3.- **Trench** (Trinchera). - Corrige el efecto de las paredes de la trinchera en las lecturas de humedad.

Para utilizar el modo de compensar:

1. Pulse el botón MENU.
2. Seleccione la función Offset de compensación.
3. Desplácese hacia UP o DOWN (arriba o abajo) a la posición que desea habilitar.

Density Offset - Utilizar esta función para compensar su densidad hacia arriba o hacia abajo por una cantidad conocida.

Por ejemplo, si su indicador de densidad húmeda (DT) es 142,0 PCF y la densidad de campo es 145,0 PCF puede utilizar una densidad de 3,0 para compensar el valor de lectura. El valor a compensar puede ser positivo o negativo. Seguir las indicaciones para introducir este valor.

D Off= 00.0 PCF UP/DOWN or ENTER

Nota: Cuando está activada esta función una letra D aparecerá en la línea inferior de la pantalla.

Moisture Offset - Esta función proporciona un medio para la corrección de la humedad, con los resultados obtenidos por el secado al horno, o secado rápido de laboratorio por otros métodos.

Utilice la siguiente ecuación para calcular el valor de corrección, e introduzca este valor al equipo.

$$K = \left(\frac{\%M(True) - \%M(Gauge)}{\%M(Gauge) + 100} \right) \times 100$$

Donde % M (Gauge) es el valor del % de Humedad (%M) calculado por el equipo, con el valor K = 0 (sin compensación de humedad, calibración de fábrica) y % M (True) es el % de Humedad determinado por secado al horno u otros métodos de laboratorio.

K= 00.0 UP/DOWN or ENTER

Una vez que el valor de K es ingresado en el equipo, todos los resultados de las siguientes pruebas de humedad serán corregidas por éste factor.

Nota: Cuando está activada la corrección de humedad una M aparece en la línea inferior de la pantalla.

Trench Offset - Esta función proporciona un método de corrección de la humedad por efecto de pared. Utilice esta función al tomar mediciones en una zanja (trinchera) con paredes a 1 metro (3 pies) o menos del medidor.

Para utilizar ésta función, tome un conteo estándar sobre el bloque referencia fuera de la zanja (trinchera), registre el valor de humedad calculado (MS). Coloque el medidor en el interior de la zanja (trinchera) sobre el bloque de referencia, establezca un tiempo de conteo de cuatro minutos y pulse START.

Registre la cuenta de MC (Cuenta de humedad). Calcular el valor por

$$\text{Trench Offset} = \text{MC} - \text{MS}$$

Entrar Trench Offset, como se indica en la pantalla.

Nota: Si MC es inferior a MS, no es necesario utilizar la función de compensar trinchera. Si la cuenta MC es inferior a MS, entonces no hay influencia de las paredes de la trinchera y la compensación no es necesaria.

Nota: Cuando se habilita trinchera compensar T aparecerá en la línea inferior de la pantalla.

Stat Test (Prueba estadística)

El Stat Test (Prueba estadística) puede ser realizado por el operador, para validar el funcionamiento de la electrónica del equipo. Si dos de tres pruebas estadísticas fallan los límites establecidos en el indicador, póngase en contacto con el representante de InstroTek. Los límites en los resultados de las pruebas estadísticas son: $R = 0,18$ a $R = 0,35$.

Para realizar una estadística de prueba:

- 1.- Pulse MENU.
- 2.- Desplácese hacia abajo hasta Stat Test.
- 3.- Pulse ENTER.
- 4.- Coloque el equipo sobre el bloque estándar en una superficie compactada, como suelo, asfalto o concreto. Asegúrese de que está a 30 pies (10 metros) de distancia de otros densímetros.
- 5.- Coloque la barra fuente en la posición de "SAFE" (seguro).
- 6.- Cuando la pantalla muestre Stat Test, presione START.
- 7.- Después de 20 minutos la pantalla mostrará los resultados de la prueba, puede desplazarse a través de cada cuenta para ver los resultados.
- 8.- Si la prueba falla, repita la prueba. Si dos de tres pruebas fallan, póngase en contacto con su representante de InstroTek.

Drift Test (Prueba de deriva)

Si se observa una tendencia hacia abajo o hacia arriba en su conteo estándar del día a día. La electrónica puede tener un problema de deriva. Esta prueba vigila a largo plazo la deriva del equipo. Esta prueba requiere de aproximadamente 3-4 horas para llevarla a cabo. Asegúrese de que las baterías se encuentren completamente cargadas, para evitar que el equipo se apague mientras se efectúa la prueba. La prueba de deriva consiste en primero realizar una prueba estadística Stat Test, y luego a continuación, después de 3-4 horas hacer la prueba del Drift Test, en que se toman 5 cuentas de 240 segundos. Pasa la prueba si el límite de la humedad es inferior o igual al 1,0% y la densidad es menor o igual a 0,5%.

- 1.- Realizar un Stat Test en la mañana

- 2.- Sin apagar el equipo, esperar 3-4 horas para luego comenzar los próximos pasos. Puede utilizar el medidor durante éste tiempo, pero si usted sospecha que el medidor no está funcionando correctamente, entonces sería mejor no utilizarlo para obtener mediciones de la densidad.
- 3.- Después de 3-4 horas, colocar el equipo sobre el bloque estándar, al igual que lo hizo para la prueba de Stat Test, asegúrese de que la fuente está en la posición "SAFE".
- 4.- Pulse el botón MENU. Desplácese con UP o Down hasta Drift Test (Prueba de Deriva).
- 5.- Pulse ENTER.
- 6.- Cuando la pantalla muestre "Press Star". Pulse START.
- 7.- Después de 20 minutos los resultados se mostrarán en la pantalla.
- 8.- Si el medidor indica un porcentaje de falla entonces tome contacto con su servicio técnico InstroTek.

Auto Scroll (Autodesplazamiento).

La función de desplazamiento automático permite la operación manos libres del equipo, después que ha obtenido una medición. Cuando está activada esta función, los resultados de la medición se desplazarán en la pantalla sin la necesidad de pulsar las teclas UP o DOWN.

Para habilitar esta función:

- 1.-Pulse MENU.
- 2.-Desplácese hacia abajo a Auto Scroll (Autodesplazamiento).
- 3.-Pulse ENTER, la pantalla mostrará Enable Data Scroll? , pulse YES.
- 4.-El equipo se encuentra listo para el Autodesplazamiento

Después de una medición, la pantalla le recordará que Autodesplazamiento está habilitado y después unos 5 segundos, la pantalla mostrará los resultados. Cada 5 segundos la pantalla mostrará el siguiente conjunto de resultados. Presione el interruptor YES/ NO para volver a la pantalla Ready (Listo) y comenzar una nueva medición.

Nota: En cuanto el medidor sea apagado se deshabilitará Autodesplazamiento.

Set Units (Introducir Unidades).

Esta función del menú le permite definir a libras por pies cúbicos (PCF / lbs/ft³) o kilogramos por metro cúbico (kg/m³). Cualquiera que sea el elegido será el predeterminado en todos los menús. EL MA / PR será necesario ingresarlo en el PCF o kg/m³ dependiendo de la selección de unidad. También la profundidad se medirá en pulgadas o en milímetros.

Para configurar esta opción:

- 1.-Pulse MENU.
- 2.-Vaya a Set Units (Configurar Unidades).
- 3.-Pulse ENTER.
- 4.-Seleccione PCF o kg/m³.
- 5.-Pulse ENTER.

LCD Backlight (Luz de Fondo)

Esta característica permite el uso del equipo durante la noche. La luz de fondo permanecerá encendida aproximadamente 20 segundos después que se pulsa una tecla.

Para activar esta función:

- 1.- Pulse MENU.
- 2.- Vaya a LCD backlight (Luz de Fondo)
- 3.- Pulse ENTER.
- 4.- La pantalla mostrará “Enable LCD LIGHT?” Pulse YES para habilitar.
- 5.- Para desactivar la función repita los pasos 1-4. La pantalla mostrará “Disable LCD LIGHT? Pulse YES para desactivar la luz de fondo.

Nota: En cuanto el medidor sea apagado la función de luz de fondo se desactiva.

Calibration constants (Constantes de calibración).

Esta parte del menú requiere de un código de acceso, si Ud. no tienen acceso a este código, póngase en contacto con su representante de InstroTek.

Nota: Esto puede hacerse utilizando el software InstroTek del EZload disponible en InstroTek. Sólo alguien que conozca muy bien los densímetros nucleares puede cambiar las constantes de calibración. El cambio de esta información dará lugar a lecturas erróneas.

Para introducir constantes de calibración:

- 1.- Pulse MENU.
- 2.- Vaya a CALIB. CONST: (Constantes de Calibración)
- 3.- Pulse ENTER.
- 4.- Introduzca código de acceso usando los botones UP / DOWN y ENTER
- 5.- La constante E se mostrará. Para cambiarlo pulse YES, para omitir pulse NO.
- 6.- La F se mostrará. Para cambiarla pulse YES, para omitir pulse NO.
- 7.- Las profundidades en la pantalla. Vaya a la profundidad deseada y pulse ENTER. Las constantes A, B y C se pueden configurar para cada profundidad. Después de que todas las profundidades se han configurado Ud. vuelve a profundidades en pantalla, presione YES / NO para volver a la pantalla Ready (listo).

Nota: Si no hay constantes de calibración en el equipo medidor, indicará "Invalid Cal. Const".. Consulte su informe de calibración para introducir éstas constantes en el medidor.

Memory Clear (Borrar la memoria)

Sólo un técnico de servicio capacitado debe hacer esto, sinó hará al equipo inútil. Esta función se usa en caso de que el indicador se cuelga debido a un problema imprevisto. Borrar la memoria, borra toda la información almacenada en el medidor y se restablece el equipo a la etapa de pre-calibración de fábrica.

Special Calibration (Calibraciones especiales).

Esta función le permite ajustar la calibración de fábrica en terreno. La constante B de Calibración Especial, puede ser obtenida por el equipo, o puede ser ingresada mediante el uso de la ecuación que figura en esta sección para el cálculo de B.

El equipo está calibrado en fábrica utilizando "suelo normal", que se define como el material compuesto por mitad granito y mitad piedra caliza. Para la mayoría de los suelos y agregados, el equipo entrega resultados exactos de la densidad. Sin embargo, hay casos en que la composición del material que se mide es muy diferente a la gama de materiales cubiertos por la calibración de fábrica. La calibración especial proporciona al usuario la oportunidad de calibrar el medidor para materiales locales y materiales no cubiertos por la calibración de fábrica.

En el modo de calibración especial, se calcula una nueva constante B utilizando una muestra real del terreno y la densidad "real" (*True Density*) de la muestra, obtenido por un método de laboratorio. B es el único valor de constante en el equipo que está afectado por la composición del material. Por lo tanto, el cambio de esta constante es la forma más eficaz de dar cuenta de los cambios en la composición de un material.

Para realizar una calibración especial para un material que no puede ser cubierto por la calibración de fábrica se debe contar con un mínimo de 4 y un máximo de 10 conteos de la densidad del material que el equipo va a medir. Para materiales granulares, use lecturas en transmisión directa y para asfalto, use lecturas en BS. Promediar los conteos. Obtener muestras de los lugares donde el equipo tomará la lectura. Analizar las muestras en el laboratorio y determinar la densidad del material (*True Density*) en kg/m³. Utilice la siguiente ecuación para calcular el valor de B, que se ingresara en el equipo.

$$B_{special} = \frac{1000}{True\ Density} \ln \left[\frac{A}{(CR + C)} \right]$$

Donde CR es la relación de conteos (Promedio de Conteos/Conteo Patrón.) determinado por el equipo en terreno, A y C son constantes de calibración para las distintas profundidades utilizadas en la medición en terreno y *True Density* es la densidad determinada por un método convencional en el laboratorio.

Nota: El equipo puede realizar los cálculos si los conteos y los valores True Density son determinados e ingresados en el software del equipo. Además, el software realiza todo el proceso de la calibración especial, incluyendo la recolección y almacenamiento de los conteos. Siga las instrucciones para realizar una Calibración Especial.

Para utilizar la función Calibración Especial, pulse en MENU y presione UP/DOWN hasta que visualice la siguiente en pantalla:

- - SPEC CALIB - -
UP/DOWN or ENTER

Pulse ENTER

Enable Special
Calib? YES / NO

Pulse YES para activar la Calibración Especial y NO para volver a la pantalla de inicio (READY).

Gauge Derived?
YES / NO

Nota: Si la calibración especial se ha utilizado anteriormente, el equipo pregunta si desea activar la misma de calibración o la de datos previamente almacenados. En este punto usted puede activar calibraciones especiales utilizadas anteriormente o seleccionar el inicio de una nueva calibración especial.

En este punto se tiene la opción de utilizar el equipo para obtener la constante B de calibración especial o entrar la constante que usted o el equipo ha calculado anteriormente. Cuando se selecciona 'YES', el medidor le pedirá que seleccione el número de cuenta que le gustaría que asumiera el material. Se recomienda seleccionar un mínimo de cuatro y un máximo de diez lecturas para esta prueba.

of Counts = 1
UP / DOWN or ENTER

Seleccionar 1 a 10 lecturas

Press Start for
Count # 1

Coloque el equipo sobre el material a una ubicación deseada y pulse START para empezar a registrar los primeros conteos. El equipo le pedirá que tome conteos hasta que el número seleccionado de conteos sea completado. Grabar cada conteo tomado. Aunque estos aspectos no son necesarios para que el equipo calcule los datos, usted puede grabar estos datos. Es recomendado que el equipo se traslade a una nueva ubicación de prueba para cada uno de los conteos. Siga los avisos en pantalla para completar los conteos.

Después de que todos los conteos son registrados, el equipo promedia todos los conteos y le pedirá la "real" densidad del material (*True Density*). La "real" densidad se obtiene mediante la recolección de una muestra representativa del material y analizando este material en el laboratorio utilizando una prueba de densidad convencional. También puede considerar la posibilidad de utilizar otros métodos de prueba, tales como cono de arena y balón para la determinación de la "real" densidad.

Enter Density
Value? YES / NO

Si usted posee la "real" densidad del material, puede ingresarlo en este punto. En caso contrario puede introducir este valor en otro momento. El equipo almacenará los conteos para ser usados en otro momento. Si selecciona "YES", el medidor le pedirá que ingrese la densidad.

Density = 00000
UP / DOWN or ENTER

Una vez que introduzca la densidad, el indicador calculará un valor B, y entrara en el Modo de Calibración Especial. Grabe el valor de B. Durante la medición SC aparecerá en la pantalla indicando que el equipo está en modo de calibración especial. Si el operador apaga el equipo, la Calibración Especial se deshabilita automáticamente y la calibración de fábrica o "normal" se activa. El equipo mantendrá el valor anterior de B hasta que un nuevo valor sea grabado por una nueva calibración especial.

Importante: Grabar y guardar el valor de B para su uso futuro. Poseer el valor de B, elimina la necesidad de pasar por el proceso indicado.

Esto es muy practico para introducir la densidad en una fecha posterior. Si usted no ha ingresado un valor de densidad después de tomar los conteos en el material, la próxima vez que ingrese a la Calibración Especial, el equipo le preguntará si desea hacer uso de los datos almacenados. Estos datos contienen los conteos más recientes tomados por el uso de la función calibración especial.

Si ya se tiene el valor de B, a partir de los datos obtenidos por el equipo o por su propio cálculo, el valor de B se puede ingresar directamente en el equipo utilizando la función calibración especial.

Para ingresar el valor de B, vaya a la función calibración especial en MENU y habilite la Calibración Especial (Enable Special Calib? → YES). Cuando se visualice "Gauge Derived", pulse la tecla NO.

Gauge Derived?
YES / NO

Enter B Value?
YES / NO

Para introducir el valor B, presione YES y en la siguiente pantalla seleccione la profundidad de la medición. El valor anterior de B se mostrará en la pantalla.

B = 1.01110
Change Value?

Pulse YES para cambiar el valor y luego use las teclas UP o DOWN para introducir un nuevo valor.

Thinlayer Mode (Modo capa delgada)

La función Thinlayer permite mediciones de densidad de recubrimiento delgado de asfalto o hormigón. Esta función sólo es válida si se utiliza en la profundidad de retrodispersión. Para utilizar esta función, tendrá que obtener el espesor de la parte superior del material y la densidad del material inmediatamente bajo la capa delgada de superposición. La ecuación utilizada para el cálculo de la capa delgada es:

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

Donde DT es la densidad de la capa delgada, WD es la densidad húmeda medida por el equipo y K es el efecto de la capa superior en la densidad medida.

K depende del espesor de la capa superior del material y se define por:

$$K = a_{11} \exp(-a_{12}X) - a_{13}$$

X es el espesor del material superior y A_{11} , A_{12} , A_{13} son constantes derivados de la fábrica.

El software del equipo realiza automáticamente los cálculos de la capa delgada "Thinlayer". Para utilizar esta función, seleccione MENU y vaya al modo "Thinlayer".

- Thin Layer -
UP/DOWN or ENTER

Seleccione ENTER para entrar en la función de capa delgada "Thinlayer". Siga los avisos en pantalla para permitir activar el modo Thinlayer.

Introduzca el espesor de la capa delgada, en pulgadas o en milímetros, en función de la unidad ya seleccionado en el equipo. La gama de espesores que se pueden utilizar con esta función es de 1 a 3,5 pulgadas (25 a 90 mm). No utilice un espesor fuera de este rango, los resultados no serían precisos.

Mat Thick = 000
UP/DOWN or ENTER

Introduzca la densidad del material que se encuentra inmediatamente debajo de la capa delgada. Para obtener esta densidad, use el equipo para medir su densidad antes de colocar la capa delgada.

Bot Dens = 00000
UP/DOWN or ENTER

Una vez que la densidad se ha introducido, la función "Thinlayer" (Capa delgada) puede ser activada.

Durante las mediciones TL se muestra en la pantalla para indicar que el modo de "Thinlayer" está activado.

Si el medidor es apagado, el modo Thinlayer se desactiva. Para habilitar nuevamente esta función, siga las instrucciones del menú y active los datos más recientes guardados.

Los datos de la más reciente función Thinlayer permanecen en el medidor, hasta que un nuevo conjunto de datos sean ingresados para un nuevo trabajo.

Serial Number (Número de serie)

Esta función permite al usuario introducir en la memoria, el número de serie del medidor. Esta se fija en la fábrica. Solo técnicos autorizados pueden usarla.

Bat Voltios (voltaje de la batería).

Esta función mide y muestra el total de tensión de los dos conjuntos de tres baterías tipo D de NiCd (6 pilas en total). La máxima tensión medible en las baterías es de aproximadamente 8,3 voltios. El indicador de baja tensión comienza a los de 7,0 voltios y el equipo se apagará a 6,8 voltios. Sobre la base de la condición de las baterías y el uso, se puede esperar un día completo de uso desde el momento de la indicación de batería baja para apagarse. Utilice el adaptador de encendedor de cigarrillos (DC cargador) para cargar las baterías en el campo.

Otras características del modelo de 3500 Xplorer

Nota: Sólo los técnicos deben realizar estas funciones.

The Reset Button (Botón de reset) - Este botón le permite restablecer el funcionamiento del programa, si el programa se bloquea o deja de responder, luego de pulsando una vez se reinicie el sistema, no se pierden los datos como, las constantes de calibración, cuenta estándar, o la última medición. Pero si usted tiene LCD de la luz trasera o en la Auto-Desplazamiento, tendrá que volver a habilitar estas funciones. El panel del teclado tendrá que ser retirado del medidor, para utilizar el botón de restablecimiento. Simplemente desenrosque los cuatro tornillos en la parte frontal del panel, sacar de la caja y voltearlo. El botón de restauración se encuentra en la parte superior de la placa del circuito. (véase el gráfico en la otra página).

RS-232 - Esta conexión le permite descargar las constantes en el medidor con la ayuda de los programas informáticos. Póngase en contacto con InstroTek, si quiere saber más.

J-45 - Esta conexión sólo se utiliza en la fábrica para "burn-in" el sistema de software utilizado sobre el modelo de 3500 Xplorer. No se deben conectar los cables a ello, ya que podría dañar el medidor y se traduce en la necesidad de reemplazarlo.

Switches – (Interruptores) Los interruptores se fijan en la fábrica y no deben ser cambiados, haciendo ésto puede resultar en daños y la necesidad de comprar un reemplazo. Cambiar estos también anulan la garantía en vigor.

CAUTION (PRECAUCIÓN): En ningún caso deben ser cambiados los switches configurados por la fábrica, en la tarjeta base.

Display Contrast (Contraste de la pantalla) - Esta marcación fija el contraste de la pantalla LCD, la que puede ser cambiada a gusto del usuario. Con un pequeño destornillador ajustar el nivel de contraste.

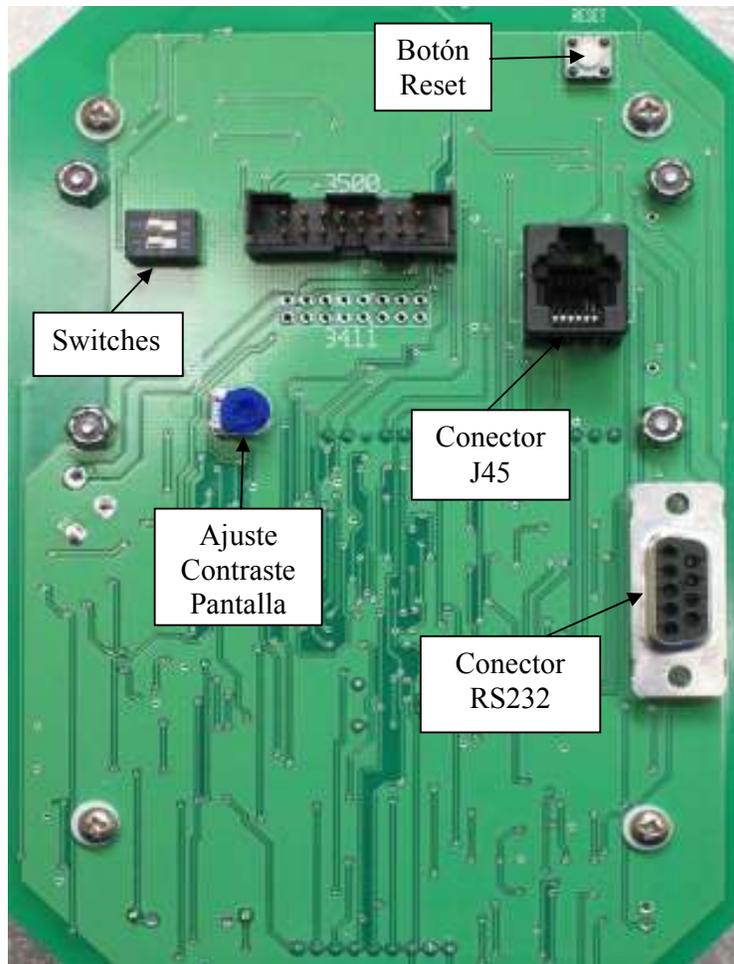


Fig. 3.1 posterior del panel frontal de la placa de circuito

Chapter 4: (Teoría de la Radiación)

Este capítulo cubre información de física atómica básica. Es importante que los usuarios entiendan esta sección con el objeto de poderse manejar en los temas de aplicación y seguridad.

Elements/Atoms (Elementos/Átomos)

Los Elementos son combinaciones de las tres partículas sub-atómicas. A saber, Protón, Electrón, y Neutrón. Cada elemento tiene una propiedad única. Elementos típicos son el Silicón, el Oxígeno, el Oro, el Cobre y el Hierro. Hasta la fecha, han sido identificados 103 elementos primarios, 90 naturales, el resto hechos por el hombre. Algunos otros elementos han sido creados en laboratorio pero se decaen muy rápido.

Átomo es una palabra Griega que significa indivisible. El más simple elemento/átomo es el Hidrógeno. Tiene un protón, ningún neutrón y un electrón. Un elemento más complejo es el oxígeno que tiene 8 protones y 8 neutrones en el núcleo y 8 electrones en órbita.

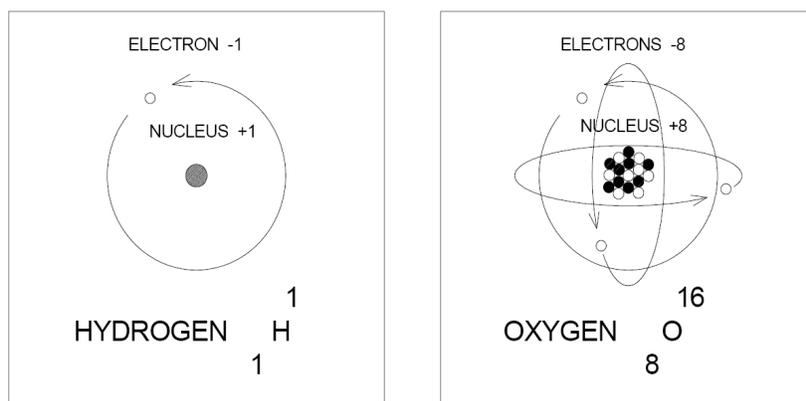


Fig. 4.1 Ejemplos de Átomos

El átomo no es sólido, mayormente es espacio. Si el núcleo del átomo de hidrógeno fuese del tamaño de una bolita puesta en la línea central de un estadio, el electrón tendría el tamaño de la cabeza de un alfiler en las tribunas.

A cada elemento/átomo se le ha designado con un **símbolo** de dos letras, es la abreviatura de su nombre (generalmente en Latín).

<u>Símbolo</u>	<u>Latín</u>	<u>Castellano</u>
Au	Aurum	Oro
Cu	Cuprum	Cobre
Fe	Ferrum	Hierro

El número atómico (Z) es el número de protones en el núcleo

El número de masa (A) es la suma de los protones y neutrones en el núcleo

Isótopos

Los elementos que tienen el mismo número de protones (el mismo Número atómico) pero diferente número de neutrones (diferentes números de masa) son llamados Isótopos. El Hidrógeno tiene tres Isótopos. El isótopo de hidrógeno más abundante tiene un protón y ningún neutrón. El isótopo de hidrógeno con dos neutrones se llama Tritio y es inestable. El Tritio se produce en la atmósfera por bombardeo de nitrógeno a los neutrones.

Earth's Crust (La corteza terrestre)

Nuestra tarea es medir la densidad de los suelos. Los elementos de la tabla periódica que nos conciernen son los de la corteza terrestre.

-----ATÓMICO-----					% CORTEZA TERRESTRE
ELEMENTO	SÍMBOLO	Nº (Z)	MASA (A)	Z/A	
Oxígeno	O	8	16.00	0.500	49.9%
Silice	Si	14	28.09	0.4984	26.0
Aluminio	AL	13	26.98	0.4818	7.3
Hierro	Fe	26	55.85	0.4655	4.1
Calcio	Ca	20	40.08	0.4990	3.2
Sodio	Na	11	22.99	0.4785	2.3
Potasio	K	19	39.10	0.4895	2.3
Magnesio	Mg	12	24.31	0.4936	2.1
Otros					2.8
Hidrógeno	H	1	1.008	.9921	
Agua	H ₂ O	10	18.016	.5551	

La densidad de un material depende de su masa atómica(A). Pero la relación de conteo en el medidor de densidad nuclear depende del número de electrones (número atómico (Z)). Para la mayoría de los materiales de la corteza terrestre, esto no presenta problema ya que la relación del número atómico con la masa (Z/A) es aproximadamente 0.5.

Radioactivity (Radioactividad)

No todos los isótopos son estables. Los isótopos con número atómico mayor de 92 son inestables. El Americio usado en la medición de humedad en el contador nuclear tiene un número atómico de 95. Es un sub-producto del bombardeo de neutrones del plutonio al producir material de armamento. Todos los 13 isótopos del Americio que han sido identificados son radiactivos.

Algunos isótopos de número atómico menor también son inestables. El Cesio-137 usado en el contador nuclear para medir densidad tiene el número atómico 55. Los 22 isótopos identificados en el Cesio-133 encontrados en la naturaleza son estables, mientras que el Cesio-137, un sub-producto de la fabricación de materiales de armamento, no lo es. Por medio de las reacciones nucleares, el hombre ha producido una gran cantidad de isótopos inestables que no se encuentran en la naturaleza.

Un isótopo inestable entrega energía al ir decayendo hasta convertirse en isótopo estable, es definido como radiactivo. Como otras formas de energía, la radiación puede ser útil o dañina dependiendo de su uso.

Radiación Alfa, Beta, de Neutrones, y Gama

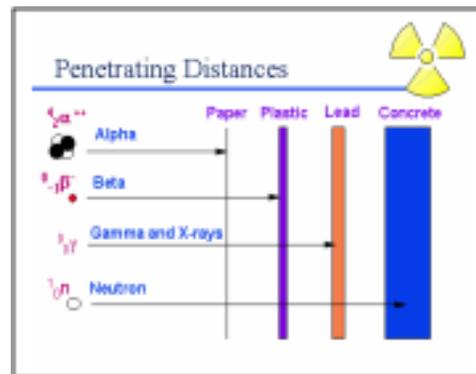
Las fuentes utilizadas en el contador nuclear se componen de cuatro tipos de radiación. A saber, partículas Alfa, partículas Beta, fotones (rayos gama) y neutrones.

Las partículas Alfa solo viajan una pulgada en el aire y son detenidas por una hoja de papel o tisú. En el contador nuclear, las partículas alfa son usadas para producir neutrones. Las partículas Alfa son detenidas por el propio contenedor de la fuente.

Las partículas Beta viajan por el aire unos pocos pies y son detenidas por una pulgada de madera, o una lámina delgada de aluminio o plástico. En el contador nuclear, las partículas beta son detenidas por el propio contenedor de la fuente.

Los rayos Gama viajan cientos de pies por el aire y pueden ser detenidos por un muro grueso de plomo o de concreto.

Las partículas de Neutrones viajan cientos de pies en el aire y pueden ser detenidas por agua, plástico o concreto especial



El Cesio-137 y el Americio-241/Be que se usa en el contador portátil de humedad/densidad, produce los cuatro tipos de radiación ionizante. La radiación alfa y beta es detenida por el contenedor de acero inoxidable de la fuente. Solo la radiación de neutrones y gama contribuyen a la exposición ocupacional de radiación.

Radiación de Neutrones

La radiación de neutrones en el contador 3500 es producida por el bombardeo de partículas alfa del Americio 241 al Berilio. La radiación de neutrones no tiene carga y es muy penetrante. Para protegerse de los neutrones, el primer paso consiste en retardar al neutrón, lo que se conoce como termalización. La termalización se logra por la interacción de neutrones con partículas que tengan la misma masa que el neutrón, como el hidrógeno en el agua o el polietileno. Al chocar estas partículas con los neutrones, la energía del neutrón es reducida permitiendo la efectiva absorción por el material aislante.

Radiación Gama

La radiación Gama es una radiación electromagnética que se libera por las reacciones nucleares. Los rayos X, las ondas de radio y de luz son otros ejemplos de radiación electromagnética. Los rayos Gama y la luz visible no tienen carga eléctrica o masa y viajan a la velocidad de la luz. Al contrario de la luz visible, los rayos gama son muy energéticos y pueden penetrar muchas pulgadas de material sólido. La fuente gama en

el contador 3500 durante el proceso de decaer a Ba-137 libera partícula beta las que son detenidas por el acero de la cápsula. El Cs-137 libera un rayo gama de una energía de 0.662 Mev. Esta energía gama es usada para determinar la densidad del material.

Vida-media

Una característica importante del material radiactivo es que su actividad decae con el tiempo. La vida-media ($T/1/2$) de un material radiactivo es el tiempo que toma en decaer la mitad de los átomos de cualquier masa de material. La vida-media varían desde fracciones de segundo hasta millones de años. Después de 10 vida-media solo queda una milésima de radiactividad

Las dos fuentes del modelo 3500 son Cesio137 para mediciones de densidad y Americio-241/Be para mediciones de humedad. El CS-137 tiene una vida-media de 30 años mientras que el Am-241/Be tiene una vida-media de 458 años.

Para corregir por la decadencia, se toma una cuenta cada día de uso y la cuenta "Standard" y se obtiene la relación de cuenta. La relación de cuenta corrige automáticamente la decadencia de la fuente.

CAPÍTULO 5: SEGURIDAD DE RADIACIÓN Y FÍSICA DE SALUD

Este capítulo cubre la información sobre física de salud y conceptos de seguridad de radiación

TERMINOLOGÍA

Roentgen

El Roentgen es el equivalente de 1 unidad electrostática de carga de la interacción de radiación gama en 0.001293 gramos de aire a 1 atmósfera de presión.

RAD

El Roentgen tiene un uso limitado por no considerar los efectos de dosis de la radiación. Inicialmente fue reemplazado por Dosis de Radiación absorbida (RAD en inglés)

Rem

Dado que el RAD solo era aplicable al aire, pronto fue reemplazado por Rem (Dosis Roentgen equivalente en el hombre o Roentgen dose equivalent man en inglés). El Rem incluye la efectividad biológica de la dosis. Está relacionado con el Roentgen por su efectividad biológica relativa (RBE), o factor de calidad (QF) en Inglés

Factor de calidad (QF)

El factor de calidad toma en cuenta las diferencias de efecto biológico de las diferentes radiaciones, por ejemplo, el QF para rayos X y rayos gama es 1.2 para partícula alfa y para neutrones de alta energía.

RADIACIÓN NATURAL

La mejor manera de apreciar el Rem es saber como se relaciona con nuestra vida diaria. El hombre está expuesto cada año de su vida a 100 hasta 300 mrem por año. Esto le llega desde varias fuentes naturales

Fuente	Descripción	Dosis Anual
Cósmica	Desde el sol y otras fuentes del espacio y su reacción con la atmósfera terrestre. Esta aumenta 1 mrem por cada 100 pies de elevación sobre el nivel del mar	
	San Francisco (nivel del mar) Denver (5280 pies)	44 mrem 97 mrem
La Tierra	De los materiales radiactivos naturales del suelo	15 mrem
De las casas	De los materiales usados en la construcción	
	-Casa de piedra	50 mrem
	-Casa de Ladrillo o Concreto	45 mrem
	-Casa de Madera	35 mrem
Durante la Vida	Comiendo/Bebiendo/Respirando El Cuerpo Televisión (2 horas diarias) Viaje en avión Jet (vuela de 3000 millas)	25 mrem
Hombre	Contaminación de pruebas de Armamento Radiografías médicas	4 mrem 9 – 210 por test
	Contador Nuclear de Densidad/Humedad	25 mrem por año

Fig 5.1 Radiación natural y dosis anual.

Un total anual típico de 123 mrem para una persona que vive en una casa de madera en San Francisco y que no vuela, no se enferma, no ve televisión, y 272 mRem para alguien que vive en una casa de piedra en Denver que vuela de costa a costa 10 veces al año, ve televisión 4 horas al día y se hace una radiografía dental (20 mRem).

No existe evidencia que sugiera que personas viviendo en regiones de mayor radiación natural por altura, tengan peor salud. Algunas de las personas más longevas del mundo viven en regiones montañosas altas. (en áreas de Brasil e India la radiación natural es diez veces mayor que el promedio de otras regiones del mundo).

El límite de exposición fijado por la Autoridad de Protección de Radiación de los Estados Unidos es de 5000 miliRem por año para los trabajadores que trabajan con radiación.

ALARA (**A**s **L**ow **A**s is **R**easonably **A**chievable considering social and economical matters)

Tan bajo como sea razonablemente posible considerando las materias sociales y económicas

No importa cuales sean los límites legales permitidos, el operador y su empresa deberían revisar sus procedimientos para determinar si con medidas razonables la dosis podría ser reducida. Esto podría hacerse considerando todos los aspectos, por ejemplo uno podría diseñar un medidor de densidad/humedad con suficiente blindaje para que poca o nada radiación escapase, pero lo convertiría en algo tan pesado que no sería un medidor portátil práctico.

Las tres maneras en que el operador puede reducir la dosis:

- | | |
|------------------|--|
| Tiempo | Minimizar el tiempo de exposición |
| Distancia | No acercarse más de lo necesario |
| Blindaje | Colocar un blindaje entre el operador y la fuente. El medidor tiene éste blindaje incorporado. |

ALARA es otra forma de decir: Use el sentido común

Tiempo

Cuando el operador esta usando una fuente radiactiva, está dentro de un campo de radiación de esa fuente. Reduciendo el tiempo en permanencia con el medidor, reduce significativamente la dosis de radiación que recibe el operador. La relación de fuerza o dosis de ese campo se mide en mrem por hora. Por una determinada relación de dosis y el tiempo en su campo el operador recibirá una dosis

$$\text{Dosis} = \text{relación de dosis} \times \text{tiempo}$$

MENOS TIEMPO = MENOS DOSIS

Distancia

La distancia es una de las más efectivas maneras de reducir la exposición a la radiación. La radiación comienza desde el punto de la fuente y a medida que aumenta la distancia se dispersa en una superficie esférica. Su intensidad a cualquier distancia de la fuente depende del cuadrado de la distancia de la fuente.

$$I_1 \times (D_1)^2 = I_2 \times (D_2)^2$$

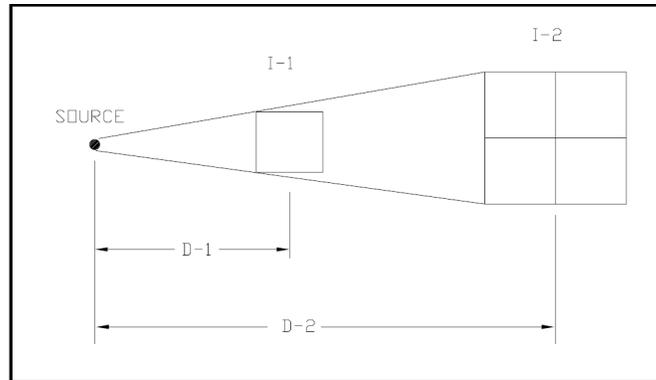


Fig 5.2 Distancia

Al doblar la distancia, la dosis de radiación se reduce a un/cuarto. Achicando la distancia por la mitad aumenta la dosis cuatro veces.

Blindaje

El blindaje es una forma efectiva de reducir la exposición a la radiación. Las partículas alfa se pueden detener por medio de una simple hoja de papel, sin embargo la radiación gama y de neutrones no pueden ser detenidas mediante blindajes, solo pueden ser reducidas. El polietileno, que contiene una muy alta concentración de hidrógeno se usa por lo general para blindar los neutrones. El plomo o el Tungsteno se usan para blindar los rayos gama.

MAS BLINDAJE= MENOS DOSIS

Reglamentaciones (Esta disposiciones son para USA)

Dado que el material radiactivo puede ser peligroso para el público si no es usado en forma correcta, su posesión y uso esta controlado por agencias regulatorias.

Licencia

Para poseer y usar material radiactivo, la organización, corporación, sociedad, o usuario individual deben obtener una licencia para el uso de un material radiactivo específico. Cuando la organización solicita la licencia, debe especificar el tipo, forma, cantidad y uso del material radiactivo.

<u>Material Radiactivo</u>	<u>Forma</u>	<u>Cantidad</u>
Cesio-137	Fuente Sellada	No exceder 11 mCi por fuente
Americio-241/Be	Fuente Sellada	No exceder 44 mCi por fuente

Uso Para ser usado en el medidor de Humedad/Densidad Instro Tek 3500 Xplorer

La cantidad especificada bajo Cantidad es el MAXIMO de actividad que no debe ser excedido para una fuente unitaria. Aún más, Ud. debe asegurar que el almacenaje es el adecuado para el número de aparatos de medición para los que solicita la licencia.

El uso solicitado debe ser lo más general posible, ya que su uso actual estará limitado a las aplicaciones específicas que se pidieron en su licencia. Al menos que así esté especificado el medidor no podrá ser utilizado en otras cosas como ayudar a su hijo en un proyecto de ciencias.

Testeo de fugas

Los medidores de humedad densidad portátiles usan material radiactivo que está doblemente encapsulado en acero inoxidable. La probabilidad de que esa fuente sellada tenga una fuga es muy remota. Para verificar que en el medidor no hay fugas, éste debe ser testeado periódicamente.

Un medidor debería ser chequeado al momento de su recepción para verificar que su chequeo de fugas está al día, y no debe usarse a menos que lo esté. Un nuevo chequeo debe practicarse dentro de un período de seis (6) meses. Un kit para pruebas de fugas, contiene un parche o etiqueta que debe ser humedecido pasado por la superficie del contenedor de la fuente, puesto en una bolsa de plástico y enviado a un laboratorio para su análisis. Una fuente se considera con fuga si se encuentra más de 0.005 micro curies de contaminación removible. Una copia del certificado del test de fuga debe mantenerse con el medidor y una segunda copia debe conservarse por el Oficial de Seguridad de Radiación para inspección del organismo regulador. Si el usuario tiene varios medidores, es más conveniente que todos sean testeados al mismo tiempo, por ejemplo, el primer día hábil de Enero y Julio.

Monitoreo Personal

Se requiere de dosimetría (medición de la dosis de un individuo) si la dosis esperada es mayor a un 10% o más de la dosis permitida de 5.000 harem en un año. La mayoría de las agencias que otorgan licencia requieren monitoreo personal de los operadores. El uso correcto de un medidor de humedad/densidad redundará en una dosis menor a un 1% de la dosis permitida, pero la mayoría de las agencias reguladoras toman la posición de que la dosis puede ser excedida si no se usa en forma correcta y por lo tanto exigen dosimetría. La Dosimetría también es una protección legal de largo plazo para el licenciado.

Entrenamiento

Las personas que usan aparatos que contienen materiales radiactivos deben ser entrenadas en el uso seguro del medidor, completando un curso aprobado que ofrezca una organización licenciada para entregar entrenamiento. En algunas grandes organizaciones, el Oficial encargado de Seguridad de Radiación está capacitado y licenciado para dictar éste curso.

Plan de Seguridad

Cada organización debe contar con un plan de seguridad que describa los procedimientos que deben seguirse, y lo que debe hacerse en caso de, incendio, robo, o accidente.

Oficial de Seguridad de Radiación

La entidad licenciada debe designar a una persona dentro de su organización con el Oficial de Seguridad de Radiación (OSR). El OSR es el punto de contacto de la agencia reguladora para verificar que las normas sean seguidas. El OSR es la persona dentro de la empresa responsable de que se mantengan las prácticas de seguridad y de mantener los archivos en orden. Al designar el OSR no libera al dueño/ejecutivo(s) de la responsabilidad ulterior.

Aviso a los Empleados

Un documento "Aviso a los Empleados" emitido por la agencia reguladora. Normalmente, los problemas de seguridad serían reportados al OSR de la empresa o al gerente. Este documento contiene direcciones y/o teléfonos para que los empleados puedan contactarse si no están satisfechos con la respuesta de la empresa.

Cuando está en obra, el usuario debería tener disponible para la inspección:

Copia de la licencia de Material Radiactivo,
Copia individual de su autorización por el OSR,
Copia del manual del equipo, y copia del Plan de seguridad de Radiación,
Copia del test de fugas vigente.

Notificar a la agencia reguladora de cualquier incidente o condición que podría ser peligrosa para el usuario o el público. Para usuarios del medidor, esto incluye:

- Inmediato** Accidente que involucre posible dispersión de material radiactivo, o robo, o pérdida. Dosis total efectiva equivalente >5 rem, pérdida igual o superior a una semana de operaciones, daños a la propiedad de más de US\$ 200.000.-
- 24 Horas** Exposición de un individuo a 5 rem o más.
Accidente que resulte en la pérdida de un día o más de operaciones, o daños a la propiedad superiores a US\$ 2.000.-
- 30 Días** Exposición de un individuo en exceso de la dosis permitida: exposición Ocupacional de 5 rem, dosis a un embrión/feto a una mujer con embarazo declarado durante todo el período de 0.5 rem, dosis a un miembro del público de 0.1 rem por año.

Traslado

El medidor no debe ser transferido a otra entidad para, servicio, eliminación, venta, o uso *A menos que* dicha entidad esté autorizada para recibir adecuadamente material Radiactivo. Recordar siempre que el “transferente” (licenciado) tiene la responsabilidad de obtener copia de la licencia del “transferido” u obtener un testimonio oficial de que está capacitado para recibir dicho tipo particular, forma y cantidad de material radiactivo. La mejor manera de comprobar la autorización de ésta otra entidad, es obtener una copia de su licencia de manejo de material radiactivo. Fíjese en los párrafos 6,7,8 y 9, para el tipo, forma, cantidad y uso y verifique que se encuentra vigente.

De acuerdo a las regulaciones, el solicitante debe proceder a solicitar la nueva licencia treinta días antes del vencimiento de la anterior, la licencia se considerará vigente después de la solicitud hasta que la nueva sea emitida. Si éste es el caso, obtenga una copia de la licencia por vencer y una copia de la carta solicitud de renovación de la misma.

Almacenamiento Temporal

El uso del medidor requerirá de su traslado desde el lugar de almacenaje descrito en la licencia y el traslado a los lugares de trabajo y otros lugares de testeó de materiales. El usuario final es responsable de verificar los requerimientos con las autoridades correspondientes, antes de establecer un lugar de Almacenaje Temporal. Por lo general, el aparato medidor será devuelto cada tarde a su lugar de almacenaje permanente. Algunas veces será almacenado en locaciones temporales, por ejemplo en un trailer en el lugar de trabajo. Estos lugares de almacenaje deben seguir las mismas reglas de seguridad, avisos de peligro de radiación y resguardo que operan en su almacenamiento permanente. Si el equipo estará en un lugar temporal por más de 30 días, la entidad reguladora debe ser notificada por carta/FAX. Si va a estar por más de 180 días, la licencia deberá ser modificada. El medidor no debe ser dejado en un lugar inadecuado en el lugar de la faena ni en su domicilio.

Reciprocidad

El material radiactivo puede ser utilizado en una ubicación correspondiente a otra entidad reguladora de manera temporal. La otra jurisdicción reguladora deberá ser notificada por escrito al menos con tres días de anticipación. Puede ser mediante una carta describiendo el equipo, el tipo y cantidad de material radiactivo que contiene, el lugar donde será usado el medidor, y la duración de la intrusión, agregando una copia de su licencia.

Si va a ser por más de 180 días, en cualquier año calendario, es necesario obtener una licencia en la nueva jurisdicción.

Servicio/Mantenición

Antes de cada uso, debe chequearse la integridad del obturador

El medidor requerirá una limpieza del área del bloqueador del obturador, dependiendo del tipo de suelo y del número de pruebas. Para minimizar la exposición, oriente la cara del medidor hacia el lado opuesto de Ud. permitiendo al cuerpo del aparato que actúe como escudo al remover el obturador. Use aire comprimido o una escobilla de mango largo para limpiar el área del obturador. A pesar de que es muy improbable que haya contaminación removible, no hay ninguna justificación para que limpie el vástago con la mano descubierta. Tenga en cuenta que la exposición a $\frac{1}{4}$ de pulgada de la varilla de la fuente es de aproximadamente 800 mrem/hora.

Eliminación

El material radiactivo esta definido como sustancia peligrosa. No debe ser eliminado sin considerar a los demás. Cuando el medidor ya no sea más útil o necesario a la organización, lo mejor es transferir su propiedad fuera de dicha organización. Hay agentes de desperdicios, tales como los fabricantes que recibirán el medidor por una tarifa. En todos estos casos la entidad que recibe debe contar con la licencia apropiada.

Capítulo 6: Transporte (dentro de USA)

Este capítulo cubre los requerimientos necesarios para transportar el aparato de medición a los lugares de trabajo y entre las distintas locaciones. Esto es para USA.

Atención general

El transporte de materiales peligrosos está regulado en Estados Unidos por el Departamento de Transportes. Esto incluye el transporte del material radiactivo contenido en medidores de humedad/densidad en vehículos privados en carreteras públicas. Los reglamentos están publicados en el Código de Reglamentación Federal 49CFR100-177. Copias de esta publicación están disponibles desde la Oficina de Impresión del Gobierno de USA. Se ponen al día en el mes de Octubre.

Nota: La reglamentación define a cualquier empleado que tenga que ver con el transporte de materiales peligrosos como un empleado HAZMAT (abreviatura de Hazardous Materials o materiales peligrosos) y requiere de entrenamiento del empleador HAZMAT. Este entrenamiento debe hacerse dentro de los 90 días de la contratación o traslado y debe estar vigente por dos años. El empleador es responsable de guardar en archivo los datos de entrenamiento y pruebas.

Funciones Específicas

Nombre para embarque

La tabla 172.101 del 49CFR100-177 contiene una lista de materiales peligrosos. El medidor contiene material radiactivo doble encapsulado en cápsulas de acero inoxidable. El nombre propio seleccionado de ésta lista es:

[RQ] Radioactive Material, Type A Package, Special Form, 7, UN 3332

Special Form describe una fuente sellada con mínima posibilidad de dejar escapar contaminación en un accidente. Esto debe ser certificado por un documento que debe mantenerse en archivo por al menos un año después del último embarque (por ejemplo la última vez que el medidor fue trasladado en un vehículo de la empresa en un camino público). Generalmente éste documento será proporcionado por el fabricante del medidor. Si se tienen medidores de distintos fabricantes tendrá que tener un certificado de cada fabricante. Una copia del certificado IAEA de Autoridad competente como está descrito en los Fletes Aéreos Internacionales puede ser usado para satisfacer este requerimiento. Clase 7 se aplica a materiales Radioactivos. UN3332 es un número asignado que permite su selección rápida en los manuales de referencia.

Cantidad Reportable

49CFR requiere que los embarques de cantidades de materiales peligrosos que sobrepasen ciertos niveles sean reportados a la EPA en caso de accidente. Para los materiales radioactivos en el medidor de acuerdo a la tabla 172.101 App 2 los niveles reportables son:

Cs-137 1.000 mCi
Am-241 10 mCi

De 8 a 10 mCi de Cs-137 no son cantidades reportables pero si lo son 40 a 50 Am-241/Be. Para una cantidad reportable, el RQ debe ser incluido ya sea antes o después de la descripción. La etiqueta con el nombre de embarque tiene que incluir el RQ.

Empaque

El embalaje en que se embarca el medidor, tiene que cumplir ciertos requerimientos. Para material radioactivo en Forma Especial, un embalaje Tipo A es adecuado. El embalaje o el prototipo debe ser testeado y copia de los certificados del análisis deberán ser mantenidos en archivo por un mínimo de un año después del último embarque.

Este documento normalmente es suplido por el fabricante. Las pruebas incluyen chorros de agua, caída libre, caída sobre las esquinas, compresión y prueba de penetración.

Etiquetado

De los siguientes deberá seleccionarse una etiqueta:

RADIOACTIVO	Relación de dosis en la Superficie del embalaje	INDICE DE TRANSPORTE
BLANCO-I	= o < 0.5mrem/hora	no disponible
AMARILLO-II	>0.5 mrem/hra hasta = o <50.0 mrem/hora	= o < 1.0
AMARILLO-III	> 50.0 mrem/hora	= o < 10.0

Fig 6.1 Varias etiquetas

El manual de instrucciones del medidor incluirá un dibujo del perfil de radiación mostrando las dosis medidas desde la superficie del medidor y desde la superficie del embalaje con el medidor en su interior. El Modelo 3500 Xplorer cae dentro de la categoría RADIOACTIVO AMARILLO II

Las etiquetas RADIOACTIVO AMARILLO II deberán ser adheridas en dos superficies opuestas. La actividad de las fuentes y el Índice de Transporte (TI) serán anotados por el fabricante.



Fig 6.2 etiqueta Amarilla II

El Índice de Transporte es un indicador al conductor del vehículo del grado de control requerido. Es la actual la dosis en mrem /hora a un metro de distancia del embalaje. Es usado por personal no-técnico, esta expresado como un número redondeado al más cercano 1/10th. Para embarques de múltiples cantidades de unidades, el conductor debe limitar el total de TI a 50. Los embalajes con un TI de 1.0 o menos no deben acercarse a los pasajeros a menos de un pie. El IT del Xplorer es 0.5.

Las Marcas

El embalaje o envase, debe ser marcado con lo siguiente:

Nombre de embarque	RQ, Material Radioactivo, formulario Especial Tipo A paquete UN3332
Paquete Tipo	7A TIPO A (en letras de ½")
País de Origen (En despachos internacionales)	USA

El InstruTek combina lo anterior en una etiqueta

Documentación de Embarque

El embarque deberá ser acompañado por la siguiente documentación:

Nombre del embarcador

Descripción RQ

Contenido y Actividad (Entre paréntesis)

Categoría de etiqueta

Índice de Transporte

Tipo de Paquete

Certificación/Firma No es necesario para un transportador privado si el Embarque no va a ser transferido a otra empresa. Es lo más fácil de incluir, solo por precaución.

Contacto en Emergencias Un número telefónico que debe ser monitoreado en todo momento mientras el embarque esté en tránsito, y que sea contestado por una persona que esté en conocimiento del material peligroso que está siendo trasladado y tenga amplia información de emergencia o tenga acceso inmediato a una persona que la tenga. Para trabajo normal de día, éste puede ser el número normal de la empresa con instrucciones de notificar al Oficial de Seguridad de Radiación (RSO). Cuando se embarca el medidor para servicio, los Centros de Servicio normalmente tienen ese número para las 24 Horas.

Respuesta de Emergencia

Además de la respuesta de emergencia de la Agencia de Salud Pública local para un accidente que involucre material radiactivo, debe ser notificado dentro de las 24 horas el número Nacional de Respuesta en los casos que se trate de un accidente de transporte que involucre el escape de material radiactivo, la muerte u hospitalización de personas o propiedad en exceso de US\$ 50.000.-

NÚMERO NACIONAL DE EMERGENCIA: 800 424-9300 (solo USA)

Número InstroTek para accidentes 800 424-9300 (solo USA)

Preparación para transporte

1. Inspección – El medidor y su embalaje deben ser revisados antes de cada embarque. Lo anterior debe incluir;
 - La manilla del medidor está en la posición blindada con el gatillo asegurado, confirmación de que el bloque de obturación se encuentra cerrado, ya sea por inspección visual o por medición de radiación.
 - Que el medidor sea colocado adecuadamente en el envase, y que éste contenga solo los ítems que se requiera que estén presentes.
 - Que la totalidad del paquete, caja, manilla y el sujetador estén de acuerdo al certificado del paquete.
 - Todas las etiquetas y marcas de peligro estén colocadas en forma legible y confirmadas como correctas.
 - Que el paquete esté con llave o sellado de tal manera que mientras que el sello esté intacto, sea prueba de que no ha sido abierto.

2 Amarras- El paquete debe ser sujetado al vehículo para evitar su movimiento durante el transporte o un accidente menor.

3 Seguridad- El paquete no debe estar en el compartimiento de pasajeros. Los lugares de preferencia son, la parte trasera de una pick-up, la parte posterior de un Van, o la maleta de un automóvil.

4 Protección- El paquete debe ser encadenado o amarrado con candado, y llave en el área de carga de un Van, o con llave en la maleta de un automóvil, para prevenir robos.

5 Manejo- Conduzca de una manera amistosa de bajo perfil. Por ejemplo el mínimo de cambios de pista. Y estacione en el área exterior de un estacionamiento público.

6 Documentos de Embarque- El conductor debe tener a la vista y al alcance de la mano (normalmente en el asiento del copiloto) los papeles de embarque y la hoja de información de respuesta de emergencia. Para satisfacer a HAZMAT y otros requerimientos regulatorios, se recomienda que cada medidor tenga el siguiente legajo de documentos:

- 1- Conocimiento de Embarque
- 2- Hoja de Respuesta de Emergencia
- 3- Certificado de prueba de escapes
- 4- Manual de Operaciones

7. Misceláneo- Con la etiqueta AMARILLA II no requiere pintar señales de advertencia al vehículo. El transporte del Xplorer modelo 3500 **no** lo requiere.

Embarques Comerciales

Se aplicarán los mismos términos de requerimientos que para transporte privado con las siguientes adiciones:

1 Etiqueta

Consignante/consignatario. Una etiqueta de direcciones debe estar fijada al paquete.

2 Candado o Sello

El paquete debe incorporar un sello que al estar violado muestre intromisión indebida.

Otros requerimientos dependerán del modo de transporte comercial; camión, aéreo doméstico, Aéreo internacional.

Flete por camión

Papeles de despacho

Los Papeles de despacho serán un Conocimiento de Embarque proporcionado por el transportista correctamente llenado por el despachador y el formulario de respuesta de emergencia. Si hay otros elementos además del medidor, el material peligroso debe llenarse en primer lugar. El Conocimiento de Embarque pre-impreso contendrá la certificación- Un ejemplar del Conocimiento de embarque se puede encontrar en el *Apéndice* de éste catálogo.

Conductor:

El conductor puede guardar los documentos de embarque en la gaveta de la puerta del conductor.

Transporte Aéreo, Doméstico

En los Estados Unidos, el transporte del material radiactivo dentro del medidor no está permitido en aviones de pasajeros. Esto no es problema ya que Federal Express, línea aérea exclusiva de carga puede transportar el medidor a cualquier lugar de los Estados Unidos durante la noche, si así es solicitado. A pesar de tratarse de un embarque doméstico, Federal Express ha optado por seguir la reglamentación de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) en vez de la 49CFR. Esto requiere algunos cambios e información adicional.

Papeles de Embarque:

Federal Express tiene un documento combinado especial que es tanto Conocimiento de Embarque y Documento de declaración de Productos Peligrosos. El documento contiene lugares específicos para la información de embarque e incluye la certificación.

Las palabras “Solo Aeronave Carguero” tienen que aparecer en el Documento Aéreo.

La actividad de la fuente tiene que ser mostrada en unidades de Bq, en vez de, o además de unidades de mCi en el documento de productos peligrosos

10 mCi 370MBq
40 mCi 1.48GBq

El tamaño del paquete en milímetros o metros debe ser estampado en el documento “Producto peligroso”

Etiqueta:

La actividad de la fuente debe ser establecida en unidades Bq, en vez de, o además en unidades de mCi en las etiquetas RADIATIVO AMARILLA-II

Una etiqueta que muestre SOLO AVIÓN DE CARGA debe ser instalada a no más de 6” de las dos etiquetas RADIOACTIVO AMARILLA-II.

Nota: Ponga atención a los detalles para llenar el documento. Cualquier error menor como omitir el título del firmante será causal del rechazo del embarque. No le está permitido al transportista hacer enmiendas.

Transporte Aéreo Internacional

El transporte aéreo internacional de material radioactivo esta bajo las normativas de IATA. La mayoría de los países fuera de Estados Unidos permiten el flete de medidores de humedad/densidad en aviones de pasajeros. Sin embargo, todos los vuelos internacionales desde o hacia Estados Unidos deben ser en aviones de carga solamente.

Papeles de embarque:

El papel de embarque será un Conocimiento de Embarque Aéreo entregado por el transportista correctamente llenado por el embarcador. El conocimiento pre-impreso incluye la certificación. Una práctica común es que el embarcador entregue una Carta de Instrucción, que incluye la necesaria declaración de exportación, al despachador, quien a su vez completa el Conocimiento Aéreo.

Las palabras “Avión de Carga Solamente” tienen que aparecer en el Conocimiento.

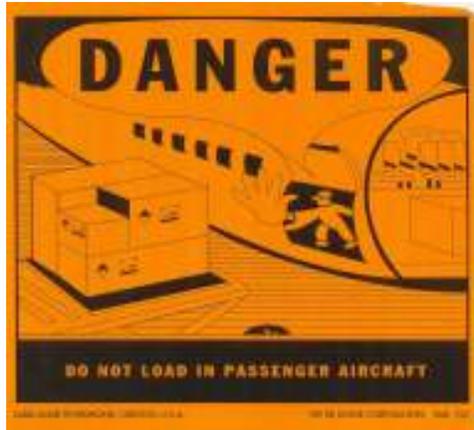
Aparte del Conocimiento Aéreo, una declaración del Embarcador que diga Productos Peligrosos (PP) debe acompañar al embarque. Esta tiene un “borde listado tipo caramelo Rojo. Se requieren dos copias. Es conveniente presentar más copias si más de un carguero será utilizado en la ruta. Hay un ejemplo en el apéndice.

La actividad de la fuente debe ser expresada en unidades de Bq en el documento de Producto Peligroso (PP). El tamaño del paquete en mm o metros tiene que figurar en el documento PP. El documento PP debe citar el número y Autoridad Competente del que fue obtenido, de Agencia Gubernamental apropiada antes del primer embarque del tipo de fuentes del Medidor. En Estados Unidos se obtiene del DOT. Este documento normalmente es suplido por el fabricante del equipo de medición el que a la vez lo obtuvo del fabricante de la fuente radiactiva. Estos documentos tienen fecha de expiración. Copias vigentes deben obtenerse a medida que se requieran. Algunos transportistas exigen que éste documento venga adherido al documento PP. Certificados de Autoridad Competente en el archivo se pueden usar para satisfacer el formulario de certificación especial que se requiere tener en archivo por lo menos un año desde el último embarque.

Etiqueta:

La actividad de la fuente tiene que ser expresada en unidades de Bq en la etiqueta
RADIATIVO AMARILLA-II

Una etiqueta SOLO AVION DE CARGA debe fijarse a no más de 6” de la etiqueta
RADIATIVO AMARILLA-II.



intencionalmente en blanco

CAPÍTULO 7. Teoría del Medidor

Este capítulo cubre la teoría de la operación de los medidores de humedad densidad.

La interacción de la radiación gama y de neutrones con la materia es un complejo tópico difícil de cubrir con suficientes detalles en este manual. La discusión que sigue más abajo se limitará a la aplicación de ingeniería de estas fuentes de radioisótopos y sus operaciones en el terreno.

Medición de Densidad

La medición de densidad en el medidor se logra usando isótopos radiactivos de Cesio-137 (Cs-137) y dos detectores Geiger Mueller (GM). Las mediciones de densidad usualmente se logran de dos maneras diferentes, dispersión trasera (DT) y transmisión directa. En el modo dispersión trasera, la fuente y el detector están en el mismo plano. En transmisión directa, se hace un hoyo en el material y se inserta la varilla de la fuente, entre 2" y 12" (50 a 300 mm)

El Cs-137 tiene una energía máxima de 0.662 Mev. Fotones de la fuente penetran el material en prueba y son dispersados hacia atrás al detector GM o absorbidos por el material por dispersión Compton y absorción fotoeléctrica. En el rango de interés de densidad el número de fotones detectados los tubos del GM es inversamente proporcional a la densidad del material. Por ejemplo, una medición a una densidad de 110pfc (1760kg/m³) mostrará 1500 cuentas. Mientras que la misma medición mostrará una cuenta de 700 a una densidad de 160 pfc (2560kg/m³). Por lo tanto, mientras mas alta la cuenta, menor es la densidad.

La etapa final del proceso de fabricación es la calibración. El método de calibración de densidad usado por la mayoría de los fabricantes utiliza una ecuación exponencial que modela la relación entre densidades conocidas y los conteos.

InstroTek usa la siguiente ecuación.

$$CR = A \exp(-B \times WD) - C$$

Donde A, B y C son parámetros del medidor, CR es la proporción del conteo y D la densidad del material. Los valores A, B y C son comúnmente conocidos como constantes de calibración. En el terreno, cuando de ha obtenido una cuenta del material testeado, la densidad húmeda resultante (WD) mostrada en la pantalla se calcula mediante:

$$WD = \frac{1}{B} \ln \left(\frac{A}{CR + C} \right)$$

La proporción de conteo (CR) en la ecuación de encima, se calcula por la relación de conteo con conteos estándares de referencia.

$$CR = \frac{TestCounts}{StandardCounts}$$

El Cs-137 tiene una vida media de 30 años y una reducción de intensidad de 2.2 % por año. La relación de conteo se usa en este caso para corregir el decaimiento natural de la fuente. Por esta razón, es muy crítico que los usuarios obtengan un estándar de conteo de referencia correcta cada día. Lo anterior asegurará que cualquier decaimiento en el conteo sea cancelada por el decaimiento en el estándar de referencia. Por ejemplo seis meses después de la calibración, el CS-137 habrá decaído 1.1 % (1.1% de reducción en los conteos). El 1.1 % de cambio será reflejado en los conteos de prueba y el conteo de referencia. La relación entre ambos conteos anulará el efecto del 1.1% en los conteos y en efecto normalizará los conteos, sin importar la fecha del conteo después de la calibración. El no usar una relación de conteo dará como resultado lectura errónea si no se toma en cuenta el decaimiento de la fuente

El software del medidor usa las cuentas Gama tomadas en el lugar de la prueba y la cuenta estándar para calcular automáticamente la densidad húmeda (DH.) para el material.

Medición de Humedad

La medición de humedad en el medidor se logra usando una fuente de Americio-241 Berilio (Am-241:Be) que emite neutrones rápidos y un solo tubo de Helio-3 (He-3). Las mediciones de neutrones siempre se logran en el modo dispersión trasera. Tanto el Am-241:Be y el tubo H-3 están fijados en la base, en el interior del medidor.

El promedio de energía que libera la fuente de Am-241Be es de 4.5 Mev, con un espectro de energía en un rango de 0 a 10 Mev. En el proceso de medición de humedad los neutrones rápidos de la fuente interactúan con el núcleo de hidrógeno presente en el agua y se termalizan (retrasan). Los neutrones termalizados o lentos son entonces contados por el tubo de H-3. Un aumento de contenido de agua resulta en un aumento proporcional en la cuenta de los neutrones termales detectados por el tubo de He-3.

Existen dos acepciones que se hacen en el proceso de medición de humedad por el método de neutrones. Lo primero es que cualquier interacción entre la fuente y el material es debido a la interacción del hidrógeno del agua. Revisando la composición de suelos normales en la literatura, hay una probabilidad muy grande de que la termalización en los suelos se deba a la interacción con el hidrógeno del agua. Segundo, que no hay elementos que absorban neutrones. En suelos del tipo para construcción, el boro en algunos suelos, el cloro en algunos suelos costeros y los depósitos de óxido ferroso pueden ser encontrados en concentración suficiente para afectar las lecturas.

El software del medidor tiene la capacidades que permiten corregir las lecturas del medidor afectado por estas influencias en el terreno.

Medición de profundidad

En el modo de dispersión trasera de densidad, la medición de profundidad es independiente de la densidad del material. En el modo de dispersión trasera, 85% de la lectura de densidad es de las 2.5 pulgadas superiores (64mm) del material y el restante 15% es desde las 2.5 pulgadas hasta las 4 pulgadas (64 hasta 100mm) del material.

La profundidad en la medición de humedad depende de la geometría del medidor y del contenido de humedad del material. La medición de humedad es muy influenciada por el material más cercano al medidor. En general, para un medidor que tenga un rango de humedad de 0-40 pcf (0-640 kg/m³), la profundidad de la medición es aproximadamente 9 pulgadas (230 mm) para suelos que contengan 10 pcf (160kg/m³) de humedad.

Calibración

Calibración de Densidad – La calibración de densidad en el medidor se logra usando un bloque de densidad conocida. El objetivo de la calibración es calcular las constantes, A, B, y C que se usan en la ecuación de densidad. Una vez que se han determinado las constantes, el medidor puede ser utilizado en terreno para medir densidad húmeda.

$$CR = A \exp(-B \times WD) - C$$

Dado que la anterior ecuación de densidad usada en el medidor contiene tres constantes, se hace necesario usar en la fábrica tres bloques de densidad conocida para proveer una calibración original. Hay muchos métodos diferentes para calibrar el medidor asumiendo ciertos criterios o usando datos históricos. Sin embargo, la base de todos estos métodos depende de tener un mínimo de tres diferentes conteos para tres diferentes bloques de densidad conocida.

Calibración de Humedad – La calibración de humedad se hace utilizando al menos dos bloques de densidad de Hidrógeno conocida que cubra un rango de humedades en los materiales de construcción. Los dos bloques que se usan rutinariamente son Magnesio (0 lb/ft³) y un bloque combinado de Magnesio y Polietileno (35 lb/ft³, 560kg/m³). La cuenta Standard junto con los conteos de estos bloques se usan en una ecuación lineal como la de abajo para calcular los parámetros E (interceptar) y F (Pendiente).

$$MCR = E + FM$$

MCR es la relación de conteo de humedad, que es la relación entre el conteo de la humedad medida y el conteo de la humedad de referencia Standard diaria. El conteo de referencia diario se ejecuta sobre un bloque de alta densidad de polietileno que viene incluido con cada medidor. M es el contenido de humedad del material en pcf o kg/m³. Los parámetros E y F se colocan en la memoria del medidor y se usan en terreno con la relación de conteo en el material testeado para calcular el contenido de humedad de la ecuación.

Errores del Medidor

Densidad – Existen tres parámetros de error inherentes a todos los medidores existentes. Los que son, precisión nuclear P, aspereza de la superficie (SR) y error de composición (CE).

La precisión o repetibilidad del medidor se define como la variación en lecturas de densidad repetitivas en el mismo punto de testeo por un tiempo de medición dado. La precisión es calculada basándose en la ecuación ($P = V/Conteo/Pendiente$) lo que depende de la cantidad recolectadas durante un determinado período de tiempo y el volumen del material testado por un medidor específico a una profundidad dada. La precisión para un medidor típico en la lectura de un minuto al momento de su fabricación es de aproximadamente ± 0.5 pcf (8kg/m^3) en dispersión trasera y ± 0.25 pcf (4kg/m^3) a 6" de profundidad con transmisión directa. La reducción de la precisión durante la vida útil del medidor (Aproximadamente 30 años) es insignificante.

Error de Aspereza de Superficie es causado por el flujo de fotones desde la superficie a los detectores a través del aire inmediatamente bajo el medidor. El error de aspereza de superficie a profundidad BS (dispersión trasera) es mucho mayor que por transmisión directa. El error de superficie normalmente se calcula tomando una lectura del bloque de roca calcárea directamente sobre el bloque y repitiendo la lectura con solo 0.05" (1.3mm) de separación de la roca (100% vacío de aire). La diferencia entre las mediciones, separado y pegado a la superficie es el error que se puede esperar del medidor en superficies ásperas, como asfaltos granuloso de base áspera. Llenar la superficie con cemento en polvo ayuda a reducir el error cuando se hacen mediciones en superficies ásperas.

Error de Composición Es causado por el efecto de las características del material en la densidad medida con el medidor. Dado que hay una atenuación de fotones por la composición química del material, las mediciones pueden ser afectadas en forma significativa por suelos cuya composición es significativamente diferente a la referencia con que el medidor fue calibrado. Este error muestra la cantidad de error que tendrá en sus mediciones al ir de un suelo a otro con composiciones de extremos diferentes. El error de composición se determina midiendo estándares calcáreos y granitos con densidades conocidas.

Estándares de roca calcárea y granito que son homogéneos se encuentran disponibles con composiciones que igualan la composición de la mayoría de los suelos. El error de composición para medidores nucleares se calcula con la siguiente ecuación.

$$CE = \frac{[(Limo(Medidor) - Limo(Actual)) - (Granito(Actual) - Granito(Medidor))]}{2}$$

Limo (medidor) y Granito (medidor) son los estándares de densidad medidos después que el medidor fue calibrado. Limo (actual) y Granito (actual) son los valores de densidad actuales del limo y granito. Este error indica la cantidad de error que Ud. va a tener en las mediciones cuando va de un suelo extremo a otro.

El error de Composición en la mayoría de los medidores puede ser minimizado mediante el adecuado filtraje del sistema de detección y/o ajuste de la distancia del

detector a la fuente . Aún cuando este error puede ser minimizado, cualquier ajuste para reducir este error puede causar un incremento en el error de superficie y reducción en la repetibilidad del medidor. Durante el diseño, es extremadamente crítico que la geometría del medidor sea optimizada para reducir todos los errores anteriores a un límite aceptable.

Humedad – La fuente de humedad tiene una vida media de 430 años y la reducción de la precisión de humedad es insignificante durante la vida útil del equipo.

Como se mencionó en secciones anteriores de este manual, hay dos asunciones que se hacen en la medición de humedad por el sistema de neutrones. Lo primero es que cualquier interacción entre la fuente y el material, se debe a la interacción del hidrógeno en la forma de agua. Lo segundo es que no hay elementos que absorban neutrones. En suelos típicos de construcción, el Boro en algunos suelos, el Cloro en suelos costeros y depósitos de Óxido Ferroso pueden ser encontrados en suficiente cantidad para afectar las lecturas. También, variación en hidrógeno atrapado en suelos gredosos pueden causar errores significativos en la medición de humedad y tienen que ser corregidos mediante las funciones adicionales el MENÚ.

El software del medidor contiene características que permiten corregir algunos de estos errores en la lectura. Refiérase a las funciones del Menú para más detalles en como corregir las lecturas de su medidor usando las funciones secundarias.

Intencionalmente en blanco

Capítulo 8 Mantención de Rutina y Resolviendo Problemas

Este capítulo cubre la mantención de rutina, como la prueba de fuga, la mantención del equipo y sus componentes y los problemas que se pueden presentar.

Procedimiento Prueba de Fuga.

La prueba de fuga es requerida por su licencia y se debe llevar acabo cada seis meses a no ser que su licencia indique otra cosa. Para hacer la prueba de fuga al Xplorer siga el siguiente procedimiento.

1. Coloque el equipo en posición de seguridad.
2. Remueva los cuatro tornillos del panel frontal y levante el panel.
3. Localice la etiqueta de radiación en el fondo el equipo.
4. Usando el InstroTek Leak Test Kit, part Número I100100 humedezca un algodón.
5. Frote la etiqueta con el algodón.
6. Reinstale el panel frontal y voltee el equipo hacia un lado.
7. Frote con el algodón la apertura de la fuente.
8. Introduzca el algodón en el plástico provisto en el kit.
9. Anote la información en el formulario provisto en el kit.
10. Despache el algodón y la información a InstroTek vía correo.
11. Ajuste los cuatro tornillos del panel frontal y almacene el equipo.

Mantenimiento de Rutina

Fuentes radiactivas

El Xplorer 3500 contiene dos fuentes radiactivas. Las fuentes no requieren mantenimiento. La pequeña fuente de Americio-241:Berilio está en el centro de la base del equipo rodeada de un blindaje de plomo. No intente remover esta fuente. La fuente de Cesio-137 se encuentra dentro de la barra que está adosada al mango. La fuente está colocada dentro de la punta de la barra. En la posición de seguridad (la manilla en lo mas alto) la fuente de Cs-137 está rodeada por un blindaje de tungteno. No intente remover la fuente de la barra.

Placa base

La mantención del área de la placa base es necesaria si los siguientes problemas ocurren cuando se usa el equipo.

Dificultad cuando se baja o sube la barra al empujar el mango o una cuenta inusual en las cuentas de densidad.

Esto es generalmente una indicación de que arena u otro material se ha depositado en la cavidad de la base del equipo y necesita limpieza y un poco de lubricante.

Importante: InstroTek usa y recomienda usar solo grasa Magnalube G en el equipo. Magnalube es una grasa en base a teflón que proporciona un mejor rendimiento en el entorno de trabajo en que son usados los equipos.

Magnalubo G es una marca registrada de SaunderEnterprises, Inc.
Teflón es una marca registrada de DuPont Company.

Procedimiento

1. Con la barra fuente en la posición de seguridad (SAFE) voltee el equipo, con la placa base a su derecha o su izquierda. (Esta posición previene exponerse innecesariamente a la radiación)
2. Examine la placa base. Limpie las cuatro cabezas de tornillo si es necesario para que sea fácil removerlas.
3. Usando un atornillador Phillips, remueva la placa base. Es normal ver evidencia de desgaste, de todas maneras, si existe una canaleta donde se desliza el blindaje deslizante es indicación de que la placa base necesita reemplazarse. Debe encontrarse un anillo raspador en la perforación de la placa base cuando la barra fuente se extiende, si el anillo se encuentra carcomido llame a InstroTek para conseguir un reemplazo.

4. Si una gran cantidad de suciedad se ha acumulado en la cavidad de la placa base, el anillo raspador está carcomido y debe ser reemplazado. Reemplace el anillo raspador removiendo el anillo retenedor con un atornillador chico. Es recomendable que el anillo raspador sea cambiado una vez al año o mas seguido dependiendo del uso. El anillo raspador se empuja fuera de la placa. Limpie totalmente la placa de suciedad e instale un anillo raspador con el anillo retenedor. Añada una capa de grasa donde el blindaje desliza.
5. Para remover el blindaje deslizante de tungsteno use un atornillador para empujar el blindaje afuera del resorte. Recuerde estar parado en el lugar donde se encuentra la manilla en posición de seguridad. Use un atornillador y un trapo para remover la suciedad de la cavidad del blindaje deslizante.

Precaución No use las manos para limpiar esta área.

Limpie el blindaje deslizante y el resorte, añada grasa a los costados, fondo y ángulo del blindaje y reinstale. Asegúrese de que el resorte esté centrado en la cavidad de manera que el bloque deslizante se mueva adelante y atrás.

Bujes de la barra fuente

1. Los bujes de la barra fuente necesitan una lubricación periódica con Magnalube. Las indicaciones son :dificultad para mover la barra arriba abajo o empastadura.
2. Para agregar grasa, remueva la cubierta superior, sacando los cuatro tornillos del fondo. Empuje la cubierta hasta el mango. Ud. No necesita sacar la cubierta. Es necesario amarrarla al mango para dejar el espacio abierto.
3. La grasera esta en la torreta. Añada Magnalube con una engrasadora manual. Dos o tres bombeos de grasa son suficientes. No fuerce grasa en la grasera si Ud. Encuentra resistencia.
4. Remueva cualquier grasa que ha salido afuera. Coloque la cubierta superior. No sobre aprete los tornillos.

Limpieza

La limpieza del equipo puede ser efectuada con un limpiador suave como ser 409 o un citrus cleaner como el GooGone. Nosotros no recomendamos usar gasolinas o diesel para limpiar, pues los químicos pueden dañar el plástico, las gomas y los materiales sintéticos. Si la base de aluminio se ensucia con asfalto, el WD-40 o el GooGone pueden removerlo. Evite que el asfalto ensucie las superficies de plástico y las empaquetaduras. Asegúrese de limpiar todo residuo antes de guardar el equipo.

Resolviendo problemas

Síntoma	Causa Probable
Medidor no se enciende	<ol style="list-style-type: none">1. Baterías muertas, recargue o cambie las baterías.2. Medidor con humedad en su interior, seque el interior del equipo.3. Cable plano dentro el medidor se encuentra defectuoso o no está conectado.4. Teclado con defecto.
Las mediciones de densidad incorrectas	<ol style="list-style-type: none">1. Chequear las constantes de calibración.2. Chequear el conteo estándar.
Conteos erráticos	<ol style="list-style-type: none">1. Problemas en el circuito, contacte con InstroTek.

Capítulo 9: Especificaciones y Apéndices

National and International Standards	ASTM D2922, D2950, D3017 AASHTO T310
Density Measurement Range	1120 to 2720 Kg/m ³ (70 to 170 lbs/ft ³)
Moisture Measurement Range	0 to 640 Kg/m ³ (0 to 40 lbs/ft ³)
Density Source	Cesium 137
Moisture Source	Americium 241: Beryllium
Density Source activity	370 MBq, 10 mCi
Moisture source activity	1.48 GBq, 40 mCi
Transport Index (TI)	0.5 mrem
BS Precision at 2000 Kg/m ³ , 125 lbs/ft ³	7.8 kg/m ³ (0.49 lbs/ft ³)
Direct Transmission Precision at 2000 Kg/m ³ (125 lbs/ft ³)	3.5 kg/m ³ (0.22 lbs/ft ³)
Moisture Precision at 240 Kg/m ³ (15 lbs/ft ³)	4.42 kg/m ³ (0.28 lbs/ft ³)
Composition Error BS	16 kg/m ³ (1.0 lbs/ft ³)
Composition Error Direct Transmission	13 kg/m ³ (0.8 lbs/ft ³)
Surface Error BS	48 kg/m ³ 3.0 lbs/ft ³)
Surface Error 150 mm (6") depth	16 kg/m ³ (1 lbs/ft ³)
Backlight Display	Yes
Internal Temp Monitoring	Yes
Shielding Materials	Lead, Tungsten and Cadmium
Top Shell	UV stabilized plastic
Batteries	Two set of 3 cell D size Nickel Cadmium
Base and tower	Aluminum
Source Rod and Handle	Stainless Steel
Index Rod	Stainless Steel
Operating Temperature (ambient)	-10° to 70° C (14° to 158° F)
Surface Temperature	170° C 338° F
Gauge Size	58.4cm x 36.8cm x 22.2cm (23"x14.5" x 8.75")
Weight	14Kg (31 lbs)
Shipping Weight	42 Kg (94 lbs)

Apéndice

Apéndice 1- Muestra genérica de una Guía de Despacho.

Apéndice 2- Muestra formulario de Emergencia.

Apéndice 3- Tabla del perfil de radiación del modelo Xplorer 3500.

**Appendix 1:
Hill of Lading**

**Shipper:
ABC Company, Inc.
3209 John Smith Rd.
Raleigh, NC 27617**

**RQ, Radioactive Material, Special Form, NON FISSILE OR FISSILE
EXPECTED, 7, UN 3332 Type "A" Package, Containing:**

**Cs-137, 370 MBq (10 mCi) Am-
241:Be, 1.48 GBq (40 mCi)**

Radioactive Yellow II Label, TI=0.5

*******EMERGENCY CONTAC*******

800-424-9300

**This is to certify that the above named materials are properly classified, described,
packaged, marked and labeled, and are in proper condition for transportation
according to the applicable regulations of the department of Transportation.**

**Shipper _____
(Signature)**

Perfil de Radiación Xplorer 3500 (mRem/Hr)

Gauge	Superficie			10 cm.			30 cm.			100 cm.		
	Gamma	Neutron	Total	Gamma	Neutron	Total	Gamma	Neutron	Total	Gamma	Neutron	Total
Lado Frontal	3.5	0.8	4.3	2.6	0.5	3.1	1.5	0.2	1.7	0.2	0.08	0.28
Lado Trasero	14	0.5	14.5	5	0.35	5.35	1.5	0.2	1.7	0.1	0.1	0.2
Lados Laterales	14	1.4	15.4	6.5	1	7.5	2.2	0.35	2.55	0.4	0.2	0.6
Lado Superior	5	1.1	6.1	2.5	0.9	3.4	1	0.5	1.5	0.05	0.1	0.15
Lado inferior	14	8	22	3	3	6	0.8	0.7	1.5	0.05	0.3	0.35
Manilla	0.1	0.15	0.25	0.05	0.1	0.15	0.08	0.1	0.18	0.05	0.1	0.15

Transport Case

Manilla	0.3	0.2	0.5	0.1	0.2	0.3	0.05	0.15	0.2	0.01	0.1	0.11
Lado Base Equipo	7.5	2.5	10	3	1.1	4.1	1.2	0.6	1.8	0.05	0.2	0.25
Lado Superior	7.5	0.35	7.85	2	0.25	2.25	1	0.18	1.18	0.05	0.1	0.15
Lado inferior	3	0.35	3.35	0.5	0.3	0.8	0.8	0.3	1.1	0.1	0.2	0.3
Lado Bisagra	6	0.4	6.4	3.5	0.3	3.8	1	0.25	1.25	0.1	0.15	0.25
Lado Cerradura	10	0.6	10.6	6.2	0.45	6.65	2	0.35	2.35	0.35	0.15	0.5

Notes:

1. Gamma measurements made with a Victoreen Model 492 Ionization chamber S/N 3695, calibrated 2/28/2005.
2. Neutron measurements made with a Snoopy Neutron Survey Meter Model NP-1 S/N 5018, calibrated 8/30/04.
3. Dose rates are for 10 (+/-10%) mCi Cs-137 gamma source and 40(+/-10%) mCi Am241:Be neutron source.

Chapter 10: Index

A		He3 Tube4, 49	Radioactivity.....29
Air Transport, Domestic45			Recall.....14, 15
Air Transport, International45		I	Reciprocity39
ALARA34		Index Rod58	Regulations.....36
ALPHA particles30		Isotopes.....29	Rem32
Atoms.....28			Reportable Quantity.....41
Auto Scroll.....14, 18, 26		J	Reset Button26
B		J-4526	Roentgen.....32
Backlight.....14, 19, 58			RS-232.....26
Backscatter.....6, 13		K	RSO.....14, 20, 36, 37
Bat Volt (Battery Voltage).....14, 25		Keypad.....4, 57	
Batteries.....3, 4, 58			S
Beta particles30			SAFE7
Bill of Lading.....44, 59, 60		L	Safety Plan.....37
Bottom Plate55		Labeling.....41	Serial Number.....14
C		LCD14, 19, 26	Set Units.....14, 19
Calibration50		LCD Backlight.....14, 19	Shipping Papers.....42
Calibration constants20		Leak Test36, 44, 54	Site Preparation11
Calibration Constants.....14		License.....36	SmartCharge.....3
Charger2, 4			Source Rod58
Cleaning.....56		M	Source Rod Bearings56
Composition Error51, 58		M (Moisture)10	Special Calibration14, 21
D		MA (Marshall).....9	Specifications58
DD (Dry Density)10		Maintenance39, 54, 55	Standard Count.....7, 8
Density.....48		Marking42	Stat Test.....14, 17
Density Error51		MC (Moisture Count)16	STD8
Density Offset.....14, 15		Memory Clear.....14, 20	Surface Error58
Depth6, 50		Moisture.....49	Surface Roughness Error.....51
Display Contrast26		Moisture Error52	Switches.....26
Disposal39		Moisture Offset.....14, 15	
Dosimetry37			T
Drift Test.....14, 17			Target.....9
E			Temporary Storage38
Elements28		N	Test Time.....5
Emergency Number43		Neutron particles.....30	Thinlayer Mode.....14, 24
Emergency Response.....43, 44, 59			Training37
Ezload Software.....20		O	Transfer38
G		Offset11, 14, 15	Transport Index58
Gamma rays.....30			Transportation.....40
Gauge Theory48		P	Trench Offset.....14, 15, 16
GM tube.....4, 48		Packaging41	Trouble Shooting.....57
H		Personal Monitoring37	
Half-Life31		PR (Proctor).....9	U
Handle.....58, 62			Units5, 14, 19
		Q	W
		Quality Factor.....32	WD (Wet Density).....10
		R	Y
		RAD.....32	Yellow II.....41, 44, 45, 46
		Radiation Profile.....59, 62	
		Radiation Safety32	
		Radiation Theory28	