

IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO
AGUSTÍN CODAZZI



Sistema de Gestión
Integrado
MIPG





Instructivo Instalación y Operación De Los Espectróradiómetros ASD FIELDSPEC4



1. OBJETIVO

Definir los pasos a seguir para la operación y uso del espectrómetro ASD FieldSpec 4 en desarrollo de actividades de campo y laboratorio para captura de firmas espectrales.

2. ALCANCE

El presente instructivo hace parte del procedimiento Captura y Procesamiento de Firmas Espectrales para el subproceso de Investigación e Innovación Aplicada. Este instructivo va dirigido a los servidores públicos y contratistas del Laboratorio Nacional de Espectroradiometría (LNE) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) que, en el marco de sus funciones u obligaciones, ejecuten actividades asociadas a la manipulación del espectroradiómetro FieldSpec4. Incluye, desde la instalación, verificación, mantenimiento y la visualización de datos en el software RS3 para los dispositivos ASD FieldSpec 4.

3. DEFINICIONES

- **Calibración:** Proceso de establecer la relación entre las indicaciones de un instrumento de medida y los valores conocidos de un patrón de medida. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012).
- **Condición de funcionamiento de referencia:** Condición prescrita para evaluar las prestaciones de un instrumento o sistema de medida. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012)
- **Error sistemático de medida:** Componente del error de medida que permanece constante o varía de manera predecible en mediciones repetidas. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012).
- **Error aleatorio de medida:** Componente del error de medida que varía de manera impredecible en mediciones repetidas. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012).
- **Medición:** Proceso de obtener experimentalmente uno o más valores que pueden atribuirse a una magnitud. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012).
- **Precisión de medida:** Proximidad entre las indicaciones o valores medidos obtenidos en mediciones repetidas del mismo objeto. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012).
- **Procedimiento de medida:** Descripción detallada de una medición basada en uno o más principios de medida. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012).
- **Trazabilidad metrológica:** Propiedad de un resultado de medida para ser relacionado con referencias establecidas. (Vocabulario Internacional de Metrología [VIM], 2012).

4. DESARROLLO

Las siguientes actividades se desarrollan en el programa RS³ con el computador portátil Lenovo X23, propio del espectroradiómetro. RS³ cuenta con licenciamiento del software en versión de escritorio. Los instrumentos y accesorios complementarios del espectroradiómetro ASD FieldSpec 4 se encuentran en el maletín de transporte marca Pelican™ adquirido con el equipo.

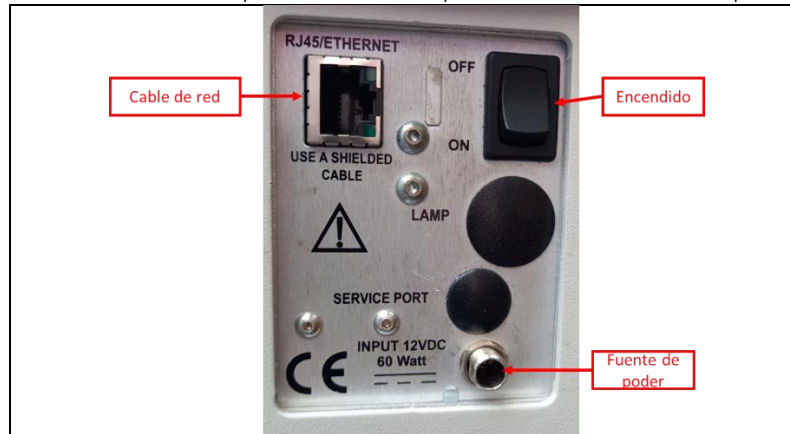
4.1. CONEXIONES Y ENCENDIDO

Verifique los elementos mínimos de la caja del espectroradiómetro para su uso:

- Espectroradiómetro ASD FieldSpec 4, con su cable de poder y red.
- Computador portátil Lenovo X23 con su cable de poder.
- Baterías (si se requieren usar) con sus cables de poder.
- Blanco de referencia.
- Lente magnificador para verificación de la fibra óptica (opcional).
- Maleta, bandeja de portátil, y demás accesorios para el transporte del espectroradiómetro y el computador portátil en condiciones de campo.

Ubique los equipos e instrumentos y conecte el espectroradiómetro ASD FieldSpec 4 a la fuente de poder (toma eléctrica o batería) y al portátil con el cable de red en los siguientes puertos:

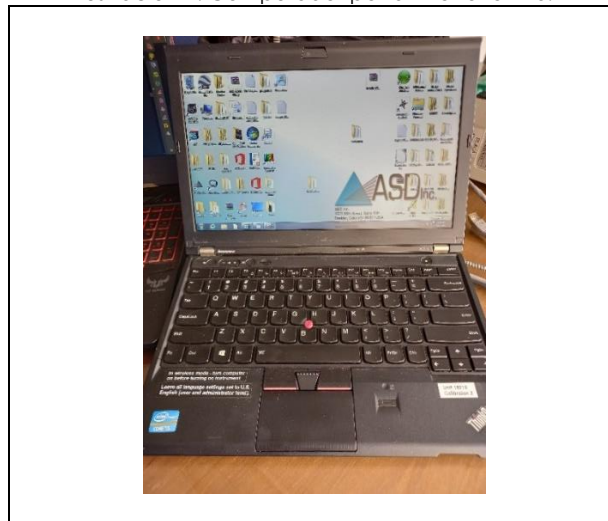
Ilustración 1: Puertos y conexiones del espectroradiómetro ASD FieldSpec4



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

El portátil Lenovo X23 está destinado únicamente a la operación de este espectroradiómetro, por lo que cualquier otro uso no es permitido ni recomendado. Este equipo no cuenta con usuarios registrados del IGAC y no requiere credenciales de acceso. Es fundamental mantener esta configuración sin realizar cambios en los usuarios o credenciales.

Ilustración 2: Computador portátil Lenovo X23.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Encienda el espectroradiómetro y manténgalo encendido por al menos 15 minutos para garantizar una temperatura óptima de operación antes de empezar a capturar las firmas espectrales.

4.2. VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LA FIBRA ÓPTICA

A diferencia de otros espectroradiómetros del laboratorio como los FLAME y RED TIDE, el ASD FieldSpec 4 tiene una fibra óptica fija que no se puede remover, salvo durante el mantenimiento por un laboratorio certificado. En el laboratorio del IGAC no se puede cambiar ni hacer mantenimiento a la fibra, pero se debe hacer la inspección para verificar su estado. Para eso se usa el lente magnificador que se encuentra en la caja del espectroradiómetro:

Ilustración 3: Lente magnificador para verificación de fibra óptica.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Inserte la fibra óptica en el lente magnificador:

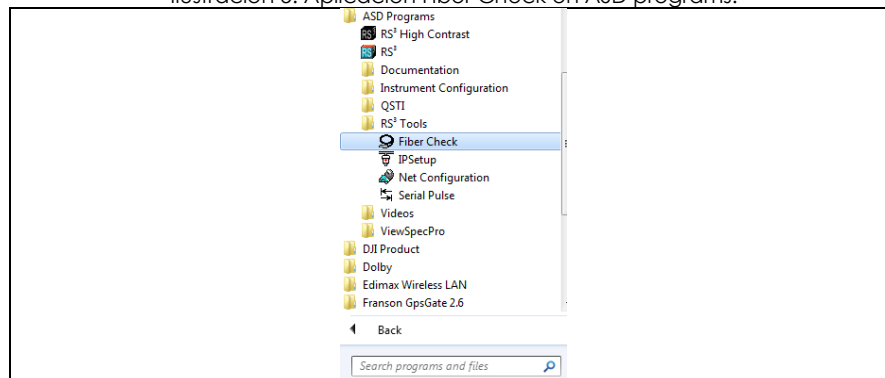
Ilustración 4: Inserción de la fibra óptica en el lente magnificador. Imagen del manual de ASD FieldSpec 4.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Cierre los programas del ordenador que pueden estar usando el espectroradiómetro (principalmente RS³). Tras la verificación, abra la aplicación "Fiber Check" que se encuentra en la siguiente ruta: [Inicio-Todos los programas-ASD programs-RS³ Tools](#)

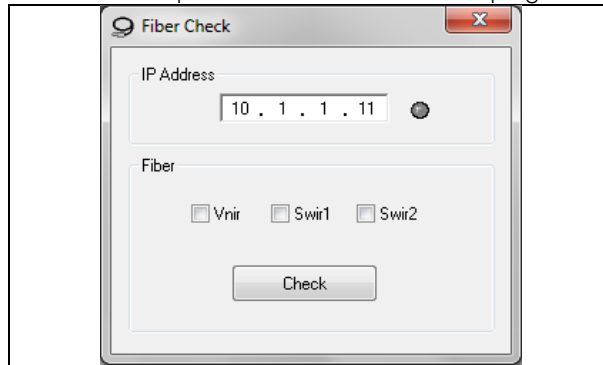
Ilustración 5: Aplicación Fiber Check en ASD programs.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Aparece ventana donde se indica la dirección IP del espectro radiómetro y tres casillas para la verificación de la fibra óptica:

Ilustración 6: Aplicación Fiber Check en ASD programs.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Las tres casillas corresponden a los tres sensores internos que componen el espectroradiómetro: uno para el VNIR (visible e infrarrojo cercano) y dos para los infrarrojos de onda corta (SWIR 1 y 2).

Nota:

Un cable de fibra óptica está compuesto por un número determinado de fibras ópticas internas que comunican la señal recibida al sensor. En espectroradiómetro ASD FieldSpec 4 el cable de la fibra óptica está compuesto por 57 fibras individuales, con 19 fibras dedicadas a cada sensor. Debido al uso extendido, el mal uso, la edad y el deterioro de la fibra óptica, las fibras individuales pueden romperse aumentando en un 5% el ruido de la señal por cada fibra rota. Unas pocas fibras rotas no representan un mayor problema cuando se mide reflectancia debido a que es una medición relativa, pero cuando el número de fibras rotas es muy alto el ruido en la señal es así mismo más alto, reduciendo la confiabilidad de las firmas espectrales.

Verifique el estado de las fibras, seleccione una de las tres casillas presentadas en la Ilustración 6 (se recomienda siempre verificar un sensor a la vez) para que se enciendan con una luz intermitente las fibras correspondientes, esto es lo que se inspecciona de forma visual en el lente magnificador:

Ilustración 7: Inspección de fibras con el lente magnificador. Izquierda: VNIR, centro: SWIR1, derecha: SWIR2.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

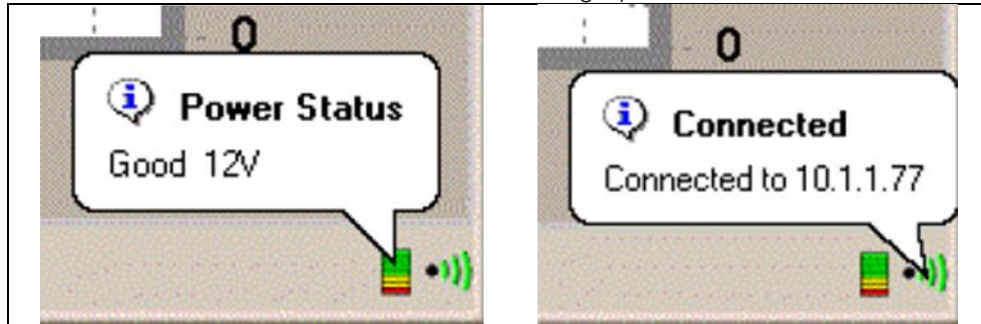
4.3. CAPTURA DE FIRMAS ESPECTRALES CON EL PROGRAMA RS³

El programa RS³ es el único programa que permite operar este espectroradiómetro. Otros programas similares como Ocean View no sirven para este equipo. Para poner en funcionamiento el programa RS³

comience desde el acceso directo en el escritorio o desde [Inicio - Todos los programas – ASD - RS3 - RS3.exe](#)

Verifique que haya establecido la conexión entre el espectroradiómetro y el portátil, lo que se puede observar en la parte inferior derecha de la ventana de RS³:

Ilustración 8: Visualización de estado de energía y conexión exitosa en RS³.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría.

En la Ilustración 8 (izquierda) se muestra cómo se visualiza el estado de la energía, indicando si hay suficiente carga en la batería (la cual tiene una duración aproximada de cuatro horas) o, si el dispositivo está conectado directamente a la toma eléctrica mediante la fuente.

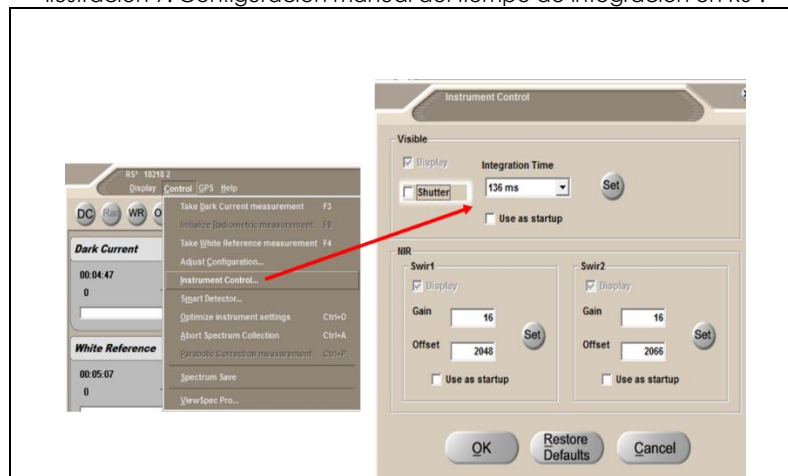
En la Ilustración de la derecha, se presenta el estado de conexión entre el portátil y el espectroradiómetro. Por defecto, esa es la dirección IP del espectroradiómetro cuando se conecta por wifi (10.1.1.77), en el caso de estar conectado por cable aparece un punto verde con dirección IP 10.1.1.11.

Si se presenta algún error, inconsistencia o carga insuficiente en la batería es necesario revisar las conexiones y reemplazar la batería.

4.3.1. CONFIGURACIÓN RS³ PARA LA CAPTURA DE LAS FIRMAS ESPECTRALES

Los aspectos básicos para configurar son el tiempo de integración y el número de firmas para promediar. El primero se puede definir de forma automática con la función de optimización de RS³. Así mismo, la Ilustración 9 presenta la forma manual de configuración en la ventana *Instrument control*.

Ilustración 9: Configuración manual del tiempo de integración en RS³.



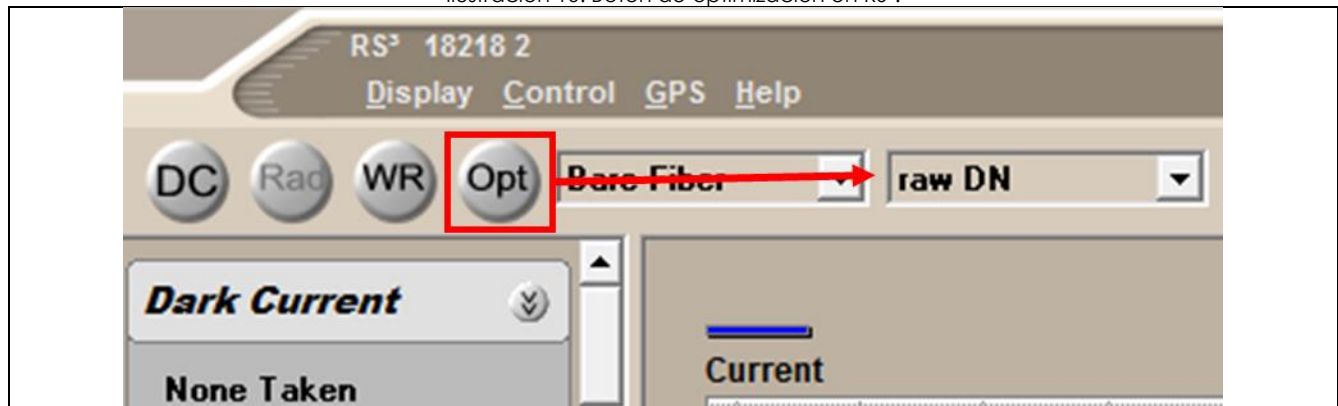
Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

En la imagen anterior se presenta un ejemplo de los valores de configuración luego de emplear la función de optimización, siendo recomendable dejar que el programa calcule el tiempo de integración óptimo en función de las condiciones de iluminación; no obstante, se debe revisar constantemente que este se encuentre dentro de un rango óptimo de operación. Lo anterior, teniendo en cuenta que, las condiciones de exposición de la muestra podrían cambiar de momento a momento y una sobre exposición de esta, puede requerir ajustar los tiempos de exposición de forma manual.

La función de optimización se inicia dando clic en el botón **Opt** en la parte superior izquierda del programa. Cuando se ejecuta, los valores de medición **raw DN** (valor crudo de los números digitales), cambian automáticamente a reflectancia luego de la medición del blanco de referencia.

Adicionalmente, se pueden convertir a otros valores (radiancia, derivadas...). En el programa ViewSpecPro se recomienda que siempre se esté trabajando en reflectancia:

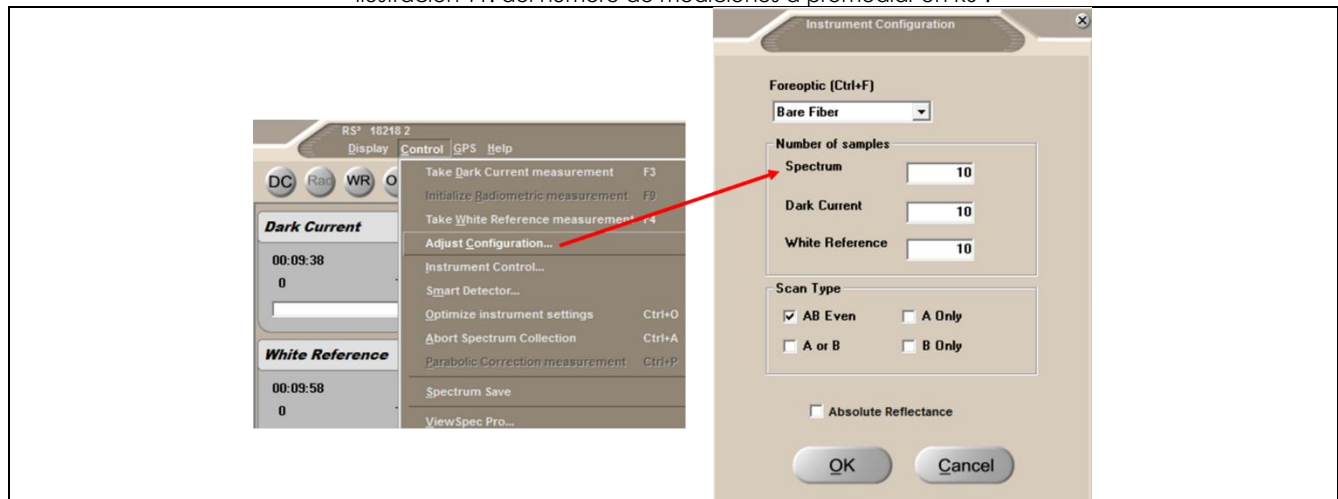
Ilustración 10: Botón de optimización en RS³.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Defina el número de firmas a promediar, esta configuración es crucial dado que influye en el ruido final en las firmas; en general, se recomienda como mínimo 10 mediciones a promediar para cada firma. Para esto, se debe dirigir a Control – Ajustes de configuración:

Ilustración 11: del número de mediciones a promediar en RS³.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

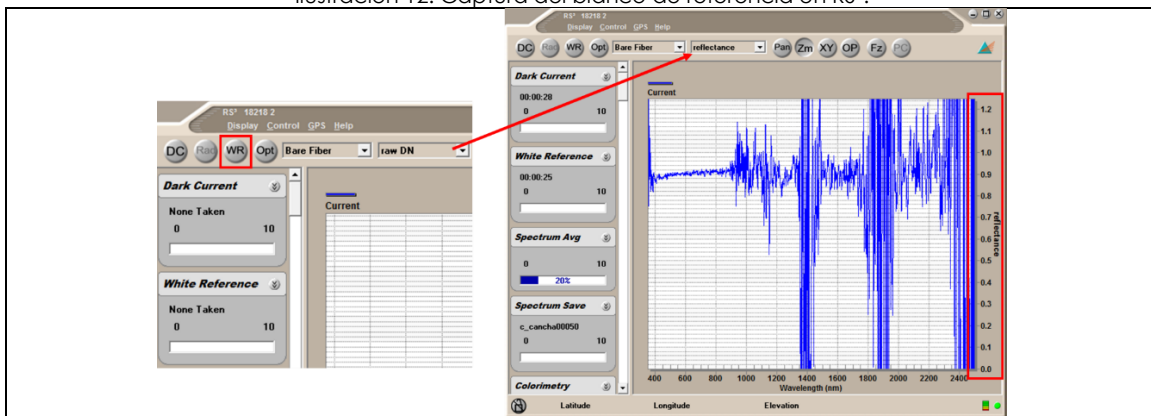
Mida los valores de blanco y negro de referencia (*white reference* y *dark current*) como parte de la calibración del equipo antes de tomar las firmas.

4.3.2. CALIBRACIÓN DEL UMBRAL DE MEDICIÓN A PATIR DE UN BLANCO DE REFERENCIA

La medición del blanco de referencia se realiza para calibrar el espectroradiómetro en función del mayor rango de iluminación incidente. Para mediciones en campo debe hacerse cada vez que cambien las condiciones de iluminación. En el laboratorio (en cuarto oscuro) cada 10 a 15 minutos o cuando cambien las condiciones del ensayo.

De Clic en el botón WR con la fibra apuntando al centro del blanco de referencia a una distancia mínima de 15 centímetros (dependiendo del tamaño del blanco de referencia):

Ilustración 12: Captura del blanco de referencia en RS³.



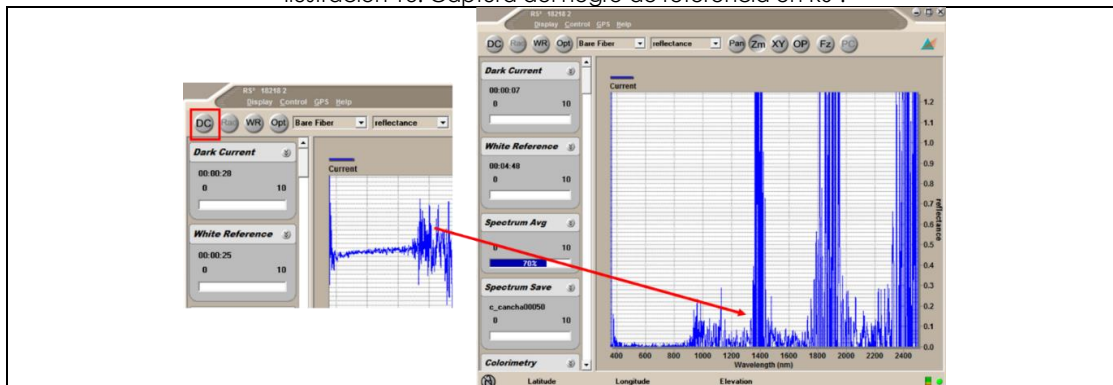
Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Luego de tomar el blanco de referencia, la unidad de medición debe ser reflectancia (puede comprobar con el eje de valore (x-y) en la parte superior de la ventana).

4.3.3. NEGRO DE REFERENCIA (DARK CURRENT)

El negro de referencia se mide con la finalidad de ajustar el valor de reflectancia y para minimizar el efecto de ruido sobre el detector (corriente oscura), generado a causa de la corriente eléctrica que atraviesa los detectores en el espectroradiómetro. Como se mencionó previamente, este tipo de equipos se ve mucho más afectado por este tipo de ruido. El negro de referencia se captura posteriormente al blanco de referencia, cada vez que sea necesario recalibrar el espectroradiómetro, de clic en el botón **DC** en la parte superior de la Ventana:

Ilustración 13: Captura del negro de referencia en RS³.



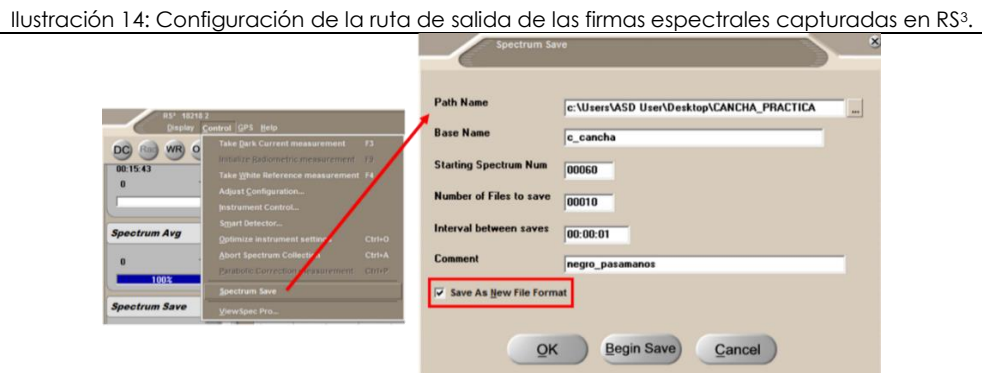
Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

La medición del negro de referencia se hace obstruyendo toda iluminación. La respuesta en el gráfico debe ser muy cercana a cero. En la Ilustración anterior los picos de reflectancia que saturan al 100% corresponden a las bandas sensibles al vapor de agua, por lo que es un comportamiento esperado, así como la respuesta en los extremos.

Las respuestas altas en las bandas restantes indican que la fibra puede estar siendo expuesta a iluminación directa o parásita en el momento de la calibración o que, pueden estarse presentando problemas con el espectroradiómetro. En el primer caso, hay que mejorar el aislamiento de la fibra óptica ante las fuentes de iluminación, y en el segundo, se debe verificar el estado de calibración y mantenimiento del equipo.

4.3.4. CAPTURA DE LA FIRMA ESPECTRAL

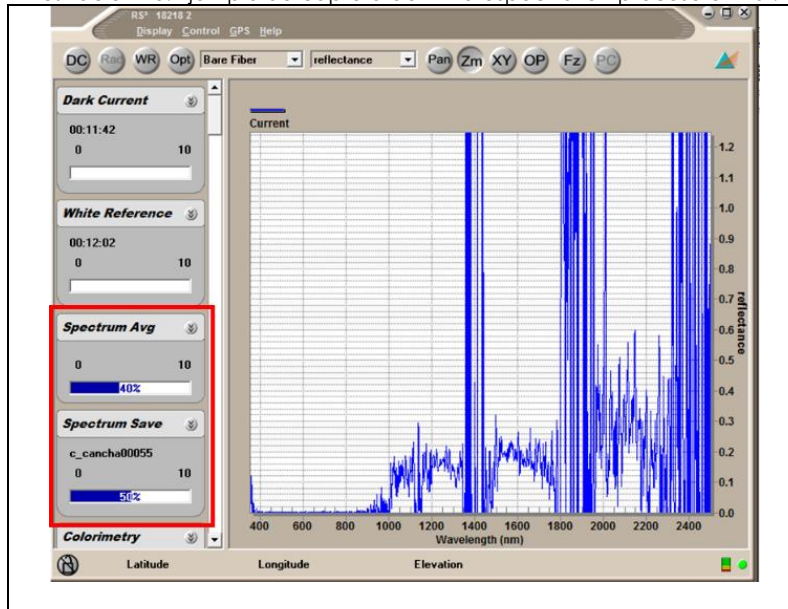
Luego de la Configuración y calibración del equipo, para capturar la firma se oprime la barra espaciadora, el archivo resultante se guarda en la carpeta de destino definida en Control - Spectrum Save:



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Defina el nombre base de las firmas y el valor autonumérico (para múltiples mediciones en un mismo ensayo), el Intervalo de guardado y otras opciones. No olvide activar la casilla de *Save As New File Format* para evitar dificultades en la transformación de valores y unidades de las firmas espectrales (como las conversiones entre irradiancia a reflectancia). Presione la Barra espaciadora para que el programa empiece a tomar el número de mediciones a promediar para crear una única firma espectral, así aparecerá una barra de proceso en *Spectrum Save*. El tiempo total de adquisición será equivalente al número de mediciones definidas por el tiempo de integración establecido en la configuración:

Ilustración 15: Ejemplo de captura de firma espectral en proceso en RS³.



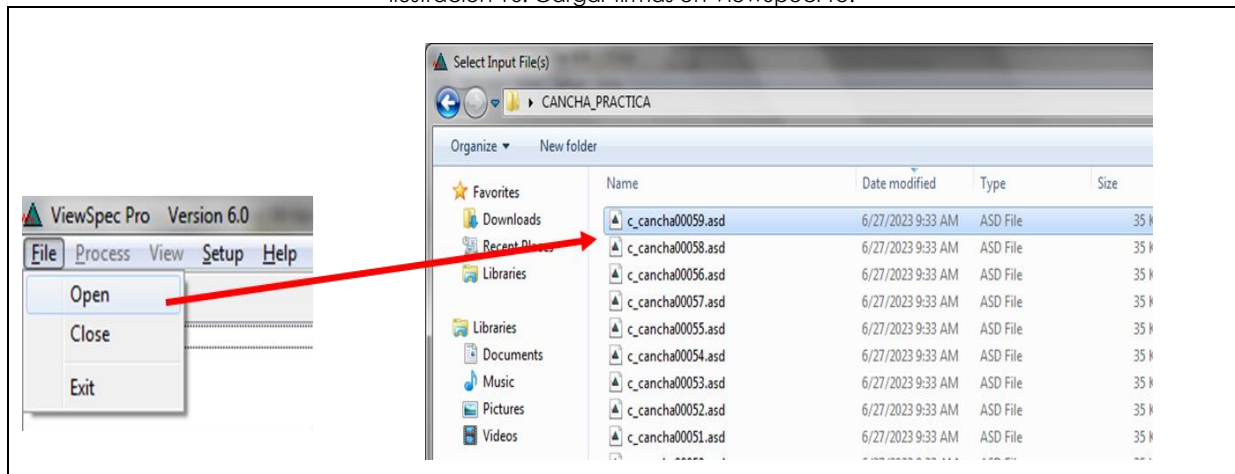
Fuente: Laboratorio de espectroradiometría

4.4. CONVERSIÓN DE FORMATO DE FIRMAS ESPECTRALES EN VIEWSPECPRO

Las mediciones realizadas se guardan en formato nativo .asd, siendo posible importarlas en programas como ENVI; sin embargo, para emplearlas en otro software como R, Excel o Python es necesario convertirlas a formato ASCII. Adicionalmente, estas firmas por defecto se guardan en valores de niveles digitales, por lo que es necesario en el momento de exportar convertirlas a reflectancia, para esto en el programa ViewSpecPro ([Inicio-Todos los programas-ViewSpecPro](#)).

cargue la firma(s) a la que se quiere cambiar el formato en [File-Open](#):

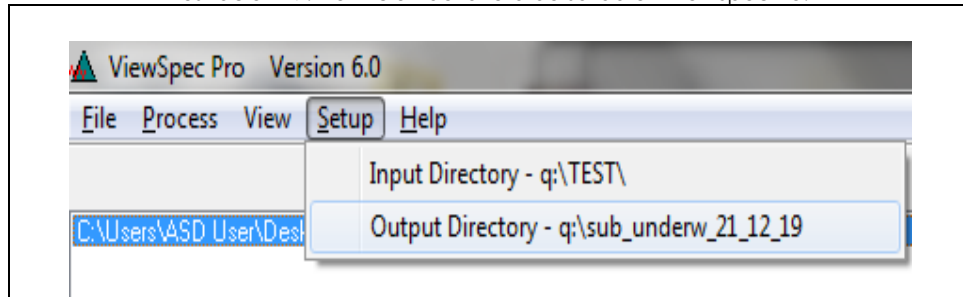
Ilustración 16: Cargar firmas en ViewSpecPro.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

De clic en open una vez seleccionadas y antes de cambiar el formato, defina la ruta de salida en Setup-Output Directory:

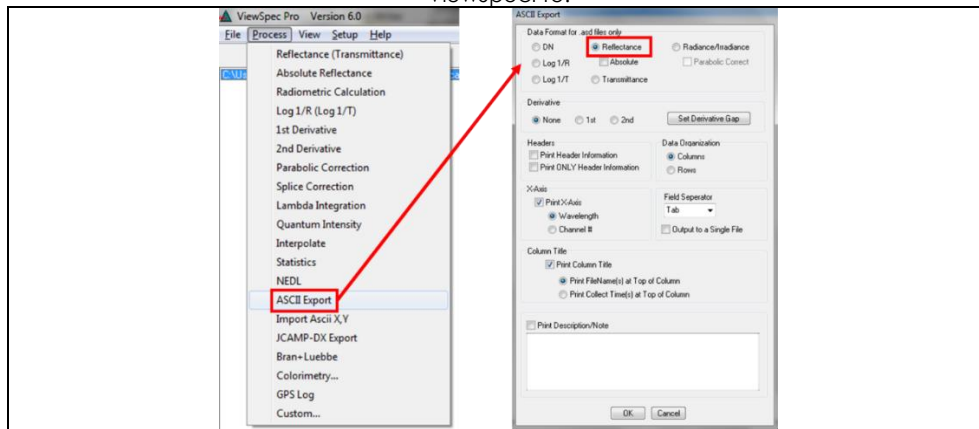
Ilustración 17: Definición de la ruta de salida en ViewSpecPro.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Defina la ruta de entrada, una vez cargadas las firmas seleccione y vaya a Process-ASCII Export, en la ventana emergente escoja la casilla de Reflectancia (unidad a convertir) y de clic en OK:

Ilustración 18: Exportar a ASCII y convertir firmas a unidades de reflectancia en ViewSpecPro.



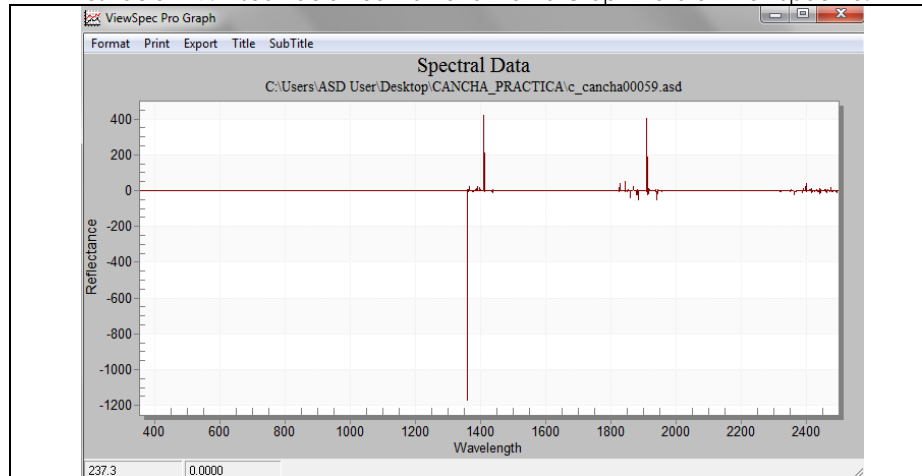
Fuente: Laboratorio de espectroradiometría

Tenga presente que no puede convertir una(s) Firma(s) a diferentes unidades solo porque el programa lo permita, esto depende de la forma en se han capturado las firmas y la configuración del equipo. En el caso de laboratorio de espectroradiometría solo abarca el proceso de medición de reflectancia. El programa ViewSpecPro tiene funcionalidades de visualización de firmas, donde se puede convertir las unidades de forma preliminar; sin embargo, esto no se recomienda por dos razones:

- ° Solo puede convertir una firma a la vez.
- ° No se pueden excluir las bandas malas ni reducir el ruido.

El siguiente es un ejemplo de visualización de firma espectral sin depuración:

Ilustración 19: Visualización con la herramienta Graph Data en ViewSpecPro.



Fuente: Laboratorio de Espectroradiometría

Puede observarse en la Ilustración anterior que la visualización de las firmas sin depurar no aporta mucha información, por lo que es mejor realizar esto en ENVI, R, Excel o cualquier otro software, cuando sea necesario.

4.5. CALIBRACIÓN, VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.5.1. CALIBRACIÓN

Debe realizarse por personal calificado y acorde al manual del fabricante, por lo cual deberá efectuarse en un laboratorio certificado y por personal capacitado como mínimo de manera anual, garantizando las condiciones óptimas para manipular el equipo. Para usar el equipo fuera de las instalaciones del IGAC, diligencie el formato vigente "Préstamo de Equipos y/o Elementos Devolutivos de Espectroradiometría" y salida por calibración y/o Mantenimiento.

4.5.2. VERIFICACIÓN RUTINARIA

Con el fin de garantizar la fiabilidad de las mediciones de campo y laboratorio, se establece como mecanismo de prevención y control, la verificación instrumental pre-campo y pos-campo. En todo caso, la verificación rutinaria del equipo no deberá ser superior a 2 meses para mantener un control del estado operativo de funcionamiento del instrumento, siguiendo los pasos a continuación:

- Realice el montaje campo/laboratorio como se describe en los instructivos "Instructivo Captura de Firmas Espectrales en Campo" e "Instructivo Captura de Firmas Espectrales en Laboratorio" donde dependiendo de las condiciones de iluminación existentes se escoge alguna de sus dos formas (campo/laboratorio).
- Diligencie en el formato vigente "Verificación de Espectroradiómetros" para cada uno de los equipos con las referencias de este instructivo. Tenga en cuenta:
 - Verifique la buena condición física de los equipos, sin marcas de golpes u los elementos completos
 - Limpie el equipo de polvo u otras condiciones que puedan ser adversas a la toma de la muestra de espectroradiometría.
 - Tome la medición de los estándares del Blanco y Negro existentes en el Laboratorio
 - Compare las curvas encontradas en el momento de la medición con lo establecido en el manual del fabricante. Adicionalmente tome cinco (05) firmas espectrales para el soporte de la medición realizada.
 - Aislé los equipos que posean una mala información en la verificación rutinaria para posteriormente ser enviado a Calibración.

- En caso de identificar comportamientos espectrales anómalos en el rango operativo del equipo y/o de alguno de sus componentes, deberá programarse el mantenimiento del equipo contemplando lo indicado en el numeral 5.3 del presente documento.

4.5.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO/PREVENTIVO ESPECIALIZADO.

El mantenimiento de los componentes funcionales, electrónicos y mecánicos de este equipo solo puede ser realizado por personal calificado, por un proveedor certificado por el fabricante para en este tipo de equipos. Por cualquier daño o falla, se deberá remitir el equipo al proveedor, donde debe tener en cuenta los siguientes ítems:

- Revisión interna del espectroradiómetro (condiciones de los prismas y componentes mecánicos y electrónicos).
- Limpieza interna de componentes y verificación de parámetros de funcionamiento de componentes y accesorios.
- Reemplazo o ajuste de piezas, componentes y accesorios (solo mantenimiento correctivo).
- Mantenimiento general de limpieza.
- Verificaciones de longitud de onda y exactitud del equipo.
- Actualización de Firmware.
- En el informe debe especificar el método de calibración/verificación incluyendo el material utilizado.
- Informe de necesidad de repuestos según revisión del estado del equipo (si es necesario).

4.6. BIBLIOGRAFÍA

JCGM. (2012). Vocabulario Internacional de Metrología: Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (3ª ed.). Centro Español de Metrología (CEM). Recuperado de <https://www.cem.es>

5. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
31/12/2024	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Se adopta como versión 1 por corresponder a la creación del documento. Emisión Inicial Oficial. ◦ Hace parte del proceso de Gestión del Conocimiento Aplicado, del subproceso de Investigación e Innovación Aplicada. ◦ Se crea el instructivo "Instalación y Operación de los Espectroradiómetros ASD FIELDSPEC4 código IN-IIA-PC02-04, versión 1. ◦ Se encuentra asociado al procedimiento Captura y Procesamiento de Firmas Espectrales. 	1

ELABORÓ Y/O ACTUALIZÓ	REVISÓ TÉCNICAMENTE	REVISÓ METODOLÓGICAMENTE	APROBÓ
<p>Nombre: Nelson Andrés Nieto Valencia.</p> <p>Cargo: Contratista. Dirección de Investigación y Prospectiva.</p> <p>Nombre: Manuel García Lancheros.</p> <p>Cargo: Contratista. Dirección de Investigación y Prospectiva.</p>	<p>Nombre: Ricardo Edilberto Cepeda.</p> <p>Cargo: Profesional Especializado. Dirección de Investigación y Prospectiva.</p> <p>Nombre: Alexander Páez Lancheros.</p> <p>Cargo: Profesional Especializado. Dirección de Investigación y Prospectiva.</p>	<p>Nombre: Martha Patricia Ramírez.</p> <p>Cargo: Profesional Especializado. Dirección de Investigación y Prospectiva.</p> <p>Nombre: Cesar Augusto Buitrago López.</p> <p>Cargo: Contratista. Oficina Asesora de Planeación.</p>	<p>Nombre: Johan Andrés Avendaño. Arias.</p> <p>Cargo: Director de Investigación y Prospectiva.</p>