

## **"Análisis Espectral en la Teledetección Espacial: Uso del Espectrómetro StellarNet EPP2000"**

### **Objetivos del Taller:**

- Familiarizar a los estudiantes con los principios básicos de la teledetección espacial y la espectrometría.
- Enseñar a los estudiantes cómo operar el espectrómetro StellarNet EPP2000.
- Aplicar los conocimientos adquiridos para analizar datos espectrales en el contexto de la teledetección espacial.

### **Materiales Necesarios:**

- Espectrómetro StellarNet EPP2000
- Computadoras con software de análisis espectral compatible.
- Muestras de suelo, vegetación y agua.
- Material de referencia sobre teledetección espacial y espectrometría.

### **Agenda del Taller:**

- Introducción a la Teledetección Espacial y la Espectrometría (30 minutos)
- Presentación de los conceptos básicos.
- Discusión sobre la importancia de la espectrometría en la teledetección.
- Manual Manejo del Espectrómetro StellarNet EPP2000 (1 hora)
- Descripción y funcionamiento del equipo.
- Calibración del espectrómetro.
- Colecta y análisis de datos espectrales básicos.

Los estudiantes, en grupos del taller 4, recogerán y analizarán datos espectrales de diferentes muestras usando el espectrómetro y deberán realizar el Análisis y Discusión de Resultados, Comparación y discusión de los resultados obtenidos, Reflexiones sobre cómo los datos espectrales pueden ser utilizados en la teledetección espacial.

**Recursos Adicionales:**

Calibrar el espectrómetro StellarNet EPP2000 y coleccionar datos son procesos cruciales para obtener resultados precisos en las mediciones espectrales. Aquí se detalla un procedimiento general que podría seguirse, aunque es importante tener en cuenta que la operación exacta podría variar ligeramente dependiendo del software específico y las configuraciones del sistema que se estén utilizando:

**Calibración del Espectrómetro:****Preparación:**

Asegúrese de que el espectrómetro esté conectado correctamente a la computadora.

Abra el software de operación del espectrómetro.

**Calibración de Oscuro:**

Cubra la entrada del espectrómetro para bloquear toda la luz.

En el software, seleccione la opción para realizar una calibración de oscuro (a menudo etiquetada como "Dark Calibration" o similar).

Siga las instrucciones en pantalla para completar la calibración de oscuro.

**Calibración de Luz:**

Retire la cobertura de la entrada del espectrómetro.

Utilice una fuente de luz de calibración que tenga una intensidad y espectro de luz conocidos.

En el software, seleccione la opción para realizar una calibración de luz (a menudo etiquetada como "Light Calibration" o similar).

Siga las instrucciones en pantalla para completar la calibración de luz.

**Verificación:**

Verifique que la calibración se haya realizado correctamente revisando los valores y gráficos proporcionados por el software.

Colecta de Datos:

- Preparación de la Muestra:

Coloque la muestra de interés en una posición donde pueda ser iluminada uniformemente.

- Configuración del Espectrómetro:

Asegúrese de que el espectrómetro esté calibrado correctamente.

Ajuste los parámetros de medición en el software según sea necesario (por ejemplo, el tiempo de integración).

- Medición:

Ilumine la muestra y asegúrese de que la entrada del espectrómetro esté correctamente alineada con la muestra.

Inicie la medición en el software y permita que el espectrómetro recopile los datos.

- Análisis de Datos:

Una vez que se hayan recopilado los datos, utilice el software para analizar los espectros obtenidos.

Identifique características importantes, como picos y valles en el espectro, y relacione estos datos con las propiedades de la muestra que está investigando.

- Guardado de Datos:

Guarde los datos recopilados en un archivo para su análisis posterior o para compartirlos con otros.

*Este procedimiento proporciona una visión general de cómo uno podría calibrar el espectrómetro StellarNet EPP2000 y recopilar datos. Es crucial seguir las instrucciones del fabricante y las mejores prácticas establecidas para garantizar la precisión y la confiabilidad de los datos recopilados.*

### Sugerencias Actividad:

1. Descripción del espectro radiómetro y sus partes:



2. Montaje e Instalación del espectro radiómetro
3. Desarrolle teóricamente el procedimiento para la captura de firmas espectrales
  - 3.1. Referencia al blanco
  - 3.2. Referencia al negro
  - 3.3. Nivel digital (ND)
  - 3.4. Reflectancia/Transmitancia
  - 3.5. Tiempo de integración
4. Proceso de validación de trabajo en campo
  - 4.1. Descripción de los objetos a ser muestreados
  - 4.2. Métodos para el levantamiento de información espectral
    - 4.2.1. Delimitación de áreas
    - 4.2.2. Cálculo de la población y determinación del tamaño muestral<sup>1</sup>
    - 4.2.3. Distribución de las muestras
5. Captura de información espectral
  - 5.1. Comprobar conexión
  - 5.2. Configuración para la toma de datos
  - 5.3. Opción de Reflectancia
  - 5.4. Configuración de la toma de muestra
  - 5.5. Referencia al negro y al blanco
6. Post-proceso de firmas espectrales (oficina)
  - 6.1. Almacenamiento de Firmas Espectrales.
  - 6.2. Metadato Espectral (Figura 1)

<sup>1</sup> El estudiante define estadísticamente como determina el tamaño muestral (Levin & Rubin, 2004)

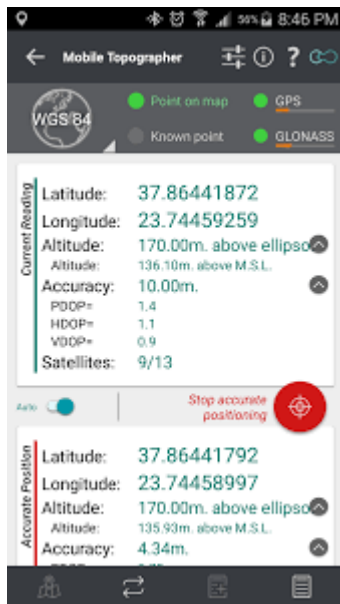
### 6.3. Resultados de las capturas

## 7. Informe con estructura final del proyecto

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION ESPECTRAL			
1.1 Espectro Radiometro			
1.2 Operador			
1.3 Fecha de Muestreo			
1.4 Hora			
1.5 Objeto Muestreado			
1.6 Descripción			
<div> <div></div> <div></div> </div>			
2.1 Ubuación	CoorX	CoorY	Altitud
3.1 FOTO	1.7 Campaña Codigo	3.2 FOTO 2	
	1.8 Firma N°		
Condiciones Meteorológicas	Estacion mas cercana	Obseación en campo	
4.1 Temperatura			
4.2 Humedad			
4.3 Nubosidad			
4.4 Radiación Solar			
4.5 Heliofania			

*Figura 1. Metadato Espectral*

Se sugiere usar herramientas móviles para esta actividad como:



**Mobile Topographer**



**UAV Forecast**

### SpectraWiz and StellarPro Software for Windows

The StellarNet Software Installer below contains SpectraWiz V6.32 and StellarPro V2. Upon download, a wizard will guide you through the installation process. You may install both desktop programs together or simply choose to install your favorite. Most all current spectrometers are supported by this installation package.

**StellarNet Software Installer.exe** ↓



For High Resolution spectrometers marked T3 on the bottom label, please use SW\_Setup\_T3.exe for SpectraWiz V7.

**SW\_Setup\_T3.exe** ↓

For anything older than your car (~2010), please use our SpectraWiz V5.33 legacy installation.

**SWLegacy\_Setup.exe** ↓

**\*Note:** All of the setup executables above will automatically install both the StellarNet Drivers and Software together in one step. If you are using an older version of Windows or are having difficulties with the auto-installer, please manually install the StellarNet drivers **first** before installation of SpectraWiz Software *\*[Instructions for Spectrometer Installation](#) requires right click "Run as Administrator" for executables. (separate manual driver and install files located [SWDrivers-zAP+Install.zip](#))*

### StellarPro Software for Mac and Linux

For all new spectrometers, try our new StellarPro V2. Combining features of your favorite SpectraWiz software with advanced tools and an App style interface, be prepared to have your mind blown. If you would like to use Windows, please use the StellarNet Software Installer above.

[StellarPro V2 - Mac \(Apple\) ↓](#)[StellarPro V2 - Mac \(Intel\) ↓](#)[StellarPro V2 - Linux ↓](#)[StellarPro V2 - Feedback and Bug Reports !\[\]\(96cc62f861fdd6e50510c0224a756dff\_img.jpg\)](#)



## **1. PROCEDIMIENTO PARA LA CAPTURA DE FIRMAS ESPECTRALES**

Antes de proceder a explicar el procedimiento para la captura de información espectral es necesario que se describan algunos términos a manera de glosario para este tema en particular:

**Referencia al blanco:** Una referencia al blanco significa que en el modo de lectura de Transmitancia/Reflectancia (dentro del software SpectraWIZ), son requeridos estos valores, con la lógica que un blanco de referencia siempre reflejara el 100 de la energía incidente en ese momento, por lo que con diferentes condiciones de luz siempre será necesario que se actualice la referencia al blanco, más o menos vendría a ser la calibración del equipo para las condiciones del momento a la hora de capturar información espectral.

**Referencia al negro:** Una referencia al negro junto con la referencia al blanco marca un punto de partida de encendido del equipo, por lo general las variaciones de referencia del negro comparadas con el blanco no son significativas. Para realizar esta función se deberá obstruir toda posibilidad de ingreso de energía al sensor.

**Nivel digital:** Conocidos como "ND" en inglés, este término corresponde a las lecturas en bruto del sensor y que transmite al computador, estos valores no tienen una unidad de medida, no representan la firma como tal, sino simplemente corresponden a la señal original que luego será interpretada y traducida por el software para darnos valores de reflectancia, o absorbancia, o cualquier otra opción de medición que necesitemos.

**Reflectancia/Transmitancia:** Dentro del software especializado SpectraWIZ, podremos escoger diferentes funcionalidades, sin embargo, la que nos interesa son las lecturas de reflectancia, conocidas también como transmitancias. Estos valores de reflectancia se expresan en porcentaje o en una escala referente a uno, y son el resultado de la relación entre el total de la energía incidente dividido para la energía total reflejada.

**Tiempo de integración:** Comparado con una cámara fotográfica, el tiempo de integración correspondería a la apertura del lente para que ingrese la luz al sensor que captura la foto, de igual manera el tiempo de integración es de vital importancia para evitar saturaciones en las lecturas de energía, por lo que a menor tiempo de integración son lecturas más rápidas y transmite inmediatamente la cantidad percibida, sin embargo si existiera un aumento de energía, esto podría ocasionar que el sensor se sature por lo que con tiempos de integración más amplias permitimos que el sensor realice promedios antes de enviar su señal.

La unidad de media del tiempo de integración son milisegundos por lo que se traduce en el periodo de tiempo que le permitimos al equipo hacer promedios de lecturas antes de ser enviadas al computador.

## 2. CAPTURA DE INFORMACIÓN ESPECTRAL

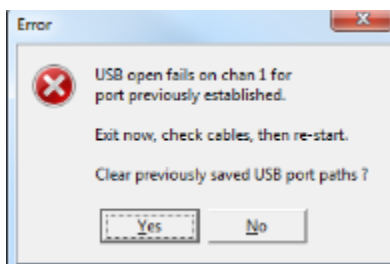
Una vez explicados algunos términos procederemos a explicar cuál es la secuencia de pasos para capturar información espectral, con ayuda del software SpectraWIZ V7. Luego de realizar todo el proceso de montaje del equipo deberemos proceder de la siguiente manera:

### a. Paso 1.- Comprobar conexión.

Una vez conectados los espectro-radiómetros al computador deberemos comprobar que los leds verdes se hayan encendido correctamente. Luego se inicia el programa previamente instalado SpectraWiz, cuando realizamos esta acción por primera vez deberemos observar una ventana emergente que nos indicara que se han detectado dos puertos USB y que se han generado dos rutas de acceso, caso contrario si no se observa dicho mensaje es probable q existe algún error de comunicación.

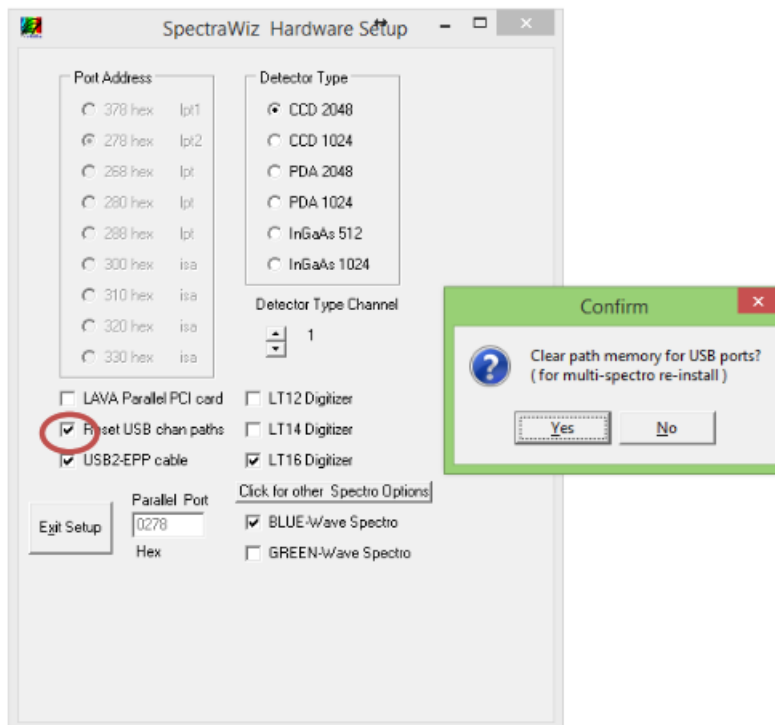


Es necesario mencionar que el software guarda una ruta específica para cada puerto USB en relación con el radiómetro, por lo que en caso de que, en una siguiente ocasión, no se conectan los espectro-radiómetros en los mismos puertos, generaran errores e incoherencias en las lecturas.









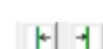




En caso de que suceda este error se deberá cerrar el programa, desconectar los cables USB, e ingresar al software, esta vez nos dirigimos a la pestaña "Setup" y luego la opción "Interface port and detector", ahí una vez más se desplegará una ventana emergente donde nos permite resetear las rutas de los puertos, por lo que deberemos tildar la opción "Reset USB chan Paths", siguiendo el proceso se nos brindará la opción de confirmar el reseteo de las rutas a lo cual aceptamos pulsando "YES".

Hay que considerar que para que las configuraciones tengan efecto se deberá cerrar el programa nuevamente. Concluyendo este punto deberemos conectar los puertos USB, constatar que los leds verdes estén encendidos e iniciar el programa SpectraWiz.

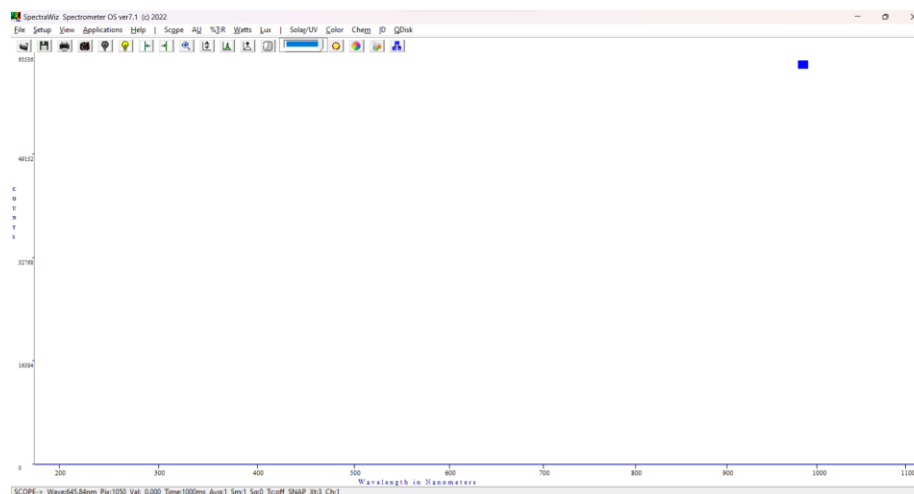


## **b. Paso 2.-Configuración para la toma de datos**

Dentro de todas las opciones que nos brinda SpectraWiz, se detalla a continuación únicamente las que usaremos para capturar respuestas espectrales en vegetación.

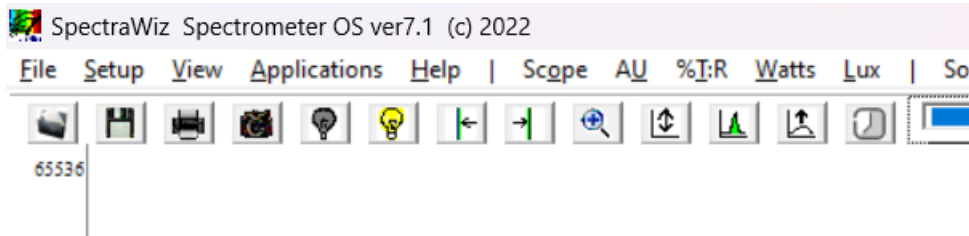
	Botón de Abrir archivos, nos permite buscar dentro de un árbol de carpetas, archivos con información espectral.
	Botón Guardar
	Botón Imprimir
	El botón Snapshot, nos captura una imagen instantánea que se esté visualizando, para liberar el snapshot, damos clic en "run".
	Este botón tiene una función extra ya que nos permite hacer capturas de pantalla.
	El botón guardar espectro negro nos permite realizar la calibración al negro para capturas de reflectancia. Al dar un clic izquierdo calibramos al negro y al dar un clic derecho liberamos el negro, para continuar con la calibración.
	Los botones de movimiento de datos nos permiten colocar una línea a lo largo de las mediciones y nos permiten leer valores de reflectancia en sitios específicos.
	El botón de zoom nos permite ajustar la vista
	El botón de auto escala nos permite ajustar la escala automáticamente a las lecturas, para su mejor visualización
	Los botones para la Integración de tiempo, permiten ajustar los valores en milisegundos acorde a las condiciones de capturas de información, ayudándonos a evitar saturaciones del sensor.
	Las opciones de medición solar, color, y métodos químicos, son utilidades adicionales para el espectro radiómetro.

Todas las opciones mostradas en la Tabla: Principales opciones del software SpectraWiz, se encuentran disponibles a la fácil visualización en el entorno del software.



### c. Paso 3.- Opción de Reflectancia

Debemos escoger la opción propia de medidas de reflectancia, esta opción la podemos encontrar en la barra de menús con el nombre "%T:R".



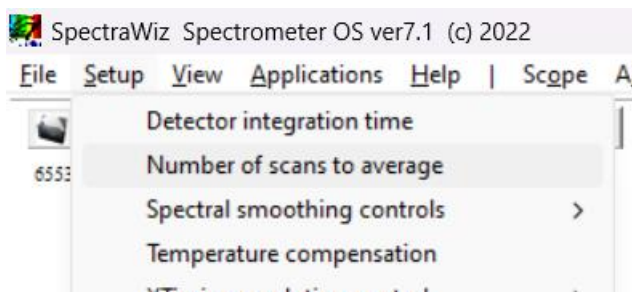
### d. Paso 4.- Configuración de la toma de muestra

Luego de escoger la opción para medidas de reflectancia "%T:R", deberemos proceder con la configuración de la toma de muestra, por lo que ajustamos el tiempo de integración, y el número de promedios de la toma según las recomendaciones dadas por StellarNet.

Recommendations	
Integration Time	Sample Average
1-100ms	10
100-500ms	5
500+ms	3


Fuente: StellarNET


O en su defecto hasta familiarizarse con la toma de datos se recomienda ajustar un tiempo de integración de 50ms y 5 promedios, además que en caso de que se llegue a saturar se deberá aumentar el tiempo. Para ajustar estas características debemos dirigirnos a la barra de menús opción "Setup", e inmediatamente podremos observar las opciones de "Detector integration time" y "Number of scans to average", en ambos casos deberemos seguir las instrucciones consiguientes.



Cabe mencionar que luego de que se ejecuten cambios en la programación para la captura de información siempre deberá realizarse referencias a negro y a blanco, proceso que se describe a continuación.

**e. Paso 5.- Referencia al negro y al blanco.**

Para calibrar el equipo a las condiciones de luminosidad del momento se deben realizar las referencias al negro y al blanco. La referencia al negro consiste en una encerada del sistema para evitar ruidos adicionales, esta referencia se la realiza luego de obstruir la entrada de luz a la fibra, para esto se dispone de los cauchos de protección de fibra que resultan convenientes en este proceso, para esto presionamos con clic izquierdo en el botón con el bombillo  negro, a continuación deberemos presionar el mismo botón con la diferencia de tener cuidado de presionar el botón derecho del ratón, lo cual permite la liberación del espectro.

Luego de este proceso procedemos a realizar la segunda calibración, la cual corresponde a la referencia al blanco, para esto deberemos usar la bombilla de color  amarilla, para la toma de esta referencia se debe liberar el caucho de protección y ubicar una referencia de blanco, lo ideal debería ser poseer un blanco de referencia, sin embargo, para fines funcionales se puede usar hojas de papel bond completamente blancas.

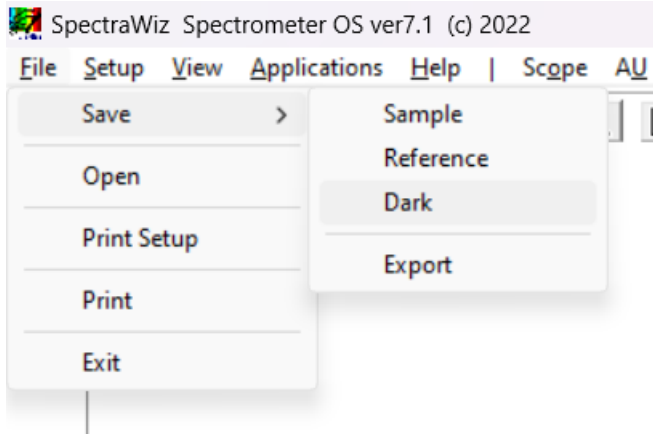
La forma de capturar la referencia al blanco consiste en que deberemos exponer la hoja de papel bond al sol y con el debido cuidado de no proyectar sombra, procedemos a apuntar con el extremo de la fibra, es en esta situación que se deberá presionar el botón con la bombilla amarilla y finalmente quedará listo el sistema para recolectar información espectral.

No hay que olvidar lo que capturamos es información espectral y que para obtener la firma espectral como tal es necesario que esta información sea sometida a un post proceso en una hoja de cálculo, por lo que como insumos para la hoja de cálculo necesitamos tener capturada la referencia al blanco y al negro.

Para guardar una captura espectral deberemos dirigirnos a la barra de menús en la opción "File", luego escogemos la opción "Save", consecuentemente "Sample", y se abrirá una ventana de exploración direccionada por defecto a C:\Program Files\Stellarnet\SpectraWiz, en donde sugerimos crear una carpeta para cada campaña espectral, codificada de manera que nos resulte fácil nombrarla e identificarla.

Es importante obstruir la fibra con el tapón de caucho y capturar la referencia al negro como una muestra, luego destapamos la fibra y apuntamos a la hoja de papel blanco, con el cuidado de que no se produzca sombra y capturamos la referencia al blanco, luego procedemos a capturar la muestra del objeto del cual se quiere capturar información espectral.

Repetimos esta actividad por el total de sub-muestras y muestras capturadas, considerando que si las condiciones de luz cambian drásticamente se tendrá que realizar nuevamente las calibraciones al blanco y al negro.



### **3. Proceso de validación en campo**

#### **a. Descripción de los objetos a ser muestreados.**

Una vez conocida la forma de como capturar datos espectrales con el espectro radiómetro de marca StellarNet, se nos presenta difícil capturar información espectral de coberturas espectrales de alturas considerables, además de coberturas con difícil acceso como puede ser lagos o lagunas, por lo que para la actividad del taller la metodología busca coberturas de suelo con poca altura es decir que no superen 1,50 metros.

#### **b. Métodos para el levantamiento de información espectral**

Para la correcta utilización del espectro radiómetro es necesario contar una metodología que nos guíe en campo para capturar información espectral. Por lo tanto, con base a las capacidades y limitaciones de nuestro equipo se propone elaborar una metodología que permita la captura de información espectral para coberturas de suelo inferiores a 1.50 metros.

Una vez conocido cual es el procedimiento para la captura de información solo nos queda enfocarnos en el estudio del área a muestrearse y en la forma de capturar la información. Para obtener una firma espectral de una cobertura de suelo que represente un área determinada, en base a las experiencias recolectadas, aprendidas y realizadas se propone realizar la siguiente metodología con el fin de determinar un área a ser muestreada. Es necesario diferenciar los pasos secuenciales tanto para el campo como para la oficina.

##### **i. Primer paso (campo).- Delimitación de áreas.**

Se debe identificar el área dentro del campus universitario, dentro de la cual se recopilará información existente, como linderos, ortofotos, accesos viales y usos que se han estado

dando a la universidad. Se debe apoyar de información publicada en medios como IDESC, Google Maps, y si es necesario datos solicitados a la universidad para completar el ejercicio.

Luego de obtener toda la información correspondiente, se procede realizar el recorrido con el fin de identificar y delimitar zonas a muestrearse.

## **ii. Segundo paso (Oficina).-Cálculo de la población y determinación del tamaño muestral.**

Sabiendo de la tecnología con la que contamos, ésta no nos permitirá capturar información de toda un área, asumimos que es importante la toma de muestras que nos permitan representar una población; en esa lógica de poder decidir un número de muestras se deben apoyar en la fórmula típica para el cálculo de la muestra finita, de donde:

**N** = Tamaño de la población

**p** = probabilidad de que un evento suceda.

**q** = probabilidad de que el evento no suceda.

**Z** = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que. Si no se tiene su valor, se lo toma con relación al 95% de confianza equivale a 1.96 (como más usual) o con relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

**E** = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía. Valor que queda a criterio del encuestador. (Levin & Rubin, 2004)

$$n = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Como indica la fórmula para conocer el tamaño de una muestra "n", necesitamos conocer "N" que corresponde al tamaño de la población, apoyándose de los Sistemas de Información Geográfico de las áreas a ser muestreadas obtenidas previamente, podemos considerar que nuestras áreas corresponden a nuestra población.

Sin embargo, al momento de definir cuál es la unidad de nuestra población sugerimos considerar la resolución espacial del satélite LANDSAT, que como menciona Fernandez-Copel & Herrero Llorente, (2001) el satélite LANDSAT es uno de los satélites más empleados en aplicaciones de Teledetección, este sensor es el más empleado en aplicaciones agrícolas, forestales, usos del suelo, hidrología, recursos costeros y monitorización medioambiental. Sobre todo, está ligado a estudios territoriales en los que el parámetro fundamental es el medio ambiente.

Además, otra característica que se relaciona con nuestro experimento es que LANDSAT captura imágenes multiespectrales con una resolución radiométrica de 8 bandas.



Es por tanto que acorde a la resolución Espacial comparada con nuestras áreas obtenidas podemos conocer el tamaño de nuestra población.

Área de Trabajo	Área delimitada en m2	Resolución espacial LANDSAT (m)	Resolución espacial LANDSAT (m2)	Población
Univalle Melendez	46324.2	30	900	51

Con respecto al valor asignado al error muestral consideramos que en base a la homogeneidad del terreno y de la misma manera homogeneidad de las áreas delimitadas ajustamos un valor de 0.25, equivalente al 25% de error que por decirlo así obtendremos un 75% aceptable de fiabilidad en las muestras. Con estos valores se procede a hacer los cálculos respectivos aplicando la formula y se obtiene que con un área delimitada de 46.324m2 necesitamos recopilar un total de 12 muestras.

VARIABLE	VALOR	Z2		
Z	1.96	3.84		
p	0.5			
q	0.5			
E	0.25	0.0625		
Área de Trabajo	Población	Dividiendo	Divisor	Tamaño de la Muestra
Melendez	51	48.9804	4.1479	12

### iii. Tercer paso (Oficina).- Distribución de la muestras

Una vez calculado el tamaño de la muestra deberemos tratar de distribuirla a lo largo y ancho del área ya delimitada, por lo que se propone realizar el siguiente proceso auxiliados en un sistema información geográfica, de manera que permita ubicar espacialmente las muestras.

Es así que como insumos se necesita, el área delimitada, la resolución espacial LANDSAT, y el tamaño muestral, sistemáticamente contamos con el área medida, contamos también con el valor de 30m de resolución, y el valor anteriormente calculado. Con todos los insumos mencionados anteriormente nos auxiliamos de un entorno SIG, en donde se debe aplicar un geo-proceso con la característica que permita la conversión del área delimitada de polígono a una capa raster, con la propiedad de que el tamaño de pixel de la capa raster de salida sea de 30, consiguiendo así una distribución especial de nuestra población.

Luego el siguiente geo-proceso es la conversión del raster a capa vector, en especial a capa de puntos. Es ahí cuando podemos notar una distribución de sitios a ser muestreado más o menos homogéneo, que nos permite visualizar los sitios posibles a ser muestreados.

Luego de estos procesos con la visualización en pantalla procedemos ya distribuir el número de muestras calculadas a lo largo de todo el campus universitario considerando dejar de lado caminos y vías, por el mismo hecho debe considerarse un efecto de borde por lo que no se deberá escoger muestras cercanas a esquinas, tomando en cuenta los criterios anteriores, procedemos a escoger una muestra aleatoria simple de tamaño  $N$ , que como menciona Anderson, Sweeney, & Williams, (2008), "Una muestra aleatoria simple de tamaño  $n$  de una población finita de tamaño  $N$  es una muestra seleccionada de manera que cada posible muestra de tamaño  $n$  tenga la misma probabilidad de ser seleccionada", acorde a la definición citada, pueden escoger en pantalla apoyados de los conocimientos en SIG de una manera sistémica los sitios a ser muestreados. Esto permitirá en campo para saber específicamente donde tomar la muestra.

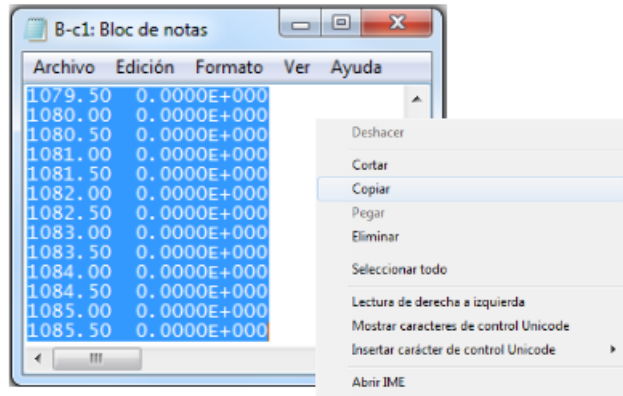
#### **iv. Cuarto paso.-Guardado y etiquetado de información**

En el software deberemos tener creadas las carpetas necesarias en la ubicación por defecto ubicada en C:\Program Files\StellarNet\SpectraWiz para, para almacenar, aquí se sugiere que se cree una primera carpeta con el nombre codificado de la sesión de comisión topográfica.

#### **v. Post-proceso de firmas espectrales (oficina)**

Ya que el equipo captura respuestas espectrales y a nosotros nos interesan valores de reflectancia, todos los valores capturados necesitan ser procesados, para lo cual nos ayudaremos de una hoja de Excel que nos permita realizar algunos cálculos.

Para esto se sugiere la configuración de la hoja de tal manera que permita introducir los valores de referencia al blanco, al negro y la sub-muestra para tener como resultado un gráfico que nos indique la firma espectral. Todo esto lo podemos realizar gracias a que el formato de archivo en que SpectraWiz guarda los archivos (.TRM), se lo puede abrir y visualizar en una "blog de notas", o cualquier lector de texto, permitiendo fácilmente la importación de estos valores en las hojas de cálculo. Cabe recalcar que la importación de los datos se la debe hacer, seleccionando todos los datos dentro del "blog de notas" y copiar, para luego pegarlo en la hoja de cálculo mediante el "Asistente para importar texto", de tal manera que se peguen dos columnas perfectamente delimitadas.



El post-proceso como tal consiste en la aplicación de unos sencillos cálculos y el ordenado de la información de tal manera que nos permita organizarnos, en la hoja de Excel se crean las hojas dentro de un documento de las cuales la primera se sugiere corresponda a la referencia al blanco nombrada en este caso "Ref", aquí es en donde deberemos importar la referencia al blanco capturada que corresponda a determinada muestras ya que la referencia cambiará de acuerdo a las condiciones de incidencia solar al momento de la recolección en campo.

De igual manera en la pestaña "dark" deberemos colocar la información correspondiente a la referencia al negro capturadas, por lo general siempre por cada referencia al blanco existe una referencia al negro sin embargo puede darse el caso que lo único que cambia de sub-muestra a sub-muestra es la referencia al blanco. La pestaña "sample" está destinada a ser el sitio donde se importe los datos correspondientes a la representación del objeto a ser muestreado. Y finalmente la pestaña "Post-pro" corresponde a la hoja en la que se conjugan todos los insumos para construir la gráfica de reflectancia y se aplica la construcción de la reflectancia mediante la fórmula " $((\text{sample-Dark})/\text{ref})$ ", con lo que nos permitirá visualizar primero gráficos por separado de los valores ingresados además del resultado.

El resultado de todo este proceso se expresa en la última pestaña nombrada "Firma espectral", en donde se muestra únicamente los valores y la gráfica de los resultados, permitiéndonos copiar o exportar los valores obtenidos como resultado.