

UNIVERSIDAD DE GRANADA



DEPARTAMENTO DE FÍSICA TEÓRICA Y DEL COSMOS

INSTITUTO ANDALUZ DE GEOFÍSICA Y
PREVENCIÓN DE DESASTRES SÍSMICOS

“Sistema para descargar datos sísmicos individuales de la red FDSN”

(Individual Seismic Data Download from the FDSN network)

MANUAL DE USUARIO: VERSIÓN 1.0

Autor:

Ligdamis A. Gutiérrez E. PhD.

Volcán Masaya, Nicaragua

Foto por: Ligdamis A. Gutiérrez E.

Granada, España 2021- 2023

Índice General

1.- Introducción	3
2.- Pantalla Inicial del Sistema	4
2.1.- Elementos de la pantalla inicial	6
3.- Interfaz principal	7
3.1.- Elementos de la pantalla de búsqueda	7
3.1.1.- Bloque de Selección: Carpeta, tiempos (Inicio/Fin) y Limpieza de Entradas	8
3.2.- Elementos del bloque de selección	8
3.2.1.- Botón de Seleccionar Directorio	8
3.2.2.- Cuadros de entradas del tiempo de inicio (Startime) y tiempo final (Endtime)	9
3.2.3.- Botón “Clean Inputs (Limpieza)”	11
4.- Bloque de Entradas de red FDSN	11
a) Cliente (Client)	11
b) Red (Network)	11
c) (1) Estación (Station)	12
c) (2) Canal (Channel)	12
5.- Bloque de Ruta, Regreso y Salida	14
5.1.- Botón “Go Back”	14
5.2.- Botón “Exit”	14
5.3.- Área de presentación de la ruta del archivo (Record path to Load)	15
6.- Proceso de la selección de ruta y descarga de los Registros desde la red FDSN	15
 CONCLUSIONES	 18
Agradecimientos	18
 Anexo A	 19
A1.- Instalación de Python y librerías adicionales	19
A1.1. Contenido del paquete de Instalación	19
A1.2.- Instalación de Python en Windows	19
A1.3.- Instalación de librerías adicionales	20
A1.4 Instalación automática de las librerías en Windows a partir del PIP	23
 Anexo B	 29
Instalar librerías Python, para el correcto funcionamiento del sistema	29

El módulo de “*Sistema para descargar datos sísmicos individuales de la red FDSN (Individual Seismic Data Download from the FDSN network)*” constituye una interfaz sencilla y amigable, que permite una fácil y eficiente gestión para la búsqueda individual de registros sísmicos en la red mundial FDSN. El programa a través de una serie de parámetros de tiempo, cliente de la red que el usuario introduce, busca el registro específico de una determinada red, en una estación, presentando ya sea una o las tres componentes (Norte-Sur, Este-Oeste y Vertical). La interfaz principal dispone de una versión del sistema en inglés. En los anexos, se podrá encontrar información de la estructura de las carpetas y su contenido. El fácil acceso a dos posibilidades de obtener el formato de los registros sísmicos más utilizados (MSEED y SAC) para almacenar así terremotos de la red mundial FDSN (*International of Digital Seismograph Networks*) en la carpeta o directorio que el usuario tenga a bien disponer. Permite tener una herramienta automática fiable, de uso sencillo y rápido, que pueda ayudar al operador de los institutos de investigación y observatorios, almacenar registros sísmicos que de otra forma son difíciles de obtener y analizar, ya sea de que no se disponen ya sea de instrumentos o equipos, o que no se permitan por falta de recursos, el uso de campañas a los sitios destinados para ello.

La primera versión de este sistema, se compone de una sola interfaz, que abarca herramientas a través de las librerías y funciones incorporadas, para permitir la descarga de una señal en cualquiera de los dos tipos de formatos, que pueden ser utilizados para guardar dicha señal “**MSEED**” y “**SAC**” desde un cliente determinado de la red FDSN, una red, estación y uno o los tres canales que conforman la señal (*Para ello, deben de conocerse exactamente los parámetros a buscar*). El sistema, además, brinda la capacidad de poder determinar el tiempo de que se quiera almacenar el registro. Por ejemplo, en una o 24 horas de duración. Para que de esta forma, sea lo más útil la información, para realizar los análisis respectivos a las señales. Pudiéndosele aplicar a continuación, diversas técnicas de filtrado, análisis espectral entre otras, mediante los diversos módulos de que se compone este sistema, dando de forma automática un valor añadido al conocimiento del operador, para determinar las características de las ondas sísmicas continuas con mayor rapidez y exactitud, que si se realizasen de forma manual.

El sistema ha sido desarrollado en el lenguaje Python, versión 3.8.6. De esta manera, se incluyen una serie de librerías de libre acceso que trabajan en conjunción con Python, facultan el uso de herramientas gráficas y de análisis, otorgando sencillez en su uso e incrementando la potencia de cálculo para el usuario. Enumerando algunos de los principales elementos y librerías aquí utilizados, se encuentran los siguientes:

- **Matplotlib**: Para generar gráficos. (<https://matplotlib.org/stable/users/index.html>)
- **NumPy**: Para el cálculo numérico. (<https://numpy.org/doc/stable/user/quickstart.html>)
- **PyQt5**: Herramienta que enlaza con la biblioteca gráfica Qt5 en C++ (<https://pypi.org/project/PyQt5/>)
- **Obspy**: Para el procesamiento de datos sismológicos. (<https://docs.obspy.org/>)
- **Tkinter**: Interfaz gráfica de usuario GUI (<https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>)

Otra de las características principales del sistema es su definición como multiplataforma, es decir, que puede funcionar bajo diversas plataformas o sistemas operativos, tales como Windows (7, 8, 10), en versiones para 32 y 64 bits. Además de sistemas Linux, como Ubuntu, sistemas Mac, o Android para Tablets y móviles (previa adecuación de Python para estos dispositivos).

En los anexos de este mismo documento (*al igual que en los ficheros Readme.txt e Initials_requirements.txt*), se podrá acceder a los aspectos generales de la instalación en sistemas Windows y Linux, así como establecer las pautas necesarias de la instalación de los programas principales y las librerías adicionales que Python requiere, para ejecutar correctamente los programas desarrollados en su entorno.

2.- Pantalla inicial del Sistema

En los anexos de este documento y en el fichero “README.txt” adjunto en la carpeta “Documentos” se presentan las instrucciones para la instalación del sistema en Windows (*El proceso en sistemas Linux es similar*). Básicamente hay que realizar dos acciones:

- Copia de la carpeta “Set_tools_System_1_1” en “Mis documentos” de Windows.
- Copia del fichero “Set_tools_System_1_1.bat” en el escritorio de Windows.

Asimismo, están las instrucciones para instalar las librerías de Python necesarias en el sistema. Una vez copiado “Set_tools_System_1_1.bat” en el escritorio, se debe de dar clic derecho e indicar: “Ejecutar como administrador”.



Fig. 1 Ventana emergente al dar clic derecho del ratón al fichero “ModIris_2.bat”

En la pantalla que se abre, dar clic en el botón “**Si/Yes**”, cuando pregunte “*Desea permitir que esta aplicación realice cambios en su ordenador*”. Este es un mensaje de advertencia. Sin embargo, la aplicación no realiza ningún cambio. Por lo que se debe de confiar en su ejecución.

Al dar clic a “**SI/Yes**”, se abre la siguiente ventana de comandos, que indica la bienvenida al sistema.

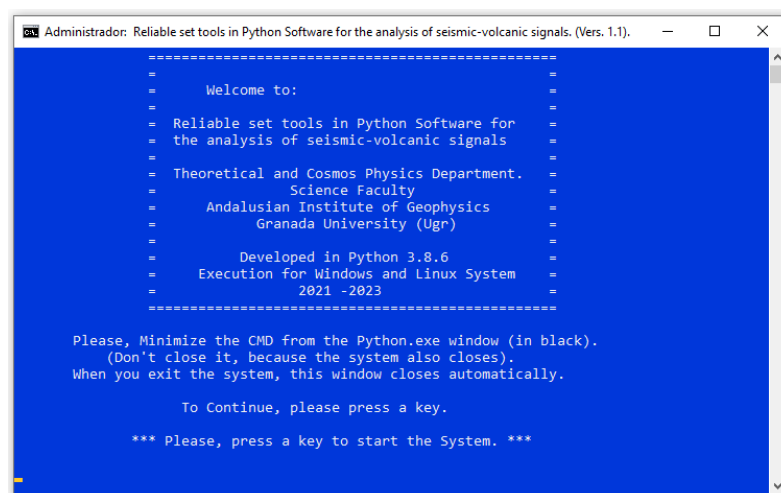


Fig. 2 Pantalla de Bienvenida e instrucciones para carga del sistema.

Después de leer lo que indica la ventana, solo se debe de proceder a presionar cualquier tecla, para acceder a la pantalla inicial del sistema. Este ya debe estar previamente copiado en “**Mis documentos**” y el fichero “Set_tools_System_1_1.bat” tiene todas las instrucciones de carga.

La pantalla inicial del sistema es “**Menu.py**”. Se visualiza cuando se presiona cualquier tecla en la pantalla de Bienvenida. Adicionalmente, se presenta la ventana o “consola de comando” de Python, similar a la siguiente:

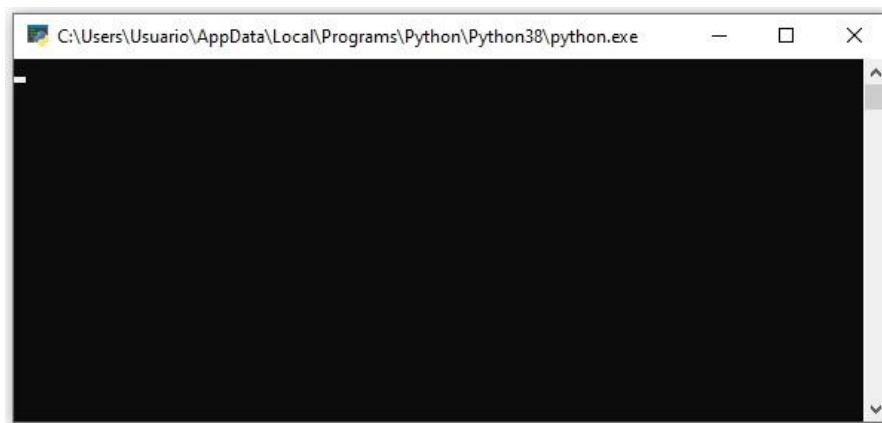
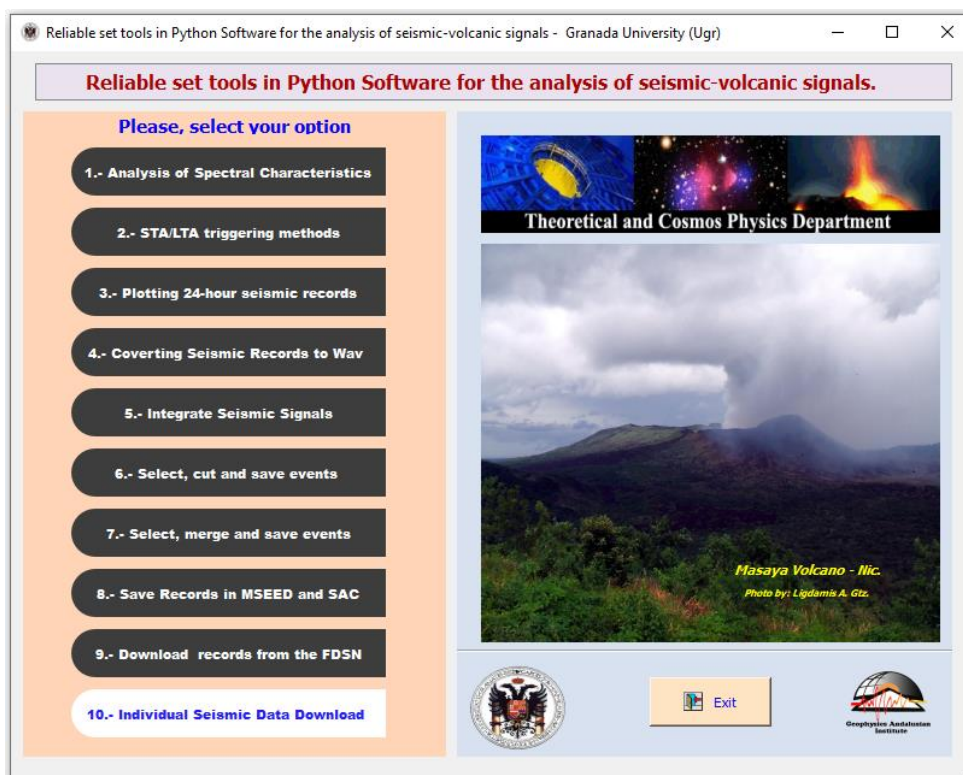


Fig. 3 Pantalla de consola (CMD) de Python (*Se debe de minimizar*)

Para que no obstaculice la visión, se puede y es conveniente “*minimizar*” dicha pantalla. “**No**” hay que cerrarla, ya que esto también cerraría la ventana de inicio del sistema. Una vez finalizado los trabajos con el sistema. Al salir, esta ventana se cierra automáticamente. La pantalla inicial de presentación del sistema (*el menú de los módulos*) es la siguiente.



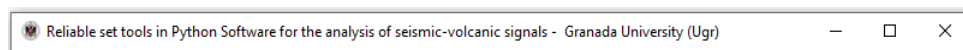
NOTA: Al pulsar o dar clic al botón del módulo, se cierra la ventana de inicio y se abre la ventana del módulo (dependiendo de la memoria del PC esto tarda un poco. Es recomendable disponer de al menos 8 GB de memoria en el sistema, 16 GB sería lo ideal.).

Fig. 4 Pantalla Menú principal. Resaltado se observa el módulo a trabajar. Módulo 10 (*Individual Seismic Data Download*).

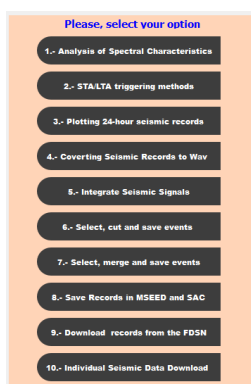
2.1.- Elementos de la pantalla inicial

Como se observa en la figura anterior, la pantalla inicial o de presentación, es una ventana sencilla, que está compuesta por:

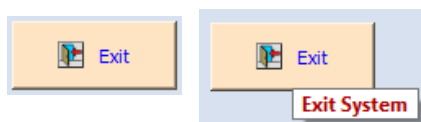
- a) la barra superior de herramienta con la información básica del módulo.
 - b) En la parte izquierda se presentan 10 botones de ejecución o de comandos de llamada a cada módulo del sistema.
 - c) En la parte inferior un botón de comando que permite la salida del sistema.
 - d) Además se presentan: una imagen de fondo, que representa un volcán (*Masaya de Nicaragua*), tres imágenes con los logotipos de la Universidad de Granada, el Instituto Andaluz de Geofísica y el departamento de física teórica y del cosmos.
- a) En la parte superior se encuentra visible el icono de la Universidad, el título del módulo y la reseña a la Universidad de Granada (Ugr).



- b) En la parte izquierda se presentan 10 botones de ejecución o de comandos de llamada a cada módulo del sistema. Cuando se coloca el puntero del ratón (mouse), sobre cada uno de los botones quedan resaltados en blanco, para indicar que está siendo seleccionado. Al pulsar o dar clic a dicho botón, se cierra la ventana de inicio del menú y se abre la ventana del módulo indicado (*dependiendo de la memoria del PC esto tarda un poco*).



- c) En la parte inferior se observan un botón de comandos: Exit (Salir). Cuando se coloca el puntero del ratón (mouse), sobre cada uno de los botones, se presenta un texto que indica la acción de dicho botón (salida Sistema, Inicio Sistema).



Si se pulsa o da clic al botón de “Salir”, se presenta una ventana que pregunta al usuario, si está seguro de abandonar el sistema.

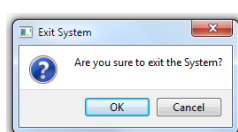


Fig. 5 Caja de texto que indica si se desea salir del sistema.

En caso de dar “OK”, se cierra la pantalla y se completa la salida del sistema. En caso de dar clic a “cancelar”, se continúa en la pantalla inicial.

3.- Interfaz Principal

La “*pantalla de búsqueda*” es la interfaz principal del sistema, donde se realizan las actividades que componen las herramientas de lectura de los datos, o parámetros de entrada para la búsqueda y descarga de los registros sísmicos de la red FDSN. Dicha pantalla se compone de las siguientes partes:

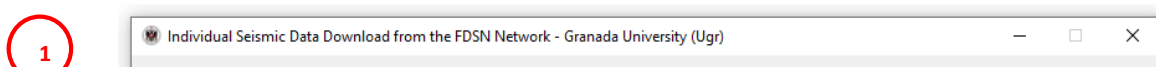


Fig. 6 Elementos de la Pantalla de análisis del sistema.

- 1) **Área de Título**
- 2) **Bloque de Selección:** Camino o directorio donde se van a guardar los registros, Entrada de datos de Tiempo de Inicio y Final, Limpieza de comando: Path/Save, Clean Input, b) Entrada de Datos Tiempo de Inicio (Startime) y Tiempo Final (Endtime), cuyos formatos de entrada se encuentran definidos por un formato simple de entrada con valores de: “Año, Mes, Día, Hora, Minuto, Segundo” (Year, Month, Day, Minute, Second). [Se debe de respetar además, la coma de separación entre cada valor]
- 3) **Bloque de entradas de red FDSN:** Lo comprenden las entradas de los valores de: Cliente (Client), red (Network), Estación (Station) y Canal (Channel), pudiendo utilizar en este último los comodines de “*” para todos los canales o “?” para especificar que puede ser una letra indistinta, por ejemplo (E,N,Z). Así para la entrada BH?, el “?” puede significar “BHE”, “BHN” o “BHZ”. Y el botón Búsqueda (Search).
- 4) **Bloque de Ruta, Regreso y Salida:** a) Ruta de ubicación física del registro a analizar, b) Botones de comandos (Go Back/Retroceso, Exit/Salida).

La interfaz principal para seguridad, inicialmente se encuentra inicialmente con las entradas y el botón de comando de búsqueda ([Search](#)) desactivados. Se activan al dar clic al botón de selección de camino donde se almacenará el registro ([Path/Save](#)).

La pantalla se conforma de diversos elementos para su utilización. En la parte superior se observa; Nombre del programa, icono, nombre de la Universidad y autor como título (1).



Los elementos que integran la pantalla principal se detallan a continuación.

3.1.- Elementos de la pantalla de búsqueda

Aparte del número (1), se han distribuido los 3 elementos de la pantalla de búsqueda en tres bloques principales, que se enumeran del (2-4) en los círculos rojos.

3.1.1.- Bloque de Selección: Carpeta, tiempos (Inicio/Fin) y Limpieza de Entradas.



Fig. 7 Bloque de elementos de selección. En los círculos verdes: a) Botón de comando: Path Save, b) Entrada de datos: Tiempo de inicio (Startime) y Tiempo Final (Endtime), c) Botón de comando: Clean Inputs.

Este bloque contiene el camino o directorio donde se van a guardar los registros, las entrada de datos de Tiempo de Inicio y Final y Limpieza de Entradas: a) Botón de comando: Path/Save, b) Entrada de Datos Tiempo de Inicio (*Startime*) y Tiempo Final (*Endtime*). c) Botón Clean Inputs. **NOTA:** El formato de entrada, se encuentra definido con los valores de: “**Año, Mes, Día, Hora, Minuto, Segundo**” (Year, Month, Day, Minute, Second). [Se debe de respetar además, la coma de separación entre cada valor]. Por ejemplo una entrada válida será: **(2006, 4, 24, 8, 27,12)**.

3.2.- Elementos del bloque de selección

Este bloque, lo configuran (*círculos verdes de la figura anterior*) en primer lugar, la sección que agrupa los botones de acción para seleccionar el directorio o carpeta donde se guardarán los registros y limpieza de datos: a) Botones de comando: Path Save (a), Clean Input. (c) Además, la entrada del tiempo de inicio (Startime) y del tiempo final (Endtime) (b).

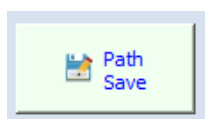
Al colocar el puntero del ratón sobre los dos botones de acción, un mensaje muestra las acciones que realizan.



Fig. 8 Botones de Seleccionar Directorio y Limpieza de datos. Se observa los mensajes de acción en cada botón.

Como se observa, el botón de “*Path Save* (Seleccionar Directorio para guardar registro)”, realiza la búsqueda y carga de los registros sísmicos de diversos formatos. El botón de “*Clean Inputs* (Limpieza)”, limpia o borra los elementos de entrada, además de desactivar las entradas de datos y el botón de “Búsqueda” (*Search*).

3.2.1.- Botón de Seleccionar Directorio.



La acción del botón de “*Path Save* (Seleccionar Directorio para guardar registro)”, permite al hacer clic, abrir una ventana de explorador (*por defecto, se encuentra el camino en el directorio raíz “C” del PC*), presentando las opciones de seleccionar el directorio o carpeta del ordenador, donde se guardarán los registros. Esto se observa en la siguiente pantalla. La casilla de entrada de datos que inicialmente se encuentran inactivas, al dar clic a este botón de “*Path/Save*” se activan, al igual que el botón de “Búsqueda” (*Search*).

Al dar clic al botón de Seleccionar Directorio (*Path/Save*), se presenta lo siguiente:

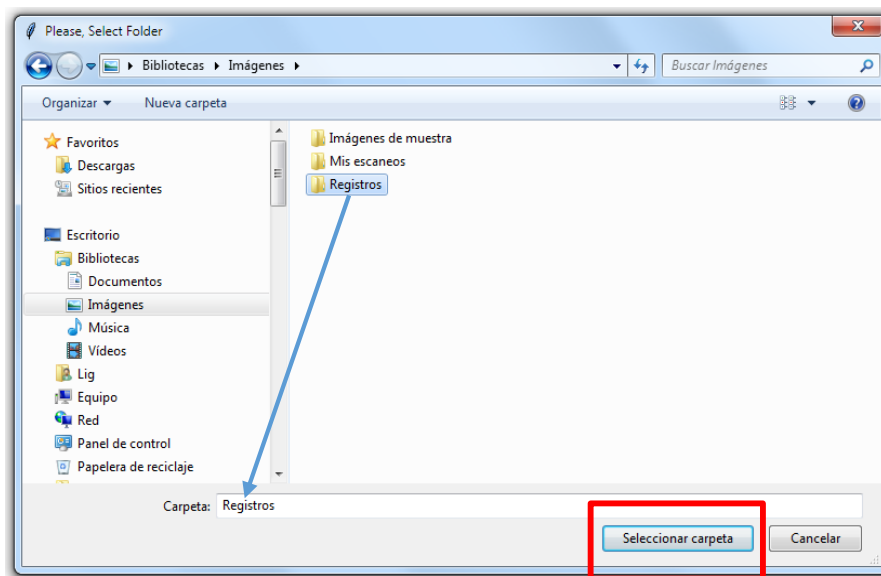


Fig. 9 Pantalla de Selección de carpeta o directorio donde se guardarán los registros a descargar.

En esta pantalla (*El Idioma lo determina el sistema operativo*), se selecciona la carpeta que se desee. A través, de una búsqueda similar a la navegación de directorios en Windows, el nombre de la carpeta se coloca en el área “Carpeta”. Al dar clic al botón “Selecione carpeta” (*cuadro rojo*), este nombre pasa al área de “*Path to Save Record*”, del bloque número (4) de la interfaz principal, detallada más adelante en este documento.

NOTA: Si incluso al seleccionar una carpeta, se da clic en “Cancelar”, por defecto la “Carpeta seleccionada se asigna a “/”, que indica el directorio raíz o “C”. Ahí deben de buscarse los registros almacenados. Pero se recomienda siempre seleccionar alguna carpeta pre-determinada.

En este momento es cuando se da clic al botón “**Path/Save**”, lo que hace que cargue, la dirección o ruta “**Path**”, de la ubicación física donde se guardarán los registros a descargar. Dicha ruta se presentará en el cuadro “*Path to Save Record (Ruta de guardar Archivo)*”, situado en la parte inferior de la pantalla de análisis.

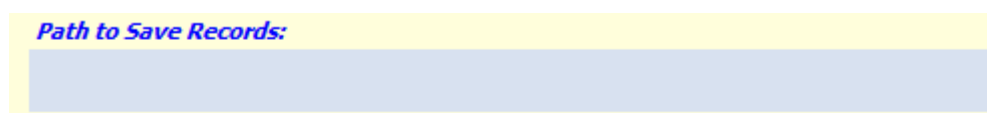


Fig. 10 Cuadro de ruta de archivo, que presenta la ubicación del registro..

3.2.2. – Cuadros de entradas del tiempo de inicio (Startime) y tiempo final (Endtime)”



Time Values: (Year, Month, Day, Hour, Minute, Second)	
Startime:	Endtime:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
e.g. Format: (2009, 4, 24, 8, 27, 12)	e.g. Format: (2009, 4, 24, 8, 27, 12)

Fig. 11 Pantalla de Selección de entrada de datos del tiempo inicial (Startime) y Final (Endtime)

Inicialmente, estos cuadros de entrada de datos están desactivados, como se observa en la figura. La entrada de datos de este cuadro se activa, al dar clic en el botón de selección de carpeta (Path/Save). En la imagen se observa el formato simple de entrada válida que se debe de introducir, separadas mediante comas. Son en este orden “**Año, Mes, Día, Hora, Minuto, Segundo**”. El usuario al utilizar este tipo de formato muy accesible, no tiene que preocuparse si el formato de tiempo será válido para la búsqueda. El sistema, automáticamente convierte estas entradas a tiempo UTC (*Tiempo Universal Coordinado*), que es principal estándar de tiempo a nivel mundial y por el cual se regulan los relojes y el tiempo, mismo que utiliza la red FDSN. Por ejemplo, el valor ingresado en la imagen (2009, 4, 24, 8, 27, 12), tendrá su equivalente en formato UTC que es: **2009-04-24T08:27:12.000000Z**. Estos cálculos los realiza internamente el programa.

Sin embargo, debe de procurarse dar una fecha válida, para que el formato **UTC** también sea válido. Esto indica, que los eventos que se quieran descargar, existan en la fecha y sitio determinados que se pretende buscar. Caso contrario, el sistema enviará una ventana de error, para que se introduzcan valores válidos.

Existen tres validaciones de entradas de datos para este objeto.

- a) Si no se introduce ningún valor en el cuadro de texto de Tiempo Inicial (*Startime*) dejándolo vacío, cuando se quiere realizar la búsqueda (Search). Lo que produce una ventana que indica dicho error, para que el usuario pueda ingresar un valor válido.

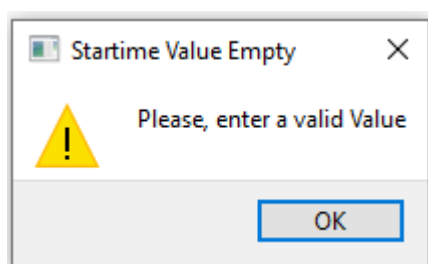


Fig. 12 Pantalla de Validación de entradas vacías en el cuadro de datos de “*Startime*”

- b) Si no se introduce ningún valor en el cuadro de texto de Tiempo Final (*Endtime*) dejándolo vacío, cuando se quiere realizar la búsqueda (Search). Lo que produce una ventana que indica dicho error, para que el usuario pueda ingresar un valor válido

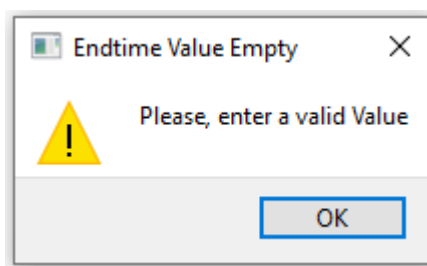


Fig. 13 Pantalla de Validación de entradas vacías en el cuadro de datos de “*Endtime*”

- c) La tercera validación es la de entradas inválidas, formato erróneo o fechas inválidas en cualquiera de los dos cuadros de tiempo.

Al dar clic al botón de búsqueda del Registro ([Search](#)), se presenta lo siguiente:

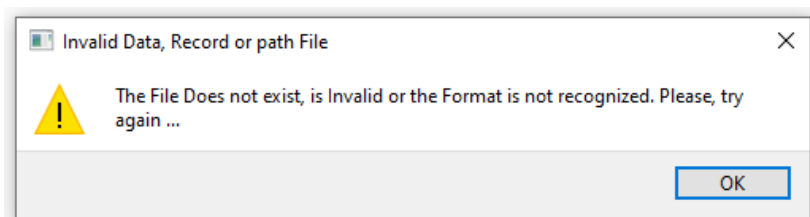
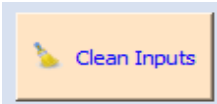
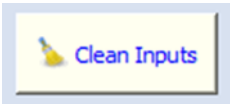
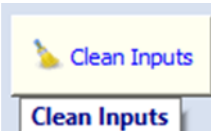


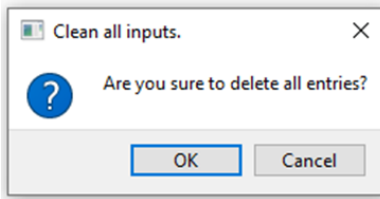
Fig. 14 Pantalla de Validación de entradas erróneas o inválidas en los cuadros de datos de tiempo inicial “[Starttime](#)” y tiempo final “[Endtime](#)”.

3.2.3.- Botón “[Clean Inputs](#) (Limpieza)”.



Al dar clic en este botón, se borran todas las entradas en la pantalla. Se limpiarán los cuadros de texto de entrada de datos y de la ruta o carpeta donde se almacenará el registro a descargar y borrará todas las entradas que en ese momento se encuentren activas y con datos. Se desactivarán los cuadros de texto y el botón de búsqueda ([Search](#)), restaurándose los valores iniciales de la interfaz principal (Cfr. Fig. 6). Al colocar el puntero del ratón, exhibe un mensaje que indica su función. Al dar clic al botón, se presenta una ventana que pregunta al usuario, si está seguro de eliminar los ingresos de datos. En caso positivo, borra todas las entradas y deja la interfaz a su forma inicial. Caso contrario, continúan las actuales entradas en la interfaz.



4.- Bloque de Entradas de red FDSN

3


<div style="border: 1px solid green; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">a</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> Client <input style="width: 100%;" type="text"/> <small>e.g. IRIS</small> </div>	<div style="border: 1px solid green; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">b</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> Network <input style="width: 100%;" type="text"/> </div>	<div style="border: 1px solid green; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">c</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> Station <input style="width: 100%;" type="text"/> Channel <input style="width: 100%;" type="text"/> <small>Input "*" for all channel or e.g. BH?</small> </div>		<div style="border: 1px solid green; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">d</div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> <input style="width: 100%; height: 40px;" type="button" value="Search"/> </div>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fig. 15 Bloque de entradas de red FDSN: Lo comprenden las entradas de los valores de: Cliente (Client), red (Network), Estación (Station) y Canal (Channel), pudiendo utilizar en este último los comodines de “*” para todos los canales o “?”, para especificar que puede ser una letra indistinta, por ejemplo (E,N,Z). Así para la entrada BH?, el “?”, puede significar “BHE”, “BHN” o “BHZ”. Y el botón Búsqueda ([Search](#)).

En la figura anterior, se observa el bloque que determina las entradas de los parámetros de configuración que establecen la descarga de un registro desde la red FDSN.

En los círculos verdes se encuentran marcadas dichas entradas., las cuales se recomienda introducir en ese orden y que son las siguientes:

- a) Cliente (**Client**): Establece el cliente FDSN. En el caso de ejemplo se está llamando al cliente “IRIS ([Incorporated Research Institutions for Seismology](#))”.
- b) Red (**Network**): Aquí se debe de introducir la red perteneciente a IRIS que se quiere utilizar.

¹ <https://www.iris.edu/hq/>

Existe una gran variedad de redes, tanto las públicas, como las ligadas a proyectos de investigación asociados a IRIS. Un listado de estas posibles redes, se puede encontrar en el sitio Web siguiente:

<https://www.fdsn.org/networks/>

- c) (1) Estación (**Station**): Determina la estación sísmica perteneciente a la red de la que se quiera obtener los datos. Un listado de las estaciones sísmicas a nivel global, se puede consultar en la siguiente página Web:

<http://www.iris.washington.edu/gmap/#network=GSN&planet=earth>

(2) Canal (**Channel**): Establece el canal el cual se refiere a las tres componentes o direcciones del movimiento sísmico en la tierra: Norte-Sur (N), Este-Oeste (E) y Arriba-abajo o componente Vertical (Z). Dependiente de los equipos o como se configuren los sensores, puede recibir varios nombres, pero generalmente se asignan las letras (E, N y Z) respectivamente. También, puede cambiar la nomenclatura del inicio por ejemplo ser, BH (registro continuo 20 mps), LH (registro continuo 1 mps), VH (registro continuo 0.1 mps) entre otros. Se utilizan los caracteres comodín “*” para designar todos los canales o “?”, para indistinto.

Existen validaciones de entradas de datos, para cada uno de los elementos de este objeto.

- i) Si no se introduce ningún valor en el cuadro de texto de Cliente (**Client**) dejándolo vacío, cuando se quiere realizar la búsqueda (Search). Lo que produce una ventana que indica dicho error, para que el usuario pueda ingresar un valor válido.

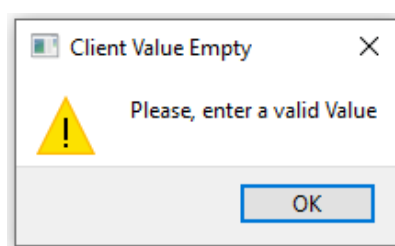


Fig. 16 Pantalla de Validación de entradas vacías en el cuadro de datos de Cliente “**Client**”

- ii) Si no se introduce ningún valor en el cuadro de texto de Red (**Network**) dejándolo vacío, cuando se quiere realizar la búsqueda (Search). Lo que produce una ventana que indica dicho error, para que el usuario pueda ingresar un valor válido.

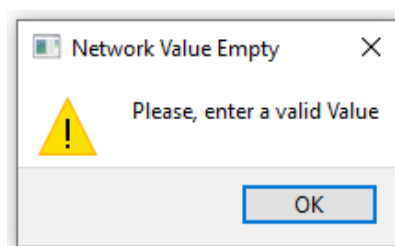


Fig. 17 Pantalla de Validación de entradas vacías en el cuadro de datos de Red “**Network**”

- iii) Si no se introduce ningún valor en el cuadro de texto de Estación (**Station**) dejándolo vacío, cuando se quiere realizar la búsqueda (Search). Lo que produce una ventana que indica dicho error, para que el usuario pueda ingresar un valor válido.

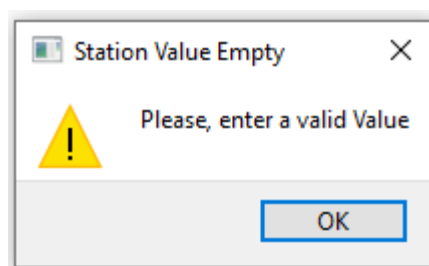


Fig. 18 Pantalla de Validación de entradas vacías en el cuadro de datos de Estación “**Station**”

- iv) Si no se introduce ningún valor en el cuadro de texto de Canal (**Channel**) dejándolo vacío, cuando se quiere realizar la búsqueda (Search). Lo que produce una ventana que indica dicho error, para que el usuario pueda ingresar un valor válido.

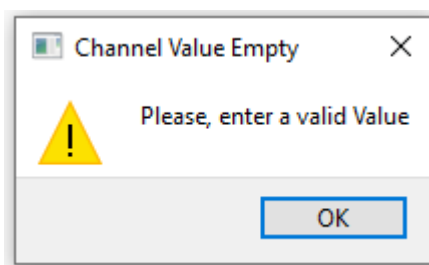


Fig. 19 Pantalla de Validación de entradas vacías en el cuadro de datos de Canal “**Channel**”

- v) En caso de que se ingresen entradas inválidas, formato o datos erróneos, en cualquiera de los cuadros de texto anteriores, se produce una ventana que indica dicho error, para que el usuario pueda ingresar un valor válido.

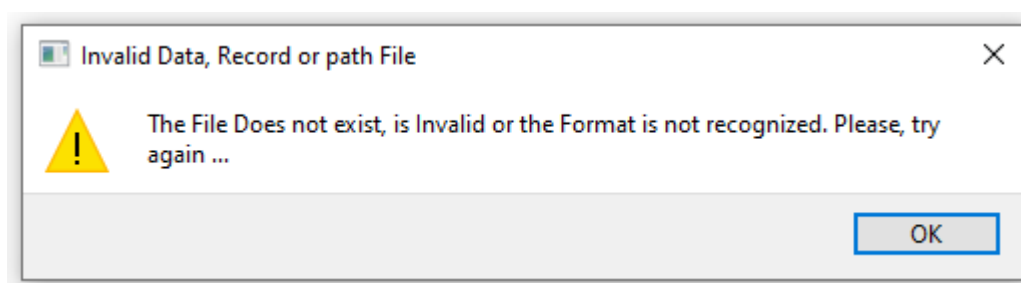


Fig. 20 Pantalla de Validación de entradas erróneas o inválidas en los cuadros de datos de texto.

d) Botón de Búsqueda (*Search*):

d



Fig. 21 Botón de Búsqueda (*Search*). Realiza la descarga del registro sísmico de acuerdo a los parámetros introducidos. Se observa el mensaje de acción en el botón.

Una vez ingresados todos los parámetros, la búsqueda y descarga de los registros desde la red FDSN, se realiza al dar clic a este botón. También aquí, el usuario decide en qué tipo de formato (MSEED o SAC desea guardar el registro. Esto se verá con más detalle en la sección 6 (*Proceso de la selección de ruta y descarga de los Registros desde la red FDSN*))

5.- Bloque de Ruta, Regreso y Salida

5

Este bloque lo configuran: Dos botones de comandos: a) *Go Back* (regreso) y b) *Exit* (Salida). Además, c) el área en donde se presentará la ruta física en el que el registro sísmico está ubicado para su carga (*Record Path to Load*).

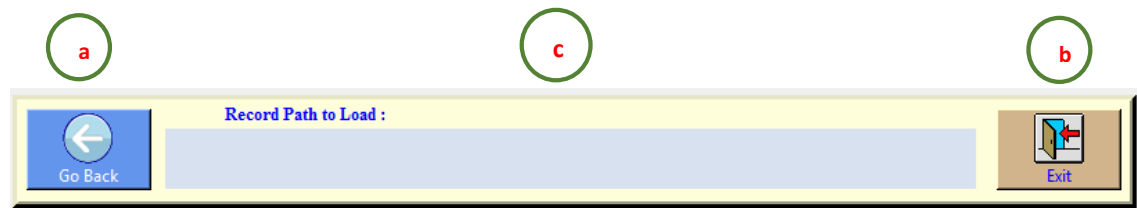


Fig. 22 Bloque de botones de comandos (a) Regreso/Go Back, (b) Salida/Exit y ruta física del archivo a cargar (c).

Este último bloque lo componen los siguientes elementos:

5.1.- Botón “*Go Back*”

a

Permite regresar a la pantalla inicial de presentación del sistema (Menu.py). Al colocar el puntero del ratón, exhibe un mensaje que indica su función.



Fig. 23 Botón de Regreso (*Go Back*).

5.2.- Botón “*Exit*”

b

Permite la salida completa del sistema (*Previo presentación de la pantalla que pregunta si se desea abandonar el sistema*). Al colocar el puntero del ratón, exhibe un mensaje que indica su función.

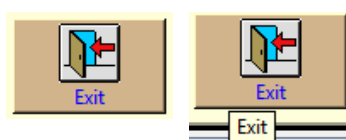


Fig. 24 Botón de Salida (*Exit*).

De la misma forma que en la pantalla de inicio, si se pulsa o da clic al botón de “**Exit**”, se presenta una ventana que pregunta al usuario, si está seguro de abandonar el sistema.

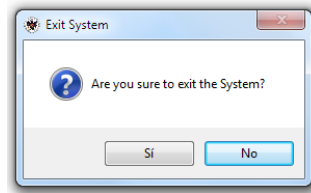


Fig. 25 Caja de texto que indica si se desea salir del sistema

Al dar clic a la opción “Sí” (**Yes/OK**), se cierra la pantalla y se completa la salida del sistema. Al dar clic a la opción “NO”, (**Cancel**) se continúa en la pantalla de análisis.

5.3.- Área de presentación de la ruta del archivo (*Record path to Load*).



En dicha área se presenta la ruta (Disco/carpeta/archivo), camino o “path” del fichero físico, donde se almacenará el registro a descargar en el ordenador. Misma que es llamada a través del botón “*Path/Save*”, visto anteriormente.

Path to Save Records:

A screenshot of a text input field, currently empty, with a light blue background and a yellow border.

Un ejemplo de la salida al realizar la selección de la carpeta se observa en la siguiente imagen.

Path to Save Records:

C:/Users/Lig/Desktop/Descarga_FDSN/

Se observa el camino “**Path**” (en el ordenador) de la ubicación física del registro a descargar.

6.- Proceso de la selección de ruta y descarga de los Registros desde la red FDSN

El proceso de descarga de los registro es sumamente sencillo e incluye una de serie de pasos que es recomendable seguir en el orden que se presentan. Estos pasos son:

- Seleccionar mediante el botón “**Path/Save**”, la carpeta en donde se guardarán los registros.
- Seleccionar el tiempo de inicio (**Starttime**).
- Seleccionar el tiempo final (**Endtime**)
- Seleccionar el cliente (**Client**) de la red FDSN a utilizar (Ejem. **IRIS**).
- Seleccionar la red (**Network**) a utilizar de ese cliente.
- Seleccionar la estación (**Station**) perteneciente a dicha red.
- Seleccionar la o las componentes (canales / **Channel**) que se deseen.
- Dar clic al Botón “**Búsqueda (Search)**” para iniciar la descarga.
- Seleccionar el tipo de formato (**MSEED** o **SAC**) que se desea almacenar.

Si por algún motivo se desea cancelar y volver a establecer o introducir los parámetros se puede hacer uso del botón “Limpieza” (*Clean Inputs*), para desde el inicio ingresar nuevos parámetros y carpetas.

Una vez ingresados todos los parámetros la interfaz principal de búsqueda será similar a la siguiente imagen.

Individual Seismic Data Download from the FDSN Network - Granada University (Ugr)

Time Values: (Year, Month, Day, Hour, Minute, Second)

Starttime: 2012,12,14,20,36,01
e.g. Format: (2009, 4, 24, 8, 27, 12)

Endtime: 2012,12,15,20,36,01
e.g. Format: (2009, 4, 24, 8, 27, 12)

Path Save

Clean Inputs

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Client: IRIS
e.g. IRIS

Network: TA

Station: E42A

Channel: BH?
Input *** for all channel or e.g. BH?

Geophysics Andalusian Institute

Search

Path to save records / Return and Exit Commands

Go Back

Path to Save Records:
C:/Users/Usuario/Desktop/Descarga_FDSN/

Exit

Fig. 26 Interfaz principal de búsqueda y descarga de registros con los parámetros establecidos.

Como se observa en la imagen anterior, los parámetros a introducir son los siguientes:

- a) Tiempo de inicio (Starttime): 2012,12,14,20,36,01 (*Desde el día 14*)
- b) Tiempo Final (Endtime): 2012,12,15,20,36,01 (*Hasta el día 15, Indica 24 horas continuas*)
- c) Cliente (Client): IRIS
- d) Red (Network): TA
- e) Estación (Station): E42A
- f) Canales (componentes) /Channel BH? [*Comodin “?” todas las componentes BHE, BHN y BHZ*]

Al dar clic al botón de búsqueda (*Search*), el proceso de conexión vía Internet a la red FDSN y la búsqueda podrá tomarse algunos minutos, dependiendo de la velocidad de conexión del ordenador, por lo que se ruega al usuario tener paciencia y esperar a que el proceso llegue a su fin. Al inicio del proceso, se presenta la pantalla de selección del formato que se desea obtener (**MSEED** o **SAC**), para descargarlo desde la red, (*Como se especifica en el tiempo, serán 24 horas de registro sísmico continuo a descargar*). La pantalla es la siguiente.

Save the event cut Record

Do you want to save MSEED or SAC Format?, CANCEL = Close all graphics

MSEED SAC CANCEL

Fig. 27 Pantalla de diálogo de selección del tipo de formato deseado para descargar: MSEED o SAC. Por defecto se encuentra seleccionado el formato MSEED.

El usuario debe de hacer clic en el formato que desea. En caso que no se quiera descargar ningún registro, por tener que modificar algún parámetro, se da clic a “Cancelar” (*Cancel*), lo que hace que la acción retorne a la pantalla de la interfaz principal y de esta forma, se puedan modificar los parámetros que se deseen.

Una vez que el registro, ya sea **MSEED** o **SAC**, ha sido descargado en la carpeta deseada, se presenta una pantalla indicando el éxito de la descarga. Será similar a la siguiente.

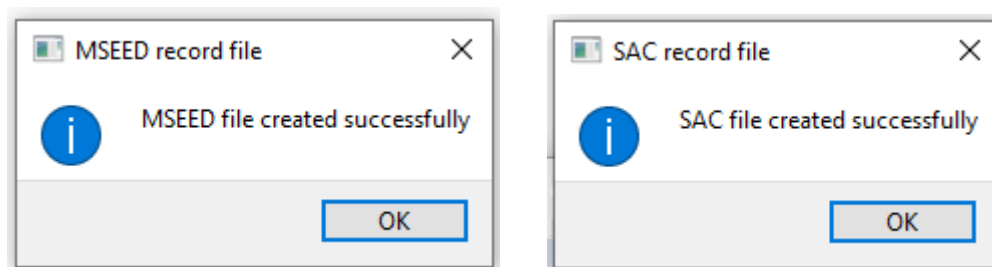


Fig. 28 Pantalla de diálogo indicando que el registro ha sido descargado con éxito

Una vez descargado uno de los formatos, y dado clic a “OK”, se retorna a la interfaz principal, con lo que el usuario, si lo desea, puede realizar la descarga del otro tipo de formato.

NOTA IMPORTANTE: *Los archivos en formato MSEED, se ajustan a las tres componentes, por lo que un solo archivo o fichero MSEED contienen las tres estaciones (esto son las trazas en el registro). Los archivos en formato SAC sin embargo, la mayoría de las veces, se componen de una sola componente. Por lo que en la descarga, se obtendrá un archivo **MSEED** por tres de **SAC**.*

El formato que ha sido destinado para guardar los registros es el siguiente:

Record + Red + Estación + Año + Mes + Día . (Tipo de formato)

a) Formato de salida MSEED: (1 solo)

[Record_TA_E42A_2012-12-14.mseed](#)

b) Formato de salida SAC: (3, uno por cada componente: H-N-Z)

[Record_TA_E42A_2012-12-1401.sac](#)

[Record_TA_E42A_2012-12-1402.sac](#)

[Record_TA_E42A_2012-12-1403.sac](#)

Se observa que el resultado de descargar en el formato SAC genera tres archivos, marcados como 1, 2, 3 que corresponden a las componentes H, N, Z [Este-Oeste, Norte-Sur, Arriba-Abajo (Vertical)].

Una vez descargados, el usuario puede hacer uso de cualquiera de los módulos de análisis que componen este sistema, para realizar los estudios que se necesiten con estos registros.

CONCLUSIONES: El sistema está diseñado para ser una herramienta de fácil uso, acceso y comprensión. Una interfaz amigable, que ofrezca una ayuda tecnológica fiable al operador humano en el proceso de descarga de registros sísmicos continuos desde la red mundial **FDSN** (*International of Digital Seismograph Networks*). Descargar registros tanto tectónicos como volcánicos. La sencillez de esta primera versión, radica en que consta de un único módulo, en el que se han incluido el poder almacenar los registros en dos de los formatos frecuentemente utilizados en el estudio de una determinada señal sísmica (**MSEED** y **SAC**), para poder realizar posteriores análisis espectrales y estudios de los registros sísmicos que se soliciten. En versiones o actualizaciones posteriores a la versión actual (1.0), podrán añadirse herramientas extras, que contengan otro tipo de funcionalidades o con diferentes métodos de formatos y cálculos que puedan ser útiles, para mejora del estudio y la investigación de la comunidad científica.

Agradecimientos:

Este software es fruto de la investigación de los proyectos españoles:

- a) PID2022-143083NB-I00, “LEARNING”, funded by MCIN/AEI /10.13039/501100011033
- b) JMI and LG were partially funded by the Spanish project PROOF-FOREVER (EUR2022.134044)
- c) PRD was funded by the Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España (MCIN), Agencia Estatal de Investigación (AEI), Fondo Social Europeo (FSE), and Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad en I+D+I Ayudas para contratos predoctorales para la formación de doctores 2020 (PRE2020-092719).
- d) Spanish Project PID2022-143083NB-100 founded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by FEDER (EU) “Una manera de hacer Europa”. PLEC2022-009271“DigiVolCa”, funded by MCIN/AEI, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by EU «NextGenerationEU/PRTR», 10.13039/501100011033.

FIN del documento.

Ligdamis A. Gutiérrez E. PhD.

Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Facultad de Ciencias.

Instituto Andaluz de Geofísica.

Universidad de Granada (Ugr)

Granada, España – 2021-2023



ANEXO A

A1.- Instalación de Python y librerías adicionales

A1.1. Contenido del paquete de Instalación.

La carpeta principal “*Analysis_System_1*”, contiene dos carpetas con los programas (*códigos e interfaces en inglés y documentación en castellano e inglés*), organizadas de la siguiente manera:

- a) Carpeta “**Reliable_set_tools_system_1**”: (conjunto del sistema de análisis sísmico). Esta carpeta debe de ser copiada en “Mis Documentos”, contiene los siguientes elementos:
 - a. Carpeta: “**Images**” Imágenes necesarias para visualizar correctamente la interfaz.
 - b. Programa: **Menu.py**. Programa de inicio, presentación y llamada a los módulos individuales.
 - c. Programa: “**ModIris_2.py**”. Programa principal (interfaz), para la búsqueda y descarga de registros sísmicos en formatos MSED y SAC.
- b) Carpetas (*Document_ES y Document_EN, dependiendo del idioma; inglés o castellano*). Para Castellano “**Document_ES**”: Se compone de los siguientes ítems:
 - a. Manual de Usuario del módulo: “**10_Manual_Individual Seismic Data Download FDSN_Vers_1.pdf**” en PDF, redactado en español con la documentación necesaria del uso de las interfaces del sistema. A su vez, se encuentran el resto de manuales de los demás módulos (1-10), que componen el sistema.
 - b. Fichero “**Initials_requirements.txt**”. Fichero que contiene las librerías necesarias para instalarse en Windows a través del “Pip”, una vez instalado Python.
 - c. Fichero “**README.txt**”: Fichero con las instrucciones generales y básicas del sistema y su instalación.
 - d. Fichero “**Set_tools_System_1_1.bat**”, fichero ejecutable de procesamiento por lotes. Debe de copiarse en el escritorio, desde ahí mediante clic derecho “ejecutar como administrador”, iniciará el sistema llamando al menú principal. El fichero buscará automáticamente el programa de inicio (*Menu.py*) que se encuentra en la carpeta “Set_tools_System_1_1” que previamente se ha copiado en “Mis Documentos” e iniciará Python, ejecutando dicho programa.

El sistema, dispone de todos los elementos en inglés, salvo el manual de usuario, que está redactado en español e inglés. Para instalar en Windows, se debe proceder a realizar dos acciones principales posteriores a descargar y descomprimir los ficheros “**Rar**”. La primera es copiar la carpeta (a) entera a la carpeta “*Mis Documentos*” del PC.

- a) Copia de la carpeta “**Set_tools_System_1_1**” a “Mis documentos” de Windows desde la carpeta que lo contiene (*Analysis_System_1*).
- b) Copia del fichero “**Set_tools_System_1_1.bat**”, desde la carpeta “(*Documentos/Document_ES o Document_EN*)” de acuerdo a la versión (*Castellano o Inglés*), al escritorio de Windows.

Con esto, ya se asegura el correcto uso del programa. Ahora, se procederá a la instalación del lenguaje Python y las librerías adicionales de Python en Windows.

A1.2.- Instalación de Python en Windows

Python, es un lenguaje de programación interpretado multiplataforma (*funciona bajo diversos sistemas operativos, Windows, Linux, Mac*) y multiparadigma (*uso de dos o más paradigmas dentro de un programa, orientado a objetos, reflexivo, imperativo y funcional*).

Además, Python puede ser enriquecido por una gran cantidad de módulos, librerías, paquetes o bibliotecas de programación, que son instaladas mediante su gestor de paquetes o “**Pip**”. En Linux, el programa Python y su gestor “Pip” se instalan conjuntamente con el sistema operativo. En los sistemas Windows en cambio, en los que el Python no es un lenguaje nativo, se necesita instalar previamente dicho lenguaje, descargando la versión adecuada desde la página Web de distribución de Python, ubicada en la siguiente dirección: <https://www.python.org/downloads/>

En la Web, se debe seleccionar la versión correcta, de acuerdo al tipo de sistema operativo que se encuentra en el ordenador, incluyendo si este es de 32 o 64 bits.

Para poder ser instaladas, tanto en sistemas de 32 como en 64 bits. Hay que recordar, que la redacción de este documento y el software, han sido creados con la versión disponible en su momento, que fue “**Python 3.8.6**”, que varía y se actualiza constantemente. De hecho, a partir de esa versión, han surgido muchas más. Una versión más moderna y adaptable al software (*que se sugiere*) es: “**Python 10.10**”. El usuario necesita revisar si versiones más avanzadas, no interfieren con algunas de las librerías instaladas, como la “**Obspy**”, por ejemplo. Esto se debe a que todo lo relacionado con los sistemas Linux, está constantemente modificándose, con las actualizaciones que Python y los sistemas basados en Linux realizan. Por lo que es recomendable, visitar la página Web y descargar la versión actualizada más estable o probada de Python, que funcione adecuadamente con este software.

Una vez descargada, se procede a ejecutar como administrador (*botón derecho del ratón y “ejecutar como administrador”*), se presentará el asistente de instalación del software, que guiará los pasos necesarios en la instalación (*solamente seguir las instrucciones*). El proceso dura solo unos pocos minutos. Es “*recomendable*” indicar durante el proceso, cuando se pregunte, que se incluya un acceso en el “**Path**” del sistema (*modificar las variables de entorno, para que incluya el camino hacia Python*), para que así, Python pueda acceder desde cualquier sitio de Windows. Si esto no se hace durante el proceso de instalación, se debe de realizar de forma manual, modificando las variables de entorno (*más complicado*), para incluir el camino desde donde se encuentra instalado Python. Esto no será necesario (*si se le indica al inicio*), por medio del asistente de instalación.

A1.3.- Instalación de librerías adicionales

El siguiente paso es comprobar que el Python y su administrador de archivos o paquetes (pip) han sido instalados correctamente. El “pip” (gestor de ficheros y librerías) es muy importante, ya que es el que permite la instalación de librerías adicionales, que Python necesita para ejecutar correctamente los programas creados. Para ello, hay que abrir la ventana de consola del Windows, o “CMD”. El CMD, símbolo del sistema o también conocido como “*Command prompt*”, es un intérprete de línea de comandos.

Acceder al CMD, es posible por medio del teclado, buscando la tecla con el logo de Windows (Una ventana), situada entre la tecla “Ctrl” y “Alt” en la parte inferior izquierda



del teclado. Pulsando dicha tecla, más (+) la tecla de la letra “**R**”, abrirá una ventana del programa “*Ejecutar*”, similar a la siguiente.

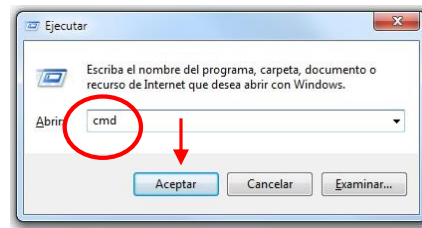


Fig. A1 Pantalla de Ejecutar en Windows. En el círculo rojo, teclear “cmd” y clic a “Aceptar”

Como se observa en la figura anterior, se tecldea “cmd”, se da clic a “Aceptar”, lo que abrirá la ventana o consola de comandos de Windows.

Otra forma de realizar esto, es en la parte inferior del escritorio, en (W7) o junto (W10) al botón de “Inicio” de Windows. Se encuentra la sección de búsqueda, señalada mediante el icono de una lupa. Esto indica, la búsqueda de programas. Similar a la siguiente.



Fig. A2 Pantalla de Búsqueda de programas en Windows.

En el cuadro donde dice “Buscar programas y archivos” (Windows 7) o “Escribe aquí para buscar” (Windows 10), se tecldea igualmente “cmd”. Esta acción o la anterior, presentará la consola de comandos (CMD) de Windows, similar a la siguiente (W7).



Fig. A3 Pantalla o consola de comandos “CMD” en Windows 7.

Lo mismo para las versiones: Windows 10 (W10) o Windows 11 (W11).



Fig. A4 Pantalla o consola de comandos “CMD” en Windows 10.

Una vez ahí, para verificar que tanto Python como su administrador de paquetes “**pip**” han sido instalados correctamente, se teclea los siguientes comandos: `Python -V`, y para verificar el “**pip**” se teclea: `pip -V`. Esto se observa en la siguiente figura.

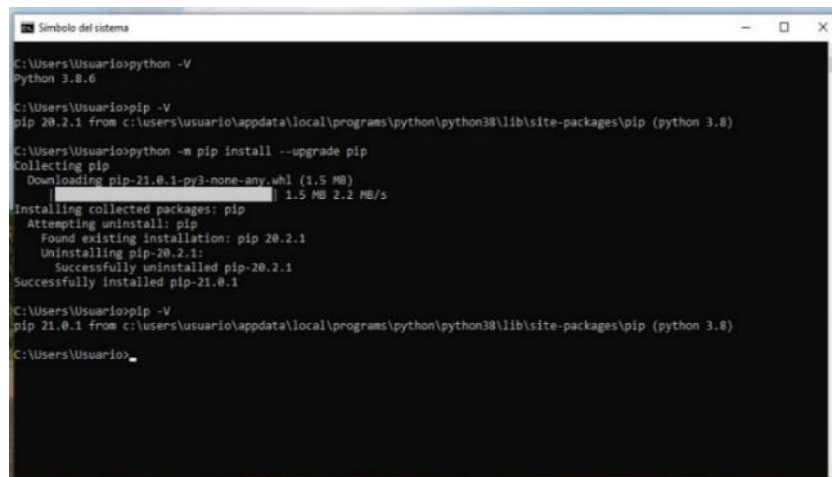


Fig. A5 Pantalla CMD, indicando las versiones de python y pip en Windows.

La salida de teclear `-V` en Python, indica invocar la versión que ha sido instalada. En este caso se observa que es la “**3.8.6**”. Esto se ha podido realizar desde cualquier sitio del sistema, debido a que la secuencia de comandos de Python, ha sido instalada recordemos en el “path” o ruta que se encuentra en las variables de entorno del sistema. También después de teclear “`pip -V`”, se observa que la versión de pip es la “**20.2.1**”. En este punto, se recomienda actualizar dicha versión, ya que, por defecto “pip” se instala conjuntamente con “Python”, pero no instala la última o más actualizada versión. Para ello, en la ventana o consola CMD, se debe de teclear el siguiente comando (Windows/Linux): En Windows se teclea “**python**” y en Linux se teclea “**python3**”.

> `python -m pip install --upgrade pip` | Linux: `$ sudo python3 -m pip install --upgrade pip`

Lo que indica que se actualizará el “**pip**” a su más reciente versión (*En Linux, como “superusuario”, es decir, “sudo” al inicio*). Se visualiza en la siguiente pantalla.



```
Símbolo del sistema
C:\Users\Usuario>python -V
Python 3.8.6

C:\Users\Usuario>pip -V
pip 20.2.1 from c:\users\usuario\appdata\local\programs\python\python38\lib\site-packages\pip (python 3.8)

C:\Users\Usuario>python -m pip install --upgrade pip
Collecting pip
  Downloading pip-21.0.1-py3-none-any.whl (1.5 MB)
    |#####| 1.5 MB 2.2 MB/s
Installing collected packages: pip
  Attempting uninstall: pip
    Found existing installation: pip 20.2.1
    Uninstalling pip-20.2.1:
      Successfully uninstalled pip-20.2.1
  Successfully installed pip-21.0.1

C:\Users\Usuario>pip -V
pip 21.0.1 from c:\users\usuario\appdata\local\programs\python\python38\lib\site-packages\pip (python 3.8)

C:\Users\Usuario>
```

Fig. A6 Pantalla de actualización y verificación de la nueva versión del pip en Windows.

Como se puede observar, al teclear de nuevo (**pip** – V), una vez actualizada “**pip**”, la versión en la 21.0.1. Con esto ya se tiene instalado y actualizado Python y el **pip**. El **pip** como se ha mencionado, es muy importante, porque con este administrador, se proceden a instalar todas las librerías y paquetes necesarios, para que las aplicaciones creadas en Python puedan ser ejecutadas correctamente y sin errores. Para utilizar el sistema, se debe de proceder mediante “**pip**” a la instalación de paquetes o librerías necesarios.

A continuación, se procederá a la explicación de cómo de forma sencilla y completamente automática se instalarán en el sistema, las librerías más comúnmente utilizadas y generales que Python necesita. Librerías como, por ejemplo “**obspy**”, que es la librería o software en código abierto, basado en **Python** para el procesamiento de datos sísmológicos. También, “**matplotlib**”, que es una biblioteca para la generación de gráficos a partir de datos contenidos en listas o arrays en *Python* y su extensión matemática “**NumPy**”, entre otros, que el sistema necesita para su ejecución.

A1.4 Instalación automática de las librerías en Windows a partir del PIP

La ventaja de tener ya instalado y actualizado el PIP en Windows, es que se puede realizar la instalación de todas las librerías que Python necesita para poder ejecutar el sistema.

Adicionalmente, en la carpeta “Document (*Documentos*)”, en el fichero “**Readme.txt**” se encuentran las instrucciones de esta instalación. Por lo que el usuario, solo debe de seguir las instrucciones y los paquetes necesarios que serán instalados en el ordenador (PC) de forma automática por el “**Pip**” tanto en Windows como en Linux. Las librerías necesarias están en el fichero denominado “**Initial_requirements.txt**”, incluido en la capeta “**Document**” de los ficheros descargados de la instalación y en el **Anexo B**.

En una ventana de comandos “**Cmd**” de Windows, se realizan las acciones para cada uno de los comandos indicados en el fichero, siguiendo las instrucciones. No debe de presentar problemas la instalación en sistemas Windows y Linux. Si alguna librería presenta algún error en la instalación (*se muestra en color rojo en el CMD*), debe de consultarse la documentación de dicha librería, o revisar si se está instalando la versión de Python adecuada o recomendada (*versión 3.8.6 y/o 3.10.10*). La **instalación** en los sistemas **Linux** (Cfr. *README.txt*) es similar y más sencilla. Se copia la carpeta principal ya sea en el escritorio, en la carpeta personal, etc. Desde esa ubicación, se abre una ventana de comandos y simplemente se teclea:

“\$ **python3 Menu.py**” para iniciar el sistema.

ANEXO B:

INSTALAR LIBRERÍAS PYTHON, PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

1.- **PIP:** El **Pip** (Programa de Instalación Preferida), es el administrador de paquetes o gestión de paquetes, que se utiliza para instalar y administrar paquetes de software escritos en Python. Al Instalar Python, PIP se instala por defecto. Hemos mencionado que ver la versión de Python o PIP, se teclea en una consola o CMD el comando (-V) como sigue:

```
python -V / pip -V Y para ver la lista de paquetes pip instalados: -> pip list
```

Normalmente, hay que actualizar la versión de pip, con la que se instala Python. Para esto se teclea en la ventana de comandos (CMD). En sistemas Linux y Mac, se coloca al inicio “**sudo**”, para indicar permisos de super-usuario.

```
Python -m pip install --upgrade pip / (LINUX) -> sudo python -m pip install --upgrade pip
```

Una vez que se descarga e instala, podemos comprobar de nuevo la versión, con el primer comando, se observará que la versión ha cambiado y actualizado. Ahora que se tiene el “pip” actualizado, se procederá a instalar los paquetes necesarios para que Python funcione correctamente con las aplicaciones.

2.- Instalación de **PyQt**: Este es un enlace de Python para la biblioteca Qt escrita en el lenguaje C++. Para la creación y uso de interfaces gráficas de usuario (GUI) en Python. Se teclea lo siguiente en la ventana de comandos (CMD).

```
pip install PyQt5 / (LINUX & Mac) -> sudo python install PyQt5
```

3.- Instalación de la librería Matplotlib. Es la librería que permite la creación y visualización de gráficos. Se teclea lo siguiente:

```
pip install matplotlib / (LINUX & Mac) -> sudo python install matplotlib
```

4.- Instalar la librería **Obspy**. Es la librería para el manejo de señales sísmicas. Se teclea:

```
pip install obspy / (LINUX & Mac) -> sudo python install obspy
```

5.- Instalar Thinter: Es una interfaz gráfica de Usuario (GUI). Se teclea lo siguiente:

```
pip install tk / (LINUX & Mac) -> sudo python install tk
```

6.- Instalar **quantecon**: Es una librería que sirve para utilizar la estimación del espectro, Periodograma, transformada de Fourier. Se teclea lo siguiente:

```
pip install --upgrade quantecon / (LINUX & Mac) -> sudo python install --upgrade quantecon
```

7.- Actualizar una librería para **matplotlib**. Para evitar problemas con los gráficos.

```
pip install msvc-runtime / (LINUX & Mac) -> sudo python install msvc-runtime
```

8.- Instalar **easygui** para la interfaz gráfica.

```
pip install easygui / (LINUX & Mac) -> sudo python install easygui
```

9.- Instalar **PyWavelets** para el manejo de la CWT.

```
pip install PyWavelets / (LINUX & Mac) -> sudo python install PyWavelets
```

10.- Instalar **plotly**, para el manejo y ayuda de los gráficos junto a Matplotlib.

```
pip install plotly / (LINUX & Mac) -> sudo python install plotly
```

11.- Instalar “**pyaudio**”, para el manejo de audio. Python bindings for PortAudio v19, the cross-platform audio I/O library

```
python -m pip install pyaudio / (LINUX & Mac) -> sudo apt-get install python3-pyaudio
```

Al final se teclea “**pip list**”, para ver las librerías instaladas. Adicional: Se puede crear un fichero llamado “requirements.txt”, que contendrá todas las librerías que el PC utilizará. El archivo requirements.txt, debe de estar en el directorio actual.

```
pip freeze > requirements.txt
```