



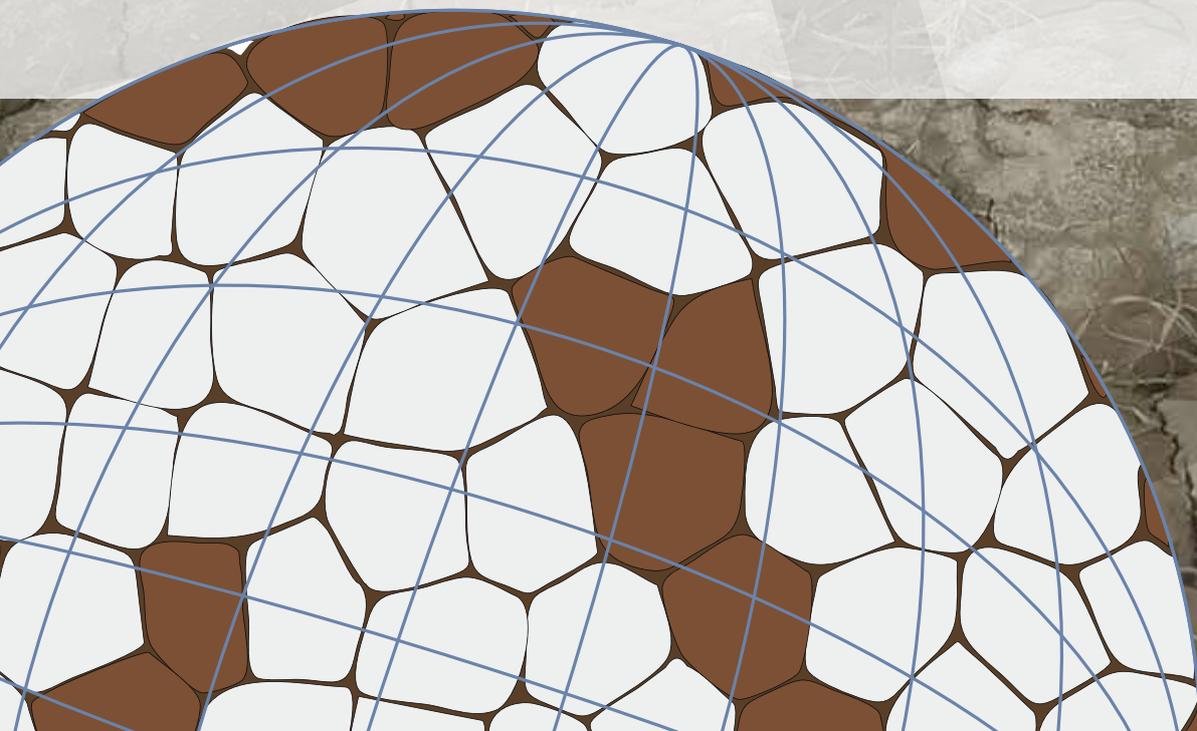
Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura

Mapeo de suelos afectados por salinidad

Mapa GSS

LECCIÓN 2

Instalación de programas
de computación y organización
de bases datos



ALIANZA MUNDIAL
POR EL SUELO

Mapeo de suelos afectados por salinidad Mapa GSS

LECCIÓN 2

Instalación de programas de computación
y organización de bases datos

Christian Thine Omuto
Ronald Vargas
Kostiantyn Viatkin
Yusuf Yigini

Cita recomendada

Omuto CT, Vargas R, Viatkin K, Yigini Y. 2021. *Mapeo de suelos afectados por salinidad: Lección 2 – Instalación de programas de computación y organización de datos*. FAO, Roma.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

Primera edición: 2020 (versión en inglés)

© FAO, 2021



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en [idioma] será el texto autorizado".

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización ("<http://www.fao.org/publications/es>") y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Fotografías de las cubiertas anterior y posterior: ©FAO/Christian Thine Omuto

Índice

Resumen ejecutivo.....	iv
1 Introducción.....	1
1.1 Perspectiva.....	1
1.2 Objetivo.....	1
1.3 Resultados esperados	1
2 Base de datos SIG para evaluar suelos afectados por salinidad	2
2.1 Programa de computación para la organización de una base de datos SIG.....	2
2.1.1 Aplicaciones en QGIS.....	2
3 Recursos	3
4 Actividades	4
4.1 Instalación de Programas de Computación	4
4.1.1 Instalación de QGIS	4
4.1.2 Instalación de ILWIS	4
4.1.3 Instalación de R	5
4.1.4 Instalación de RStudio.....	5
4.1.5 Instalación de paquetes R	5
4.2 Organización de la base de datos	6
4.2.1 Organización de los datos de la hoja de cálculo	6
4.2.2 Organización de los datos SIG.....	7
5 Resultados	13

Figuras

Figura 4.1: Formato de datos de la hoja de cálculo de entrada	4
Figura 4.2: Captura de pantalla para la instalación de ILWIS	4
Figura 4.3: Captura de pantalla del sitio descargar R (fuente: https://cran.r-project.org/).....	5
Figura 4.4: Captura de pantalla del paquete de instalación de la aplicación RStudio.....	5
Figura 4.5: Formato de datos de la hoja de cálculo de entrada	6
Figura 4.6: Reproyección de las capas SIG en QGIS	7
Figura 4.7: Pasos para la conversión de vectores en datos raster en QGIS.....	8
Figura 4.8: Procesamiento de imágenes usando el complemento de clasificación semiautomático ..	10
Figura 4.9: Pasos para el análisis digital del terreno en SAGA.....	11
Figura 4.10: Creación de una base de datos (SIG) espacialmente armonizada en ILWIS.....	11

Cuadro

Cuadro: Resumen de resultados para organizar la información nacional de entradas a fin de evaluar los suelos afectados por salinidad	iv
--	----

Resumen ejecutivo

Esta Lección es el segundo paso del programa de creación de capacidades diseñado para desarrollar las capacidades nacionales e igualmente armonizar procedimientos para desarrollar información sobre los suelos afectados por salinidad en los ámbitos nacional y global. El objetivo general de esta Lección es el de apoyar a los participantes en la instalación de programas de computación y usar dichos programas para organizar los datos de entrada a fin de evaluar los suelos afectados por salinidad en el ámbito nacional. Se espera que al término de esta lección los participantes habrán instalado programas de computación y organizado bases de datos para cartografiar los suelos afectados por salinidad en sus países.

Cuadro: Resumen de resultados para organizar la información nacional de entradas a fin de evaluar los suelos afectados por salinidad

Concepto	Descripción	Línea de tiempo
Programas de computación	Programas de computación instalados para la organización la base de datos	
	Programa de hoja de cálculo	MS Excel
	Programa de bases de datos SIG	QGIS y SAGA
	Programa de armonización de datos	ILWIS y R
		Una semana
Datos	Datos de entrada organizados	
	Indicadores del suelo con problemas de salinidad	CE, PSI, pH
	Capas SIG	Archivo delimitador de puntos/líneas
		Capas espaciales



1 Introducción

1.1 Perspectiva

La correcta organización de datos es un paso importante de la pedometría para el mapeo digital de suelos y más aún para identificar la extensión de áreas geográficas de suelos afectados por salinidad. La mayor parte de la recolección de los datos del perfil del suelo es organizada en una variedad de pasos relacionados a la profundidad del suelo y a patrones de variabilidad espacial del paisaje. La comprensión y el modelado adecuados de las variaciones del suelo mejoran con una base de datos de entrada bien organizada. Adicionalmente, los datos correctamente organizados reducen al mínimo los errores de sintaxis en la etapa de su análisis. Esta Lección se centra en facilitar a los participantes la organización armonizada de la base de datos de entrada para evaluar los suelos afectados por salinidad. La base de datos que será organizada fue desarrollada durante la Lección uno en este Programa de Desarrollo de Capacidades. La Lección está destinada a participantes que han concluido la Lección uno o participantes con bases de datos completas para mapear los suelos con problemas de salinidad. El resultado es una base de datos espacial SIG (Sistema de Información Geográfica, en adelante SIG) compatible para la evaluación nacional de los suelos con problemas de salinidad.

1.2 Objetivo

El objetivo general de esta Lección es generar una base de datos espacial SIG compatible para la evaluación nacional de suelos afectados por salinidad en cada país participante.

1.3 Resultados esperados

Se espera que al final de esta Lección, los participantes podrán:

- i. Instalar y poner en operación un programa de base de datos SIG para el mapeo de suelos afectados por salinidad
- ii. Armonizar espacialmente datos de entrada en una base de datos SIG para el mapeo de suelos afectados por salinidad

2 Base de datos SIG para evaluar suelos afectados por salinidad

2.1 Programa de computación para la organización de una base de datos SIG

El programa de computación es parte de las herramientas y métodos que servirán de marco al mapeo digital de suelos. Los siguientes programas de computación fueron descargados durante la Lección uno: QGIS, ILWIS, y R. Esta sección tratará sobre algunas otras aplicaciones potenciales de estos programas en la organización de la base de datos.

2.1.1 Aplicaciones en QGIS

QGIS es un programa de computación versátil y relativamente veloz con muchas funcionalidades SIG como son, el desarrollo y la organización de bases de datos SIG, operaciones SIG (recortes de capas, proyecciones, conversión de formatos, visualizaciones, etc.), aplicaciones de sensores remotos (como descarga de imágenes, corrección, pre-procesamiento, clasificación, análisis de bandas, etc.), disposición de mapas, entre otros. Su documentación y tutoriales para principiantes se puede descargar en forma gratuita en <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html> (con fecha de acceso del 30 de octubre de 2019). El programa también aporta una rica contribución de paquetes complementarios descargables en forma gratuita conocidos como *plugins* y un apoyo constante y actualizado por la comunidad de usuarios (por ejemplo, a través de <https://gis.stackexchange.com/>).

QGIS tiene una Interfaz Gráfica para el Usuario (GUI, por sus siglas en inglés) para un acceso fácil a sus funciones. Las *funciones* e son fácilmente accesibles, a través de paneles o iconos de acceso inmediato mediante un simple clic o una selección.

3 Recursos

Los siguientes recursos son de utilidad para implementar actividades durante la organización de datos:

- (a) Programas de computación (QGIS, ILWIS, Programa de hoja de cálculo);
- (b) Conjuntos de datos (perfil de suelos y capas SIG);
- (c) Materiales de lectura.

4 Actividades

4.1 Instalación de Programas de Computación

4.1.1 Instalación de QGIS

Paso 1: Vaya a la página <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html> y descargue la última versión del programa, dependiendo del sistema operativo (OS) de la computadora. Por ejemplo, para Windows de 64 bits, descargue el programa *QGIS Standalone Installer Versión 3.10 (64 bit)*.

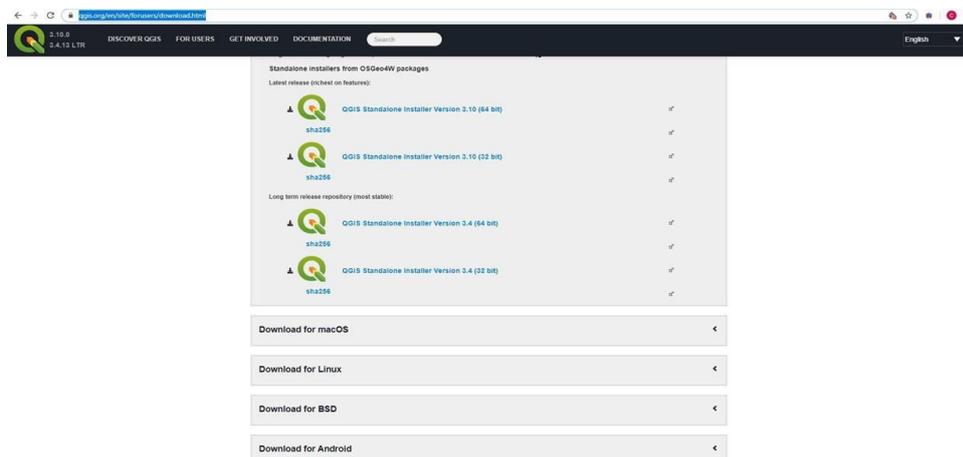


Figura 4.1: Formato de datos de la hoja de cálculo de entrada

Paso 2: Inicie el instalador.

Paso 3: El programa (QGIS Desktop con GRASS) está disponible en una carpeta QGIS.

4.1.2 Instalación de ILWIS

Paso 1: Vaya a la página <https://www.itc.nl/ilwis/download/ilwis33/> y descargue *ILWIS3.3Academic.exe* (19.3 MB) e *ILWIS 3.31 Update* (para ILWIS 3.3 únicamente).

Paso 2: Instale primero *ILWIS3.3Academic.exe* (19.3 MB) pero todavía no inicie el programa.

Paso 3: Instale *ILWIS 3.31 Update* (para ILWIS 3.3 únicamente). Durante la instalación, le solicitará localizar ILWIS 3.3. Navegue hacia *C:\Program Files (x86)\ILWIS 3.3 Academic* y desplácese hacia abajo para elegir el archivo de color azul *Ilwis30.exe*. Concluya la instalación.

Paso 4: Inicie el programa (el icono debería estar ahora en el escritorio).

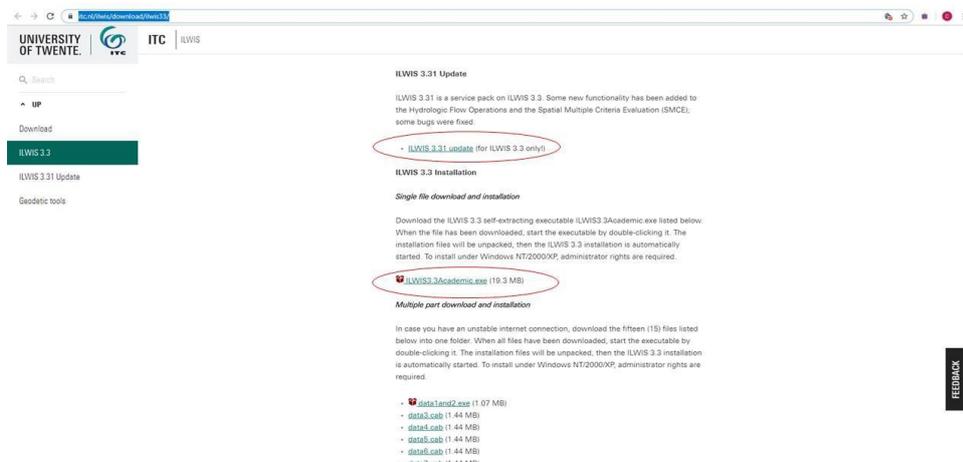


Figura 4.2: Captura de pantalla para la instalación de ILWIS (fuente: <https://www.itc.nl/ilwis/download/ilwis33/>)

4.1.3 Instalación de R

Paso 1: Vaya a la página <https://cran.r-project.org/> y descargue el instalador apropiado para su sistema operativo. Para Windows, la opción de *Download R* le llevará a otra ubicación desde la cual usted elegirá *Install R for the first time* (Instalar R por primera vez). Se abrirá otra ventana para la descarga.

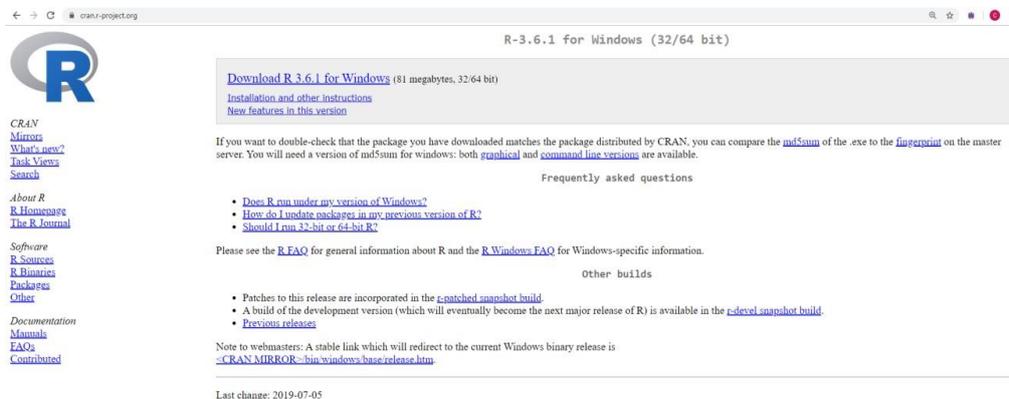


Figura 4.3: Captura de pantalla del sitio descargar R (fuente: <https://cran.r-project.org/>)

Paso 2: Dependiendo de su sistema operativo, instale la versión que necesite, elija el idioma (de preferencia inglés), elija el número de bits para su computadora (64 ó 32), rechace las opciones de configuración y acepte luego las demás las siguientes opciones de instalación.

4.1.4 Instalación de RStudio

Paso 1: Vaya a la página <https://www.rstudio.com/>, en la opción *Download Rstudio* (descargar Rstudio) descargue la versión preferida (como por ej.: *Free RStudio Desktop*).

Paso 2. Inicie el instalador e instale el programa.

4.1.5 Instalación de paquetes R

Paso 1: Inicie RStudio y diríjase a la ventana inferior derecha (Ficheros/Gráficos/Librerías), elija la pestaña *Packages* (Paquetes), haga clic en la en el botón *Install* (Instalar). Emergerá una ventana para instalar Paquetes.

Paso 2: Si está conectado a Internet, escriba el nombre del paquete deseado (por ejemplo, *sp*).

Paso 3: Haga clic en el botón *Install* (Instalar) y el paquete será instalado y listo para su uso.

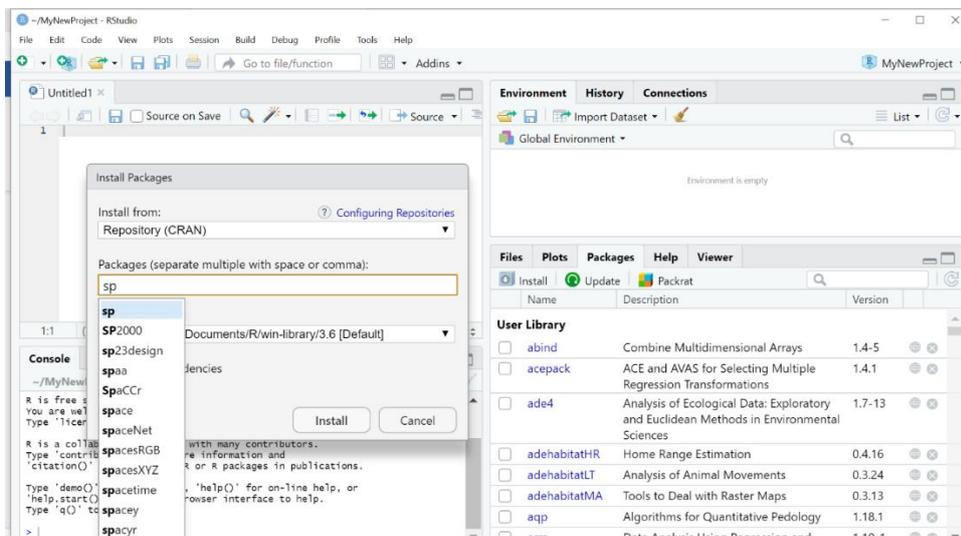


Figura 4.4: Captura de pantalla del paquete de instalación de la aplicación RStudio

4.2 Organización de la base de datos

4.2.1 Organización de los datos de la hoja de cálculo

Los datos de la hoja de cálculo serán organizados de tal manera que permitan el escaneo secuencial durante el análisis de datos:

1. Dejar que la primera columna sea la variable para indexar el orden en serie de los datos.
2. Otras variables en la base de datos son ordenadas en forma consecutiva, empezando con el ID del perfil, la Descripción de la ubicación (si lo hubiera), la Latitud y la Longitud y el rango de profundidad del muestreo (Figura 4.1).
3. El rango de profundidad se divide en dos variables: Superior e Inferior. *Superior* denota la primera parte del rango de profundidad mientras que *Inferior* denota la última parte del rango de profundidad del suelo. El valor *Superior* en una muestra debe ser igual al valor para *Inferior* en la muestra precedente para el mismo ID del perfil (Figura 4.1).
4. Otras variables como el Código de Profundidad (o Número de horizonte), los componentes de la textura del suelo, el pH, la Conductividad Eléctrica (CE), el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) y las propiedades adicionales del suelo, como los iones solubles (y/o iones de sodio intercambiables y la Capacidad de Intercambio de Cationes CIC), también se incluyen en ese orden (Figura 4.1). El Código de Profundidad (o del Horizonte) deberá contener números consecutivos empezando desde uno y hasta la última profundidad/u horizonte de la muestra en cada perfil. Esta configuración crea números/códigos repetidos del ID del perfil y valores de Longitud y Latitud (Figura 4.1).

Sample	Pits	Longitude	Latitude	Depth	Upper	Lower	Horizon	Clay	pH	EC	SAR	ESP	SolCa	SolMg	SolNa	SO4	SolCl
1	1	45.13	31.93	0-10	0	10	1	9	7.7	0.6	3	3	3.1	1.5	2.5	0	2.8
2	1	45.13	31.93	10-30	10	30	2	12	7.6	4	11	12	28	8.5	12	1.9	5.8
3	1	45.13	31.93	30-60	30	60	3	22	7.5	0.5	3	4	2.8	1.5	2		
4	1	45.13	31.93	60-100	60	100	4										
5	2	56.65	23.89	0-10	0	10	1	27	8.6	1.9	9	10	14.1	3	4.5		
6	2	56.65	23.89	10-30	10	30	2	31	7.8	0.7	4	5	4.5	1.5	2.5		
7	2	56.65	23.89	30-100	30	100	3										
8	3	55.74	39.45	0-35	0	35	1	22	7.6	0.9	5	5	6.2	2	3		
9	3	55.74	39.45	35-60	35	60	2	25	7.8	0.4	2	2	2.2	1.5	2		
10	3	55.74	39.45	60-100	60	100	3	32	7.9	0.4	2	2	2.1	1.5	2		
11	4	62.56	34.15	0-20	0	20	1	7	7.5	0.3	2	2	1.3	1	1.5		
12	4	62.56	34.15	20-60	20	60	2	10	7.7	0.2	1	1	0.7	1	1.5		
13	4	62.56	34.15	60-100	60	100	3	23	7.9	0.3	2	3	1.7	1	1.5		
14	5	70.62	71.15	0-20	0	20	1	10	7.8	2.2	9	9	15.8	4	6		
15	5	70.62	71.15	20-50	20	50	2	12	7.7	1.6	7	6	11.4	3	5		
16	5	70.62	71.15	50-100	50	100	3										
17	6	64.56	28.92	0-15	0	15	1	22	7.4	2.7	10	10	16.3	3.5	5.5		
18	6	64.56	28.92	15-30	15	30	2	25	7.5	1.2	6	7	8.3	2.5	4		
19	7	34.47	52.44	0-20	0	20	1	21	7.8	10.7	14	14	63.1	30.5	41		
20	7	34.47	52.44	20-50	20	50	2	23	7.5	2.2	9	9	14.8	4	6		
21	8	69.98	42.14	0-30	0	30	1	22	7.9	0.4	2	3	2.3	1.5	2		
22	8	69.98	42.14	30-70	30	70	2	25	7.7	0.9	6	7	6.4	1.5	2.5		
23	8	69.98	42.14	70-100	70	100	3	24	7.5	3.9	10	10	26.1	7.5	13		

Figura 4.5: Formato de datos de la hoja de cálculo de entrada

Es importante asegurarse que:

- Las profundidades Superior e Inferior y el Horizonte de cada ID de perfil aumentan en dirección descendente del perfil del suelo.
- Los datos Latitud, Longitud y el ID de Perfil permanecen constantes para cada ID de Perfil.
- Superior equivale a la primera parte del rango de Profundidad e Inferior es la segunda parte de dicho rango.

4.2.2 Organización de los datos SIG

(a) Armonizar el sistema de referencia de coordenadas.

La armonización del Sistema de Referencia de Coordenadas (en adelante SCR) se realiza mediante la *Reproyección*, que es la terminología usada frecuentemente en un SIG, para transformar un SCR en otro. Es necesario considerar los siguientes puntos al reproyectar las capas SIG:

- Identificar el SCR que será usado en todas las capas SIG (conocido aquí como SCR armonizado).
- Es importante elegir la proyección UTM para armonizar todas las capas SCR.
- El SCR de cada capa SIG y la necesidad individual de reproyección, se deben tener en cuenta antes de la reproyección.
- La reproyección de capas vectoriales requiere la especificación del SCR cuando dichas capas sean guardadas de nuevo.
- Al reproyectar las capas de datos raster es necesario especificar el SCR de origen (actual) y el SCR de destino.

Los pasos para reproyectar las capas vectoriales y de datos raster aparecen en la Figura 4.2.

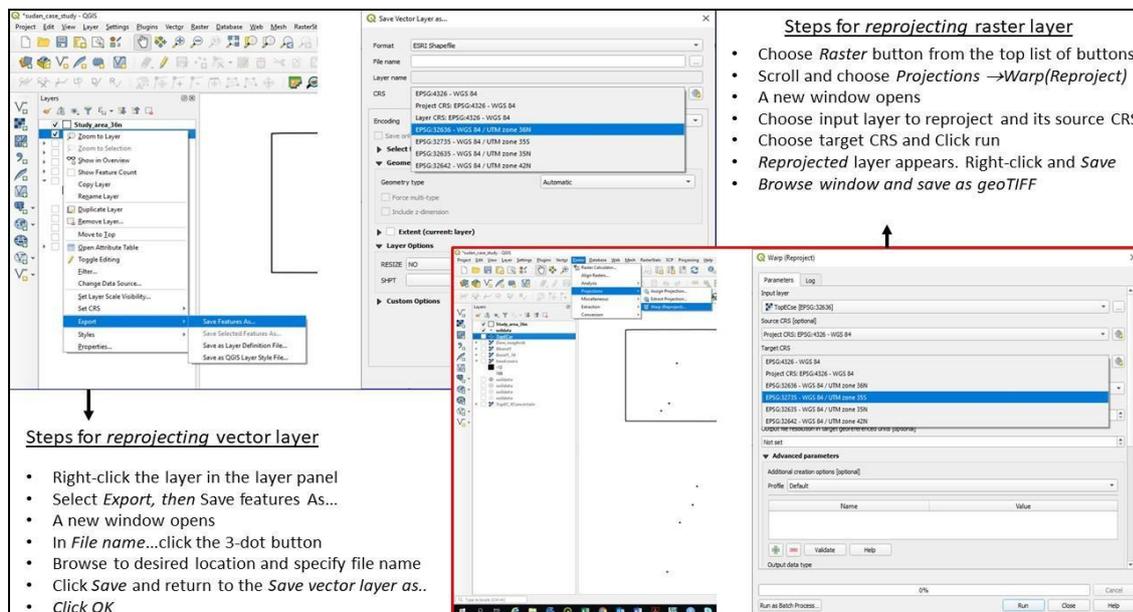


Figura 4.6: Reproyección de las capas SIG en QGIS

Pasos para reproyectar capas raster

- Ingrese a la pestaña **Raster** de la Barra de herramientas.
- Desplácese en la pantalla y elija **Proyecciones/ Reprojectar**, se abre una nueva ventana.
- Elija la capa de entrada para reproyectar y su SCR de origen.
- Elija la SCR de destino y haga clic en **run** (procesar).
- Aparecerá la capa **Reproyectada**. Haga clic derecho del mouse y elija la opción **Guardar**.
- Navegue en la ventana y guarde en formato **geoTIFF**.

Pasos para reproyectar capa vectoriales

- Haga clic derecho del mouse en el panel de **Capas**, en la Barra de herramientas.
- Seleccione **Exportar / Save features As...**
- Se abre una nueva ventana.

- En *Nombre del archivo*, haga clic en el botón de 3 puntos.
- Navegue hasta la ubicación deseada y regrese a *Guardar capa vector como...*
- Haga clic en OK.

(b) Armonización del formato de capas

No todas las capas SIG se encuentran disponibles en un formato de archivo uniforme. En ocasiones, los factores formadores del suelo como el mapa del suelo, la geología y los tipos de cobertura terrestre solo se encuentran disponibles como archivos de vectores poligonales (e.g., shapefile). La armonización de los formatos de capas SIG intenta convertir los archivos vectoriales en formatos raster. Con excepción de los datos de perfil del suelo, todas las capas SIG para el mapeo de suelos afectados por salinidad necesitan ser capas raster. La conversión de archivos vectoriales en datos raster es una operación SIG usada para armonizar los polígonos vectoriales y convertirlos en tipos de datos raster. Algunas de las operaciones requeridas previamente a la armonización, entre vectores y datos raster, incluyen la armonización de la proyección, la identificación del atributo del polígono de destino que se usará en la conversión, la decisión sobre la resolución de pixel de destino del mapa raster final y la limpieza de datos faltantes, los errores de topología y los errores asociados en la entrada de datos. La Figura 4.3 ilustra los pasos para la conversión en QGIS, de un vector a raster.

Steps for Vector-to-raster conversion

1. Select the vector layer to rasterize
2. Right-click and open attribute table
3. Inspect the attribute for rasterizing
4. An integer attribute may be created at this stage if needed
5. Activate the Processing Toolbox
6. Type *rasterize* in the search window
7. Select *Rasterize* function under SAGA

8. A *Rasterize* window will appear when the SAGA function is activated

9. Choose the vector file in the scroll-down under *Shapes* option

10. Select the attribute for rasterizing

11. Change the cellsize to the desired value. Here remember to use suitable values depending on the harmonized CRS

12. Click *Run* to launch the process

13. A *Rasterize* layer will be added into the View after successful process

14. Save the output as geoTIFF

Figura 4.7: Pasos para la conversión de vectores en datos raster en QGIS

Pasos para convertir Vectores en datos raster

1. Seleccione la capa vectorial que será rasterizada.
2. Haga clic derecho y abra la tabla de atributos.
3. Inspeccione el atributo para rasterizar.
4. En esta etapa podrá crearse un atributo entero de ser necesario.
5. Activar la Caja de herramientas de procesamiento.
6. Escribir *Rasterizar* en la ventana de búsqueda.
7. Seleccione la función *Rasterizar* bajo SAGA.
8. Aparecerá la ventana *Rasterizar* al activar la función SAGA.
9. Elija el archivo vectorial en el menú desplegado bajo la opción *Shapes*.
10. Seleccione el atributo para rasterizar.

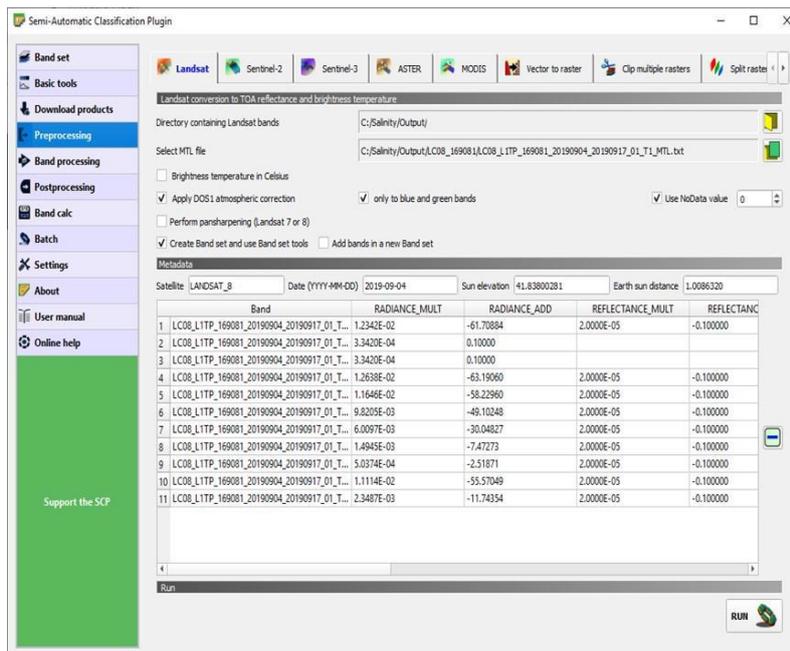
11. Cambie el tamaño de celda al valor deseado. Recuerde que aquí usará valores apropiados dependiendo del SCR armonizado.
12. Haga clic en *Run* (procesar) para iniciar el proceso.
13. Se agregará una capa rasterizada a la Ventana después de un proceso exitoso.
14. Guarde la salida como geoTIFF.

(c) Corrección de imágenes

Las imágenes de sensores remotos descargables en forma gratuita tienen características variadas que requieren de armonización antes de su aplicación en la modelación de suelos afectados por salinidad. Estas características van desde diferencias en extensión espacial, números digitales de imágenes, modelos de conversión de imágenes hasta reflectancia de la superficie terrestre y formato del archivo descargado. La mayoría de las imágenes descargadas están envueltas en archivos comprimidos como .zip, .rar or .gz. Es necesario desempacarlas en formatos de archivo SIG usados comúnmente como sucede con los archivos geoTIFF, ASCII, HDF, etc. Los programas computacionales como WinZip o WinRar o 7-Zip descomprimen los archivos en una carpeta de destino preferente (como C:/Salinidad/Salida). Algunas veces el archivo descomprimido aún puede contener archivos comprimidos y es necesario contar con otro tipo de extractor para abrir estos archivos SIG. Es importante que los diferentes archivos comprimidos sean descomprimidos en diferentes carpetas para evitar sobrescribir en los metarchivos y para procesar cada archivo independientemente. El *Plugin* de Clasificación Semi-automática (PCS) en QGIS, ofrece una manera rápida de corrección geométrica y radiométrica simultánea de las imágenes de sensores remotos. El *plugin* tiene muchas funciones para manejar diferentes tipos de imágenes de sensores remotos como Landsat, Sentinel-3, ASTER, MODIS, etc. La Figura 4.4 ilustra la forma en que estos tipos de imágenes son corregidos utilizando el *plugin* CSA en QGIS.

Pasos para la corrección de imágenes usando clasificación semi-automática (CAS)

1. Seleccione y establezca el sistema de coordenadas de referencia (SCR) operable para la ventana QGIS. Se prefiere el SCR armonizado.
2. Inicie el *plugin*.
3. Seleccione el botón de *Preprocesamiento*.
4. Seleccione el tipo de imagen (por ejemplo, Landsat).
5. En la opción contiene las bandas del Landsat: Seleccione la carpeta que contiene las imágenes descomprimidas de Landsat. Las carpetas se procesan una a la vez.
6. Seleccione el archivo MTL que es un archivo de texto con MTL al final del nombre del archivo.
7. Si el tipo de imagen es Sentinel-2, el nombre del archivo de texto termina con MSI.
8. Haga clic en *Run* para ejecutar el comando. Aparecerá un mensaje para elegir la carpeta de salida. Se prefiere la carpeta con la imagen descargada (paso 4 que antecede).
9. Si el tipo de imagen es MODIS, no hay necesidad del archivo de texto puesto que la información ya está contenida en el archivo de encabezado.
10. La imagen corregida estará localizada en la ventana de visualización QGIS.
11. Repita los pasos para todas las escenas de imágenes descargadas.



Steps for image correction using SAC

1. Select and set the working CRS for the QGIS window. Harmonized CRS is preferred
2. Launch the plugin
3. Select *Preprocessing* button
4. Select the image type (say Landsat)
5. In front of the *Directory containing landsat bands*: Select the folder containing the unpacked Landsat images. Each folder is processed at a time
6. Select the MTL file, which is a textfile with MTL at the end of the file name.
7. If the image type is Sentinel-2, the textfile name ends with MSI
8. Click *Run* to execute the command. A prompt for choosing the output folder comes up. The folder with the downloaded image (step 4 above) is preferred
9. If the image type is MODIS, the no need for the textfile since the information is already contained in the header-file.
10. The corrected image images will be loaded into the QGIS view window.
11. Repeat the steps for all downloaded image scenes

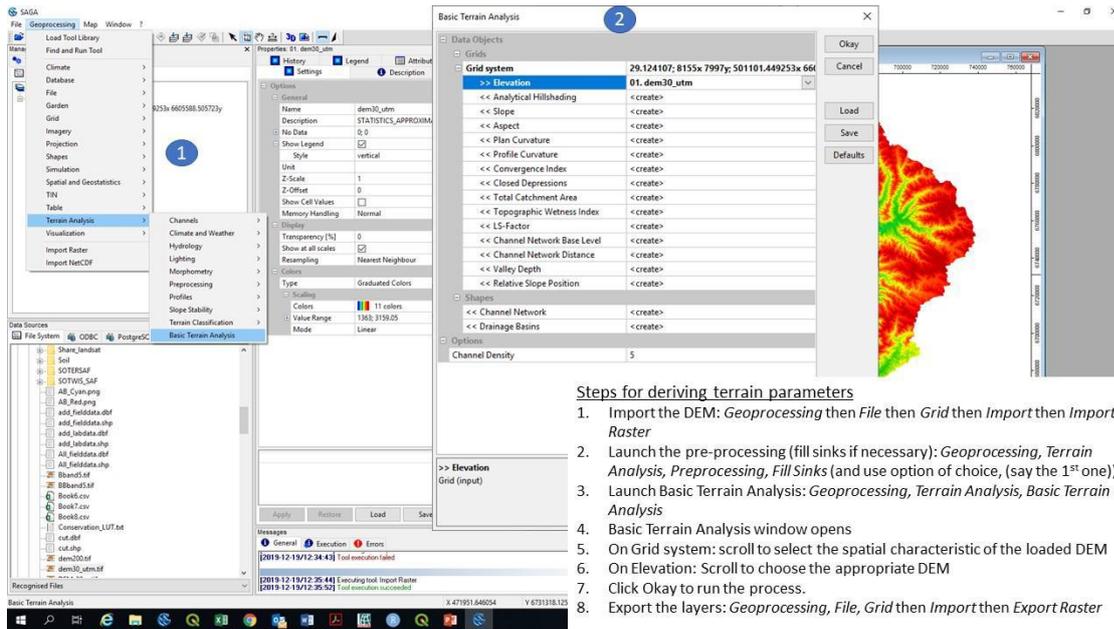
Figura 4.8: Procesamiento de imágenes usando el complemento de clasificación semiautomático

(d) Modelamiento digital del terreno

El modelamiento del terreno se centra en la determinación de los parámetros de relieve que influyen sobre la formación del suelo o el traslado de las sales del suelo durante la lixiviación, el escurrimiento o la erosión eólica. Los parámetros de relieve son atributos primarios o secundarios. Los atributos primarios se derivan de la altitud y la ubicación direccional de la superficie topográfica. Éstas incluyen pendiente, aspecto, curvatura, acumulación de flujos y zona tributaria del flujo ascendente. Los atributos secundarios se obtienen de la altitud y los derivados de los atributos primarios. Incluyen índices como el índice de humedad topográfica, el índice topográfico compuesto, el índice de potencia de la corriente, etc. El programa SAGA tiene un módulo para desarrollar 14 parámetros de terreno de la entrada del Modelo de Elevación Digital (en adelante MED) (Figura 4.5).

Imágenes ara derivar parámetros del terreno

1. Importar el MED: Ingresar a *Geoprocesamiento, Archivo / Cuadrícula / Importar datos Raster*.
2. Inicie el pre-procesamiento (llenar los sumideros de ser necesario): *Geoprocesamiento / Análisis del Terreno / Preprocesamiento*. Llenar Sumideros (y usar la opción de elección (por decir, la 1st one)).
3. Inicie el Análisis Básico del Terreno: *Geoprocesamiento / Análisis del Terreno / Análisis Básico del Terreno*.
4. Se abre la ventana de *Análisis Básico del Terreno*.
5. En el Sistema de cuadrícula: desplácese para seleccionar las características espaciales del MED.
6. En Elevación: desplácese para elegir el MED apropiado.
7. Haga clic en OK para ejecutar el proceso.
8. Exporte las capas: *Geoprocesamiento / Archivo / Cuadrícula. Exportar Raster*.



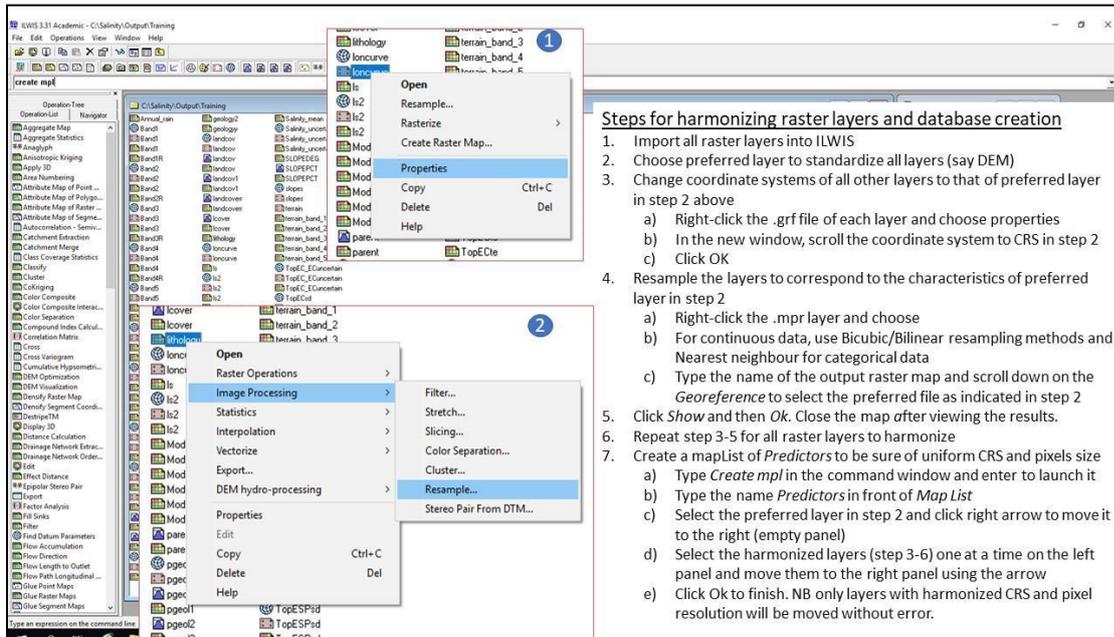
Steps for deriving terrain parameters

1. Import the DEM: *Geoprocessing* then *File* then *Grid* then *Import* then *Import Raster*
2. Launch the pre-processing (fill sinks if necessary): *Geoprocessing*, *Terrain Analysis*, *Preprocessing*, *Fill Sinks* (and use option of choice, (say the 1st one))
3. Launch Basic Terrain Analysis: *Geoprocessing*, *Terrain Analysis*, *Basic Terrain Analysis*
4. Basic Terrain Analysis window opens
5. On Grid system: scroll to select the spatial characteristic of the loaded DEM
6. On Elevation: Scroll to choose the appropriate DEM
7. Click Okay to run the process.
8. Export the layers: *Geoprocessing*, *File*, *Grid* then *Import* then *Export Raster*

Figura 4.9: Pasos para el análisis digital del terreno en SAGA

(e) Base de datos del SIG Final

Todos los datos espaciales en la base de datos del SIG deben tener un sistema de referencia de coordenadas (SCR) uniforme (es decir un SCR armonizado). Además, todas las capas de datos raster deben tener una resolución de píxeles uniforme. La resolución de píxeles uniforme se obtiene por el remuestreo de todas capas de datos raster para que queden en la resolución espacial preferida. Una lista de mapas en ILWIS es una forma de garantizar que todas las capas de datos raster armonizadas tengan un sistema de referencia de coordenadas (SCR) y una resolución de píxeles uniforme. La Figura 4.6 contiene los pasos para crear una lista de mapas de capas de datos raster armonizados.



Steps for harmonizing raster layers and database creation

1. Import all raster layers into ILWIS
2. Choose preferred layer to standardize all layers (say DEM)
3. Change coordinate systems of all other layers to that of preferred layer in step 2 above
 - a) Right-click the .grf file of each layer and choose properties
 - b) In the new window, scroll the coordinate system to CRS in step 2
 - c) Click OK
4. Resample the layers to correspond to the characteristics of preferred layer in step 2
 - a) Right-click the .mrl layer and choose
 - b) For continuous data, use Bicubic/Bilinear resampling methods and Nearest neighbour for categorical data
 - c) Type the name of the output raster map and scroll down on the *Georeference* to select the preferred file as indicated in step 2
5. Click *Show* and then *Ok*. Close the map after viewing the results.
6. Repeat step 3-5 for all raster layers to harmonize
7. Create a mapList of *Predictors* to be sure of uniform CRS and pixels size
 - a) Type *Create mpl* in the command window and enter to launch it
 - b) Type the name *Predictors* in front of *Map List*
 - c) Select the preferred layer in step 2 and click right arrow to move it to the right (empty panel)
 - d) Select the harmonized layers (step 3-6) one at a time on the left panel and move them to the right panel using the arrow
 - e) Click Ok to finish. NB only layers with harmonized CRS and pixel resolution will be moved without error.

Figura 4.10: Creación de una base de datos (SIG) espacialmente armonizada en ILWIS

Pasos para armonizar las capas de datos raster y la creación de bases de datos

1. Importe todas las capas de datos raster a ILWIS.
2. Elija la *capa base* para uniformizar todas las capas, (por decir el MED).
3. Cambie los sistemas de coordenadas de todas las capas por los de la capa base en el paso 2 que antecede.
 - a) Haga clic derecho del mouse en *.grf file* de cada capa y elija las propiedades.
 - b) En la nueva ventana, desplace el sistema de coordenadas hasta SCR en el paso 2.
 - c) Haga clic para indicar OK.
4. Haga el remuestreo de las capas para que correspondan con las características de la *capa base* en el paso 2.
 - a) Haga click derecho del mouse en la capa *.mpr* y elija:
 - b) Para datos continuos utilice los métodos de remuestreo *Bicubic/Bilinear* y *Nearest Neighbors* para los datos categóricos.
 - c) Escriba el nombre del mapa raster de salida y desplácese hacia *Georeference* para seleccionar el archivo base.
5. Haga clic en *Show* y posteriormente indique *OK*. Cierre el mapa después de ver los resultados.
6. Repita los pasos 3 - 5 para armonizar todas las capas de datos raster.
7. Cree una lista de mapas de los Predictores para asegurarse que el SCR y el tamaño del pixel sean uniformes.
 - a) Escriba *Create mpl* en la ventana de comandos e ingrese para iniciarla.
 - b) Escriba el nombre *Predictors* frente a la *Lista de Mapas*.
 - c) Seleccione la capa base en el paso 2 y haga clic en la flecha derecha para desplazarla hacia la derecha (panel vacío).
 - d) Seleccione las capas armonizadas (pasos 3 – 6), una a la vez, en el panel izquierdo y desplácelas hacia el panel derecho utilizando la flecha.
 - e) Haga clic en OK para terminar. Nota: solo las capas con sistemas de coordenadas de referencia (SCR) y resoluciones de pixeles armonizados serán desplazadas sin error.

5 Resultados

Se espera que cada uno de los participantes produzca lo siguiente al final de esta lección:

1. Una base de datos organizada de indicadores de suelos afectados por salinidad (CE, pH, PSI);
2. Una base de datos organizada de las capas SIG (cobertura terrestre, clima, geología, imágenes, MED, mapa del suelo, etc.);
3. Instalación de programas de computación para el mapeo de suelos afectados por salinidad.



Gracias al apoyo financiero de



Ministerio de Finanzas de la
Federación de Rusia



Comisión
Europea



Rural Development
Administration

