



Infraestructura de Datos Espaciales
Comisión Nacional de Actividades Espaciales

SAOCOM

**Mapa de humedad del perfil de suelo
integrado hasta 50cm krigeado (MSMKR)**

Producto: MSMKR

Manual de usuario de productos

Autor: Homero F. Lozza

Fecha: 14/05/2024

Edición: b01

Código: CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_ManualUsuarios_e01

	NOMBRE	DEPENDENCIA	FECHA
AUTORES	Homero F. Lozza	UA - SgAyP - GOT	14/05/2024
REVISADO	Verónica Montenegro	ADeSA - SgSU - GVT	07/12/2023
	Nathalie Horlent	SgPSE - GVT	06/12/2023
APROBADO	Álvaro Soldano	SgAyP - GOT	14/05/2024

EDICIÓN	FECHA	CAMBIOS REALIZADOS
e01	14-05-2024	Versión inicial del documento.

DOCUMENTOS APLICABLES		
Nº	CÓDIGO	TÍTULO
DA1	SAO-USS-DD-00021-A	Software Design Document SAS DSS batch

DOCUMENTOS DE REFERENCIA		
Nº	CÓDIGO	TÍTULO
DR1	SAO-GRS-PT-00002-D	Ground Segment Product Tree
DR2	SAO-SYS-LI-00001-B	SAOCOM Mission Glossary of Terms and Acronyms

Índice

1. Sobre el documento	4
1.1. Objetivo	4
1.2. Alcance	4
1.3. Lista de acrónimos y abreviaturas	4
2. Introducción	4
3. Obtención del producto Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado (MSMKR)	5
3.1. Modelo, datos de entrada y procesamiento	5
3.2. Limitaciones del modelo y/o producto	6
4. Resultados	6
5. Validación del producto	6
5.1. Procedimiento	8
5.2. Evaluación de los resultados	8
6. Descripción del producto	10
6.1. Nombre del archivo	10
6.2. Contenido del paquete de producto	11
6.3. Formato del archivo	11
6.4. Características del producto	11
6.4.1. Rango	11
6.4.2. Proyección	12
6.4.3. Resolución espacial	12
6.4.4. Resolución temporal	12
6.5. Política de datos	12
6.6. Acceso	13
6.6.1. Visualización a través del GEOPortal	13
6.6.2. Acceso a los productos como Servicio Web de Mapas (WMS)	13
6.6.3. Descarga del producto, sus metadatos y documentación asociada	13
6.7. Contacto	13
Referencias	13
Apéndice A. Primer apéndice: metadatos	15

1. Sobre el documento

1.1. Objetivo

El presente documento tiene como objetivo describir al Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado publicado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y que pertenece a la familia de productos de alto nivel derivados de la misión SAOCOM.

1.2. Alcance

Este documento está destinado a la comunidad técnico-científica y público en general.

1.3. Lista de acrónimos y abreviaturas

ADeSA	Área de Desarrollos y Soluciones Ambientales
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones (por su nombre en inglés: Application Programming Interface)
CONAE	Comisión Nacional de Actividades Espaciales
GOT	Gerencia de Observación de la Tierra
GVT	Gerencia de Vinculación Tecnológica
HS	Humedad de Suelo
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
KO	Kriging Ordinario
MSM	Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm (por su nombre en inglés: Modeled Soil Moisture)
MSMKR	Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado (por su nombre en inglés: Modeled Soil Moisture Kriged)
ROI	Región de Interés (por su nombre en inglés: Region Of Interest)
SAOCOM	Satélite de Observación con Microondas
SgAyP	Subgerencia de Aplicaciones y Productos
SgPSE	Subgerencia de Promoción del Sector Espacial
SgSU	Subgerencia de Servicios al Usuario
SIG	Sistema de Información Geográfica
UA	Unidad de Aplicaciones
VST	Visor de Series Temporales de la humedad en el perfil de suelo
WMS	Servicio Web de Mapas (por su nombre en inglés: Web Mapping Service)

2. Introducción

Desde comienzos de los años 2020, la CONAE ha venido publicando colecciones de datos vinculadas a la estimación y el seguimiento de la Humedad de Suelo (HS). El procesador para estos productos se desarrolló en simultáneo con las plataformas SAOCOM de manera que sus resultados ya estuvieran disponibles poco después de la puesta en órbita de los satélites. Así, desde mayo de 2020 se publica y distribuye el Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm (MSM) que representa un promedio del contenido de agua en las primeras capas de suelo dentro la Región Pampeana [1]. Asimismo, estos productos fueron

potenciados con los avances en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de la CONAE que ampliaron los canales de acceso para su búsqueda, descarga y utilización. Actualmente, el acceso a esta información geoespacial comprende las siguientes tres vías: i) el GEOCatálogo de metadatos [2], ii) los servicios WMS, y iii) el GEOPortal [3]. La sinergia entre la IDE y el interés en los datos abiertos de HS derivados de la misión SAOCOM ha favorecido la popularidad de los productos del tipo MSM. Más aún, la buena aceptación de este desarrollo animó la elaboración de otros productos originados en la misión SAOCOM y disponibles a través de los GEOServicios. Así, se acrecentó la oferta de productos con los mapas de escenarios de rinde para los principales cultivos de la Región Pampeana.

Asimismo, estos antecedentes positivos impulsaron la construcción del Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado (MSMKR) sobre los logros del MSM como una mejora en la representación de la variabilidad espacial. Recordamos que los productos del tipo MSM asignan el mismo valor a un área que definimos como homogénea. Las son áreas que comparten las mismas entradas al modelo de simulación, típicamente, la textura del suelo. Esta asignación representa un primer paso para la espacialización de los resultados obtenidos aplicando secuencialmente el mismo núcleo de procesamiento a diferentes sitios.

El MSMKR es un avance en el proceso de espacialización de los resultados sobre la Región Pampeana. En este caso, los resultados ya no se asignan a cada polígono que representa la sino a sus respectivos centroides. Aplicando la técnica de Kriging Ordinario (KO) con corrección de tendencia se puede construir una grilla regular que cubra la misma área. De esta manera, se eliminan bordes espurios entre contiguas y se espera una estimación más precisa respaldada en el modelo de kriging que asegura el mejor estimador lineal no sesgado.

En las secciones siguientes se presenta una breve descripción de los procedimientos aplicados para obtener este nuevo producto que denominamos MSMKR. Asimismo, se compara mediante un ejemplo la transformación del producto MSM en el MSMKR. Posteriormente, se propone una evaluación comparando los resultados del producto MSMKR con las estimaciones para la zona radicular [4] derivadas de la misión SMAP de la NASA [5]. Finalmente, se menciona que su distribución diaria se incorpora a la plataforma de GEOServicios de la CONAE [6] que habilita su lectura a través de un navegador de Internet (GEOPortal) [3] o la búsqueda y descarga para su procesamiento local (GEOCatálogo de Metadatos) [2] por usuarios avanzados con software de sistemas de información geográfica (SIGs).

3. Obtención del producto MSMKR

El producto MSMKR se obtiene luego de un procesamiento adicional que incorpora la técnica de KO con corrección de tendencias sobre los datos del producto MSM. El código implementado se desarrolló en lenguaje Python3 haciendo uso intensivo del paquete GDAL/OGR [7], para el manejo de archivos de datos geoespaciales, y del paquete PyKriging [8], para el cómputo de los semivariogramas y el krigado propiamente. El producto generado es un mapa en formato GeoTiff que almacena las humedades promedio, en porcentajes, para los primeros 50cm de suelo calculadas sobre cada píxel luego de aplicar la técnica de KO con corrección de tendencias sobre toda la Región Pampeana.

3.1. Modelo, datos de entrada y procesamiento

El Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado (MSMKR) se deriva del Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm (MSM) cuyo procesamiento se ilustra en la figura 1. Brevemente, consiste en aplicar la técnica de Kriging Ordinario (KO) con corrección de tendencias, la cual

toma los valores en los centroides de los polígonos que representan las como puntos de calibración para el modelo lineal. En primer lugar, se remueve la tendencia restando los valores a un plano que descuenta la media. Luego, el semivariograma, que representa la dependencia entre las lecturas a diferentes distancias, se ajusta a un modelo esférico utilizando un proceso de optimización automático. Posteriormente, se realiza el krigeadado sobre una grilla gruesa de tamaño similar a la mínima distancia entre centroides de . Finalmente, se pasa a una grilla fina mediante interpolación bilineal y se suma la tendencia. Este doble juego de grillas permite obtener resultados similares a los que se obtendrían con el krigeadado directamente sobre la grilla fina pero demandando un menor tiempo de cómputo.

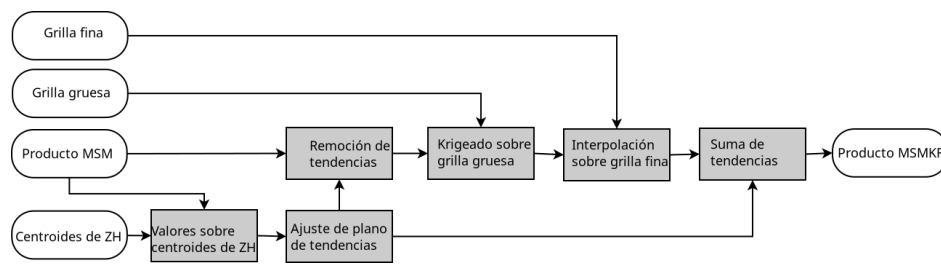


Figura 1: Flujo para la generación del producto MSMKR sobre la Región Pampeana.

3.2. Limitaciones del modelo y/o producto

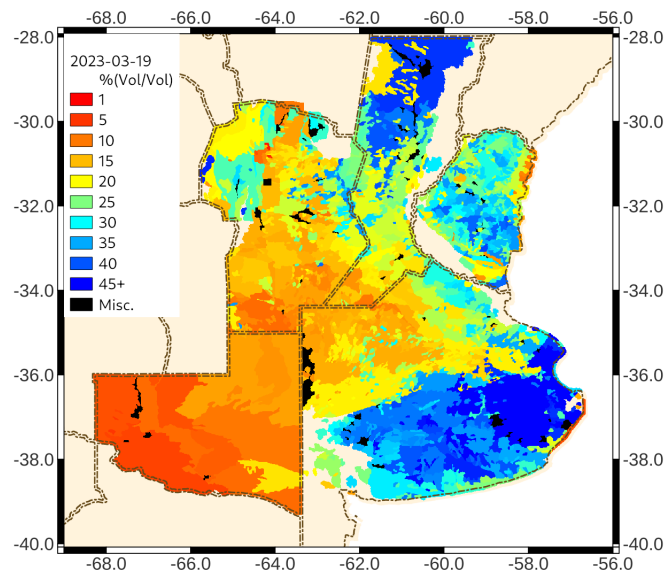
En primer lugar, se deben considerar las limitaciones del producto de base MSM abordadas en su manual de usuario [1]. Ciertamente, la técnica de KO asegura la mejor estimación lineal no sesgada que se puede reconstruir a partir del conjunto de valores y sitios de cómputo disponibles. Sin embargo, el mapa se presenta con una grilla de 0.01° compatible con el mejor detalle de los datos de entrada al producto de base.

4. Resultados

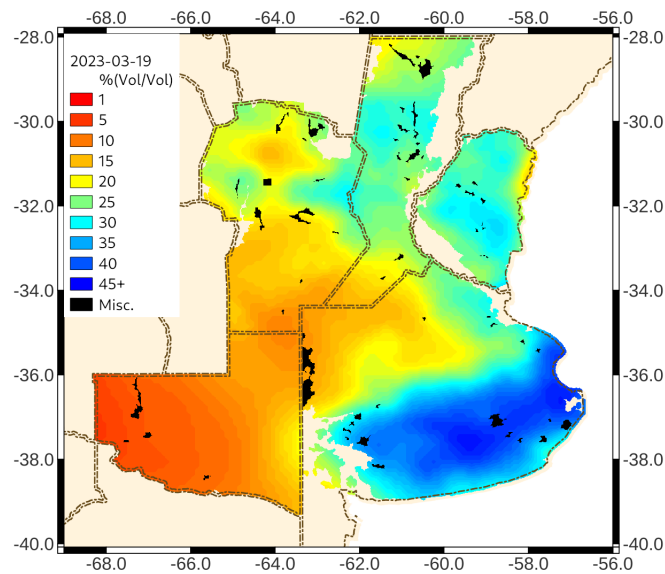
La figura 2 ilustra el resultado de la transformación de un producto del tipo MSM en el producto del tipo MSMKR. La figura 2(b) muestra el resultado de aplicar la técnica de KO con corrección de tendencias a las humedades promedio en los primeros 50cm del perfil de suelo para el día 19 de marzo de 2023. Los colores permiten distinguir los valores de humedad tomando tonos cálidos para los contenidos más bajos y tonos fríos para los más altos. A modo de comparación, la figura 2(a) muestra el mapa de humedad del perfil de suelo por que dio origen al nuevo producto. Observamos la eliminación de bordes espurios entre contiguas ya que la técnica de KO permite extender los valores a toda el área de cobertura con continuidad.

5. Validación del producto

En esta sección proponemos una estrategia de evaluación del producto MSMKR basada en la intercomparación con datos de HS dentro de la zona radicular derivados de la misión SMAP [4]. Según nuestro mejor conocimiento, actualmente ésta es la única fuente de datos independientes que estima diariamente el contenido de agua integrado hasta 1m de profundidad y cuya cobertura se solapa con nuestra Región de Interés (ROI). Si bien no estaríamos comparando estrictamente las mismas profundidades, consideramos el análisis válido en cuanto ambos informan sobre una misma magnitud física cuya variación



(a) Producto MSM que asigna idénticos contenidos volumétricos de agua a los píxeles dentro de una misma .



(b) Producto MSMKR que asigna los contenidos volumétricos de agua a cada píxel luego de aplicar la técnica de KO con corrección de tendencias.

Figura 2: Comparativa de los mapas de humedad en el perfil de suelo integrado hasta los 50cm de profundidad emitidos para el día 19 de marzo de 2023 sobre la Región Pampeana.

se suaviza con la profundidad. Por el contrario, el mismo argumento nos lleva a desestimar las comparaciones con datos de HS superficial.

Los datos geofísicos SPL4SMGP de Nivel 4 de la misión SMAP se proveen cada 3 horas sobre una grilla de 9km de igual área. El acceso a los mismos se realizó de manera programática empleando la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) del portal NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center (NSIDC DAAC) [9]. Particularmente, descargamos los productos para la 01:30UTC (22:30HOA) que se corresponderían mejor con el producto MSMKR distribuido para el cierre del mismo día. Recordamos que los productos de Nivel 4 de la Misión SMAP han sido sometidos a un extenso plan de validación que, a priori, otorga más fortaleza a los resultados de este análisis [9].

Por otro lado, encaramos otro estudio que se presenta junto al Manual de Usuario del Visor de Series Temporales de la humedad en el perfil de suelo (VST) [10]. Este servicio ofrecido por la CONAE recupera y representa las series de HS en sitios seleccionados por el usuario. Esta facilidad habilita la evaluación del modelo de simulación mediante la comparación de sus salidas con las observaciones in-situ de 11 sensores de HS instalados entre 50cm y 1m de profundidad en diferentes localidades de la Región Pampeana. Dejamos para dicho documento el análisis de los acuerdos puntuales entre los registros de los sensores in-situ y las estimaciones del modelo mientras que aquí nos concentramos en el análisis regional del producto MSMKR que, ciertamente, se deriva del mismo núcleo de procesamiento.

5.1. Procedimiento

La propuesta es estudiar las estimaciones diarias del producto MSMKR durante el período comprendido entre el 1 de junio de 2020 y el 31 de octubre de 2023 comparándolas con las predicciones del producto SPL4SMGP para la HS en la zona radicular recortado a las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Santa Fe. Para esto, cada uno de los producto MSMKR se llevaron de su grilla inicial de 1km de lado a otra de, aproximadamente, 9km compatible con la del producto SPL4SMGP. De esta manera, es posible realizar la diferencia píxel a píxel y calcular estadísticos tanto entre mapas de una misma fecha como para puntos a lo largo del tiempo.

Dado que el producto SPL4SMGP se ha sometido a un extenso plan de validación, a priori, se esperaría una relación lineal en la respuesta de ambos productos a la misma magnitud observada. Así, además de calcular la media y desviación estándar para la diferencia de las predicciones diarias, se plantearon correlaciones y una regresión lineal para el conjunto completo de datos expresada por

$$\theta_i^{\text{SPL4SMGP}} = \beta_0 + \beta_1 \theta_i^{\text{MSMKR}} + \epsilon_i, \quad (1)$$

donde $\theta_i^{\text{SPL4SMGP}}$ representa la HS del producto SPL4SMGP y θ_i^{MSMKR} es la HS recuperada del producto MSMKR, ambas leídas del mismo píxel i . Las diversas fuentes desconocidas para la variabilidad se reunieron bajo el término ϵ_i .

5.2. Evaluación de los resultados

La media de las diferencias de las predicciones diarias entre los productos MSMKR y SPL4SMGP es de 5.8 % (Vol/Vol) para los más de 3 años de datos considerados. Asimismo, la desviación estándar de las diferencias es de 7.5 % (Vol/Vol). Si bien la desviación estándar es algo mayor que el requerimiento sobre los productos SPL4SMGP permitiría sostener que ambos productos estiman una misma magnitud física.

La tabla 1 resume los valores obtenidos luego de la regresión y los coeficientes que califican la calidad del ajuste lineal. Los resultados son compatibles con la interpretación de que ambos productos estarían estimando

la HS en la zona radicular aunque existirían diferentes fuentes de error que son incorporadas parcialmente en sus predicciones.

β_0	β_1	Coef. correlación	R^2
3.0	0.63	0.68	0.46

Tabla 1: Resumen de coeficientes de regresión calculados entre los valores del producto MSMKR y el producto SPL4SMGP para la HS en la zona radicular. El cómputo se realizó sobre el área que cubren las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Santa Fe para el período entre el 1 de junio de 2020 y el 31 de octubre de 2023. Particularmente, aquí se desecharon las observaciones del producto SPL4SMGP sobre el Sistema de Tandilia y Ventania por recuperar valores superiores al 50 % de HS sin sentido físico.

En este punto queremos notar que el producto SPL4SMGP a pesar de respaldarse en un amplio plan de validación aún informa valores erróneos sobre el Sistema de Tandilia y Ventania. En esta área y a lo largo de los años se han informado valores de HS inconsistentes cercanos al 90 %. Ciertamente, esta área se ha enmascarado en los cálculos anteriores aunque sí se deja a consideración del lector en la figura 3.

La figura 3 presenta mapas para la media de las diferencias (fig. 3(a)), la desviación estándar de las diferencias (fig. 3(b)) y la correlación (fig. 3(c)) entre cada par de píxeles de una misma fecha a lo largo de la serie de más de 3 años de datos. Se destaca en la figura 3(a) sesgos superiores al 50 % de humedad entre las estimaciones de ambos productos en el área del Sistema Tandilia y Ventania. Como mencionamos anteriormente, esto se debe a la presencia de valores sin sentido físico dentro del producto SPL4SMGP. Quitando la mirada de esta zona, en general, los estadísticos serían compatibles con los resultados globales obtenidos previamente.

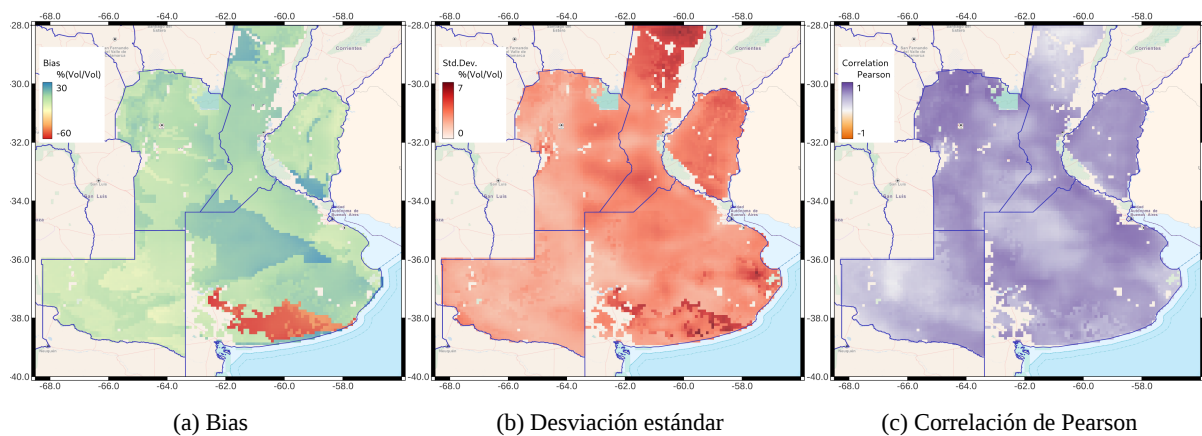


Figura 3: Mapa de los estadísticos calculados en cada píxel para la serie de diferencias de valores entre los producto SPL4SMGP y MSMKR en la zona radicular desde el 1 de junio de 2020 hasta el 31 de octubre de 2023.

Asimismo, en la figura 4 presentamos la evolución temporal de los principales estadísticos obtenidos en cada fecha para la diferencia entre los mapas asociados al producto MSMKR y al producto SPL4SMGP, y sus correlaciones. Estos resultados no presentan una estacionalidad marcada lo que admitiría la validez de los comportamientos observados independientemente de la estación del año.

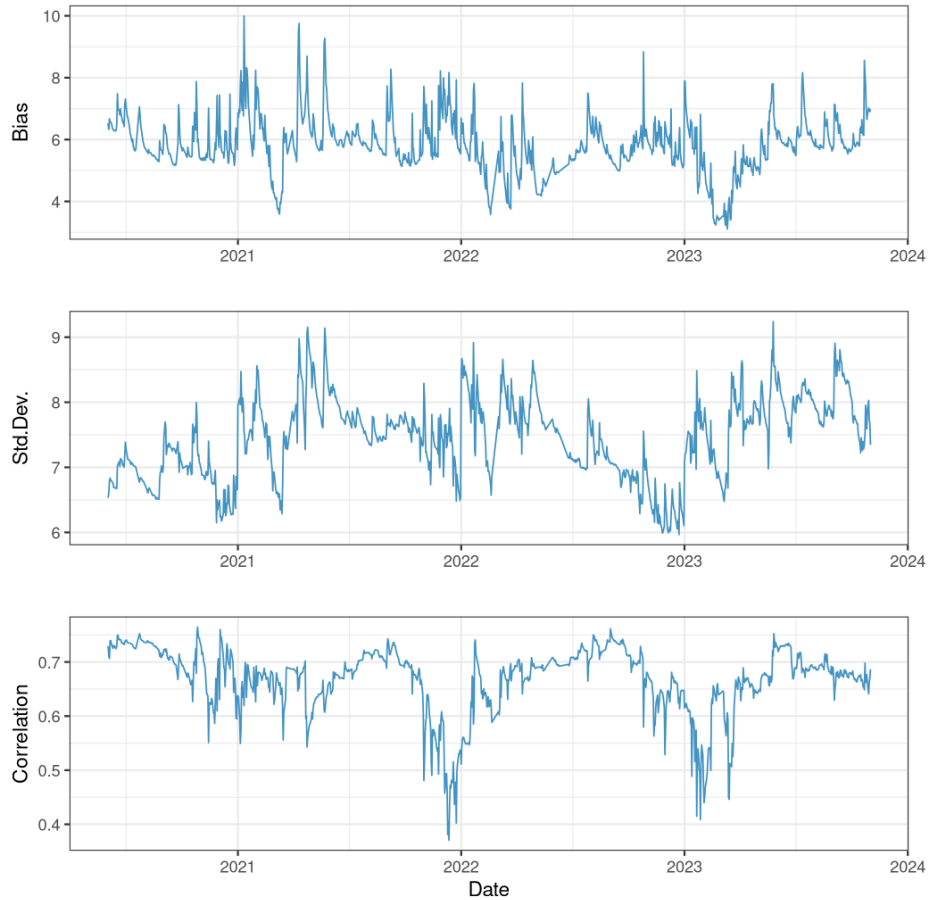


Figura 4: Evolución de los estadísticos de las diferencias entre los mapas diarios de HS en la zona radicular dados por los productos SPL4SMGP y MSMKR, y sus correlaciones.

6. Descripción del producto

6.1. Nombre del archivo

El nombre de los productos de valor agregado generados en este proyecto sigue los estándares de CONAE y se describe en el siguiente ejemplo para la nomenclatura del producto “Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado” para el día 19 de marzo de 2023. En color se resaltan los campos variables entre los distintos productos pertenecientes a la serie:

CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_20230319_v001

CONAE: prefijo que llevan todos los productos generados y/o distribuidos por “CONAE”.

MOD: se refiere a la **clase** a la que corresponde el producto, en este caso es “modelizaciones complejas”. Estos productos son generados a partir de la aplicación de modelos con fuentes de información diversa y compleja.

MHS: se refiere al **tipo de modelo** a partir de cuyos valores se genera el producto, aquí corresponde a “modelos de humedad de suelo”.

DSS: se refiere al **nombre del modelo** a partir de cuyos datos se genera el producto, aquí corresponde a modelos basados en el sistema de toma de decisiones (en inglés: Decision Support System) para la agricultura de la CONAE.

MSMKR: hace referencia al **tipo de producto**, en este caso “Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado”.

20230319: hace referencia a la **fecha** que se asigna a los datos. El campo presenta el formato “aaaammdd”, donde aaaa corresponde al año (4 caracteres), mm al mes (2 caracteres: de 01 a 12) y dd al día (2 caracteres: de 01 a 31). Por ejemplo: 20230319, para el día 19 de marzo del año 2023.

v001: versión de la colección o del procesador ofrecido por la CONAE.

6.2. Contenido del paquete de producto

Cada producto se descarga en una carpeta comprimida en formato ZIP que contiene:

1. Producto “MSMKR”, en formato “GeoTiff”.
2. Metadatos del producto “MSMKR”, en formato “XML”. La descripción de los campos se encuentra en el Apéndice A.
3. Archivo de imagen de previsualización del producto “MSMKR”, en formato “PNG”.

El dato ráster contiene una sola banda con la humedad, en porcentaje, del perfil de suelo integrado hasta los 50cm krigado.

6.3. Formato del archivo

Los mapas correspondientes al producto MSMKR se distribuyen en formato GeoTiff lo que facilita su interoperabilidad con una amplia oferta de software SIG.

6.4. Características del producto

La tabla 2 resume las características del producto MSMKR y se amplían en las próximas subsecciones.

6.4.1. Rango

El tipo de dato es Byte y, por lo tanto, el rango va de 0 a 255. El 0 codifica el dato no válido, y el 255 se reserva para misceláneas (máscaras de agua, ciudades, etc.). Los valores de 101 a 254 carecen de sentido y simplemente no se usan. Una paleta de colores asocia los valores de humedad bajos con tonos cálidos, y los altos con tonos fríos, respectivamente. Recordamos que la humedad de suelo no puede superar el valor de saturación que, dependiendo de la textura, difícilmente supera el 45 % (Vol/Vol). Por tanto, a partir del 45 % se asigna el mismo tono azul a los contenidos volumétricos que superan dicho umbral. Finalmente, el negro se destina a la categoría miscelánea.

Resolución espacial	0.01°
Resolución temporal	1 día
Latencia	>1 día
Hora local de pasada	NA
Nivel de procesamiento	L4
Sistema de referencia y proyección	EPSG:4326
Extensión espacial	68.3°O, 28.0°S; 56.3°O, 40.6°S
Formato de la imagen	GeoTiff
Contenido de la imagen	1 banda
Formato del producto	ZIP
Columnas/Filas	1200 x 1260
Tipo	Byte

Tabla 2: Características de los productos MSMKR distribuidos por la CONAE.

6.4.2. Proyección

El mapa se distribuye como dato ráster en formato GeoTiff y sistema de coordenadas geográficas EPSG:4326.

6.4.3. Resolución espacial

El producto MSMKR se deriva de los Mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm (MSM) que se generan por . El ráster de base es un arreglo de 1200 por 1260 píxeles cuadrados de 0.01° de lado, que corresponde aproximadamente a píxeles cuadrados de 1km [1]. El proceso de KO conserva la misma grilla de base buscando refinar la estimación en cada celda.

6.4.4. Resolución temporal

El producto se emite y actualiza diariamente. La fecha consignada en el nombre del producto informa que el mapa contiene los valores krigados para la humedad del perfil de suelo al final de ese mismo día.

6.5. Política de datos

La descarga y/o uso de cualquiera de estos productos SAOCOM de Nivel 2 y Superior SAOCOM implica por consiguiente la aceptación de los presentes Términos y Condiciones de Uso y el reconocimiento y respeto de los derechos de Propiedad Intelectual y de Derecho de Autor de los Productos. Se deberá indicar la siguiente leyenda “Producto SAOCOM® - ©CONAE - año de adquisición. Todos los derechos reservados” en todas las publicaciones, resultados, productos derivados y demás usos que los usuarios les den a dichos Productos.

6.6. Acceso

El producto se encuentra actualmente publicado en los catálogos en línea de CONAE; es de acceso libre y gratuito para su visualización y descarga, tal como se explica en las siguientes subsecciones.

6.6.1. Visualización a través del GEOPortal

El **GEOPortal** de CONAE puede ser accedido a través de <https://geoportal.conae.gov.ar/geoexplorer/composer/> y permite la visualización de los últimos 7 productos disponibles. En la lista de capas encontrará el producto dentro del grupo “Humedad de suelo” y subgrupo “Humedad del perfil del suelo y derivados” como **Humedad del perfil de suelo hasta 50cm krigado AAAA-MM-DD**, donde AAAA es el año, MM es el mes y DD el día asignado al producto.

6.6.2. Acceso a los productos como WMS

Estos productos pueden ser accedidos como un Servicio Web de Mapas (WMS) a través de <https://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/catalogoGeoServiciosOGC.html>, dentro del grupo “Humedad del suelo”. El acceso permite recuperar las últimas 7 capas disponibles en un servidor de mapas en línea o en un SIG.

6.6.3. Descarga del producto, sus metadatos y documentación asociada

En los GEOCatálogos de Metadatos de CONAE podrá encontrar todos los productos históricos generados y proceder a su libre descarga: <https://geocatalogos.conae.gov.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/search>.

Además, es posible acceder a la documentación asociada a estos productos, como también a todos los productos publicados por CONAE, desde <https://documentoside.conae.gov.ar/>.

6.7. Contacto

Por cualquier consulta relacionada al producto, su producción, publicación y/o aplicaciones, por favor comunicarse con la Oficina de Atención al Usuario de la CONAE a través de atencion.usuario@conae.gov.ar.

Referencias

- [1] CONAE, “MSM: Mapa de humedad del perfil de suelo estimado sobre zonas homogéneas,” CONAE, Tech. Rep., 2022. [Online]. Available: https://documentoside.conae.gov.ar/public/docs/mod/mhs/dss/msm/conae_mod_mhs_dss_msm_20210430.pdf
- [2] “GEOCatálogo de Metadatos,” CONAE. [Online]. Available: <https://geocatalogos.conae.gov.ar>
- [3] “GEOPortal,” CONAE. [Online]. Available: <https://geoportal.conae.gov.ar>
- [4] R. Reichle, G. R. De Lannoy, D. W. Koster, T. Crow, J. S. Kimball, Q. Liu, and M. Bechtold., “SMAP L4 Global 3-hourly 9 km EASE-Grid Surface and Root Zone Soil Moisture Geophysical Data, Version 7,” 2022. [Online]. Available: <https://nsidc.org/data/SPL4SMGP/versions/7>

-
- [5] NASA, “Soil Moisture Active Passive (SMAP),” NASA, Tech. Rep., 2022. [Online]. Available: <https://smap.jpl.nasa.gov/>
- [6] H. Lozza, S. Bustos Revol, M. Horlent, J. Mogadouro, J. Otero, A. Soldano, P. Thomas, I. Tropper, and M. Valderrey, “Mapas de anomalías y de variaciones interanuales de las medianas de escenarios de rinde para cultivos extensivos basados en observaciones satelitales y modelos. análisis de su producción y de su distribución a través de GEOServicios de la CONAE,” in *Anales de CAI-Congreso Argentino de AgroInformática*, 2021, pp. 146–159. [Online]. Available: <http://50jaiio.sadio.org.ar/pdfs/cai/CAI-21.pdf>
- [7] GDAL/OGR contributors, *GDAL/OGR Geospatial Data Abstraction software Library*, Open Source Geospatial Foundation, 2023. [Online]. Available: <https://gdal.org>
- [8] B. Murphy, R. Yurchak, and S. Müller, “GeoStat-Framework/PyKrige: v1.7.0 (v1.7.0),” Tech. Rep., 2022.
- [9] NASA, “NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center (NSIDC DAAC),” NASA, Tech. Rep., 2022. [Online]. Available: <https://nsidc.org/data/smap>
- [10] “Visor de series temporales de humedad en el perfil de suelo,” CONAE. [Online]. Available: https://catalogos5.conae.gov.ar/humedad_serie/

A. Primer apéndice: metadatos

En la tabla 3 se muestran como ejemplo los valores que toman los campos que componen los metadatos correspondientes al producto diario MSMKR del día 19 de marzo de 2023. Se destaca en color rojo los campos que varían entre cada uno de los productos de la serie.

Tabla 3: Descripción del contenido de los metadatos. Todas las listas de códigos citadas corresponden a las enunciadas en las normas ISO 19115, salvo que se especifique otra norma.

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
ID único	Identificador único del archivo de metadatos y paquete de producto. Se genera de acuerdo a las indicaciones de la IDE CONAE	Cadena de caracteres	CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_20230319_v001
Idioma de los metadatos	Indica el idioma en el que se encuentra escritos los metadatos	Lista de códigos	SPA
Codificación	Nombre completo del estándar de codificación de caracteres usado para los metadatos	Lista de código MD_Character-SetCode	utf-8
Nivel jerárquico	Subconjunto de datos a los que se refieren los metadatos	Lista de códigos MD_ScopeCode	dataset
Punto de contacto del recurso	Descripción de la organización responsable de atender cualquier consulta y/o comentario del usuario. Corresponde a la oficina de Atención al Usuario de CONAE: Rol Nombre de la institución Número telefónico de contacto Tipo de número de teléfono Dirección postal Ciudad Código postal País Correo electrónico	Lista de códigos CI_RoleCode Cadena de caracteres Cadena de caracteres Lista de códigos CI_Telephone-TypeCode Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres	pointOfContact CONAE - Atención al Usuario +541143310074 int. 5413 voice Av. Paseo Colón 751 CABA C1063ACH Argentina atencion.usuario@conae.gov.ar
Fecha de los metadatos	Fecha de creación de los metadatos		

Continúa en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Fecha Tipo de fecha	Fecha Lista de códigos CI_DataType- Code	2023-08-05T20:32:29 creation
Nombre del perfil de metadatos	Nombre del perfil de metadatos utilizado para documentar el recurso	Cadena de caracteres	Perfil metadato CONAE - ISO 19115-3
Versión del perfil	Versión de la norma y/o perfil de metadatos utilizada para documentar el recurso	Cadena de caracteres	Metadatos raster - 2023 - V1
Estado del metadato	Define el estado de maduración del metadato	Lista de código CI_OnLineFu- nctionCode	completeMetadata
Nombre del sistema de referencia	Identifica por su nombre el sistema de referencia utilizado por el recurso	Cadena de caracteres	Sistema Geográfico Mundial
Código EPSG	Código EPSG del sistema de referencia utilizado por el recurso	Cadena de caracteres	EPSG:4326(WGS84)
Título del producto	Nombre por el cual se conoce formalmente el recurso	Cadena de caracteres	Humedad del Perfil de Suelo hasta 50 cm krigado 2023-03-19 2021-09
Fecha del producto	Fecha de creación del producto Fecha Tipo de fecha	Fecha Lista de códigos CI_DataType- Code	2023-03-19T00:00:00 creation
	Fecha de publicación del producto Fecha Tipo de fecha	Fecha Lista de códigos CI_DataType- Code	2023-08-22T14:22:08 creation
Título de la serie	Nombre del nivel jerárquico para el que se suministran metadatos	Cadena de caracteres	Humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm krigado
Identificador corto serie	Identificador corto del nivel jerárquico	Cadena de caracteres	Perfil Humedad krigado
Ubicación del catálogo de la serie	URL de acceso a la serie	url	https://geocatalogos.conae.gov.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_20230319_v001

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
Resumen	Descripción en forma breve y clara del contenido del recurso	Cadena de caracteres	Perfil de humedad integrado en los primeros 50cm de suelo generado a partir de los datos SAOCOM y sus productos derivados de humedad de suelo superficial. Las estimaciones combinan de manera óptima las observaciones satelitales y los valores calculados con modelos de cultivos. Finalmente, se aplica Ordinary Kriging a los valores por ZH.
Crédito	Reconocimiento a quienes contribuyeron con el recurso	Cadena de caracteres	CONAE - Gerencia de Observación de la Tierra
Estado	Estado del recurso asociado	Lista de códigos MD_Progress-Code	completed
Datos del originador del recurso	Descripción de la organización donde se originó el recurso: Rol Nombre de la institución Dirección postal Ciudad Provincia Código postal País Correo electrónico Nombre individual Puesto	Lista de códigos CI_RoleCode Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres	originator CONAE - Unidad de Aplicaciones, Subgerencia de Aplicaciones y Productos Av. Paseo Colón 751 CABA Buenos Aires C1063ACH Argentina atencion.usuario@conae.gov.ar Homero F. Lozza Jefe de Unidad de Aplicaciones
Datos del proveedor del recurso	Descripción de la organización que provee el recurso: Rol Nombre de la institución	Lista de códigos CI_RoleCode Cadena de caracteres	resourceProvider CONAE - Gerencia de Gestión Tecnológica

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Dirección postal	Cadena de caracteres	Centro Espacial Teófilo Tabenera
	Ciudad	Cadena de caracteres	Falda del Cañete
	Provincia	Cadena de caracteres	Córdoba
	Código postal	Cadena de caracteres	X5186XAM
	País	Cadena de caracteres	Argentina
	Correo electrónico	Cadena de caracteres	atencion.usuario@conae.gov.ar
	Nombre individual	Cadena de caracteres	CUSS - Planificación
	Puesto	Cadena de caracteres	Técnico
Datos del publicador del recurso	Descripción de la organización que publica y disponibiliza el recurso:		
	Rol	Lista de códigos CI_RoleCode	publisher
	Nombre de la institución	Cadena de caracteres	CONAE - Subgerencia de Informática, Servicios de Datos y Telecomunicaciones
	Dirección postal	Cadena de caracteres	Av. Paseo Colón 751
	Ciudad	Cadena de caracteres	CABA
	Provincia	Cadena de caracteres	Buenos Aires
	Código postal	Cadena de caracteres	C1063ACH
	País	Cadena de caracteres	Argentina
	Correo electrónico	Cadena de caracteres	geoservicios@conae.gov.ar
	Nombre individual	Cadena de caracteres	Subgerencia de Informática, Servicios de Datos y Telecomunicaciones
	Puesto	Cadena de caracteres	Técnico
Datos del punto de contacto del recurso	Descripción de la organización que responde por el recurso:		
	Rol	Lista de códigos CI_RoleCode	pointOfContact
	Nombre de la institución	Cadena de caracteres	CONAE - Atención al Usuario

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Correo electrónico	Cadena de caracteres	atencion.usuario@conae.gov.ar
Tipo de representación espacial	Naturaleza del contenido del recurso	Lista de códigos MD_Spatial-RepresentationTypeCode	grid
Escala espacial del dato	Relación entre la dimensión real de los objetos y las representaciones gráficas posibles a través de la teledetección o bien de la digitalización	Número, <i>integer</i>	5000000
Escala de trabajo	Breve descripción de la resolución espacial del recurso	Cadena de caracteres	Píxel cuadrados de 0.01x0.01 en coordenadas geográficas
Tema	Tópico que caracteriza el contenido del recurso	Lista de caracteres MD_TopicCategoryCode	climatologyMeteorologyAtmosphereenvironment
Extensión geográfica	Definición de la extensión geográfica del recurso: Coordenada extrema oeste Coordenada extrema este Coordenada extrema sur Coordenada extrema norte	decimal decimal decimal decimal	-68.3000000 -56.3000000 -40.6000000 -28.0000000
Miniatura	Gráfico que provee una ilustración del recurso Pequeña: Nombre del archivo Descripción de la ilustración Grande: Nombre del archivo Descripción de la ilustración	url Cadena de caracteres url Cadena de caracteres	https://geocatalogos.conae.gov.ar/mod/mhs/dss/msmkr/20230319/CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_20230319_v001_TH.png thumbnail https://geocatalogos.conae.gov.ar/mod/mhs/dss/msmkr/20230319/CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_20230319_v001_QL.png large_thumbnail
Palabras clave	Palabras comunes o frases que describen el recurso Tema	Cadena de caracteres Lista de códigos MD_KeywordTypeCode	Perfil Integrado de humedad de suelo theme
	Lugar	Cadena de caracteres	Región Pampeana

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
		Lista de códigos MD_Keyword-TypeCode	place
	Plataforma	Cadena de caracteres Lista de códigos MD_Keyword-TypeCode	SAOCOM platform
	Instrumento	Cadena de caracteres Lista de códigos MD_Keyword-TypeCode	SAR instrument
Restricciones	Restricciones y prerequisites legales de acceso y uso del recurso o metadatos Legal Uso Otras restricciones o forma de citar el producto	Lista de caracteres MD_Restriction-Code Lista de caracteres MD_Restriction-Code Cadena de caracteres	copyright licenceUnrestricted La descarga y/o uso de cualquiera de estos productos SAOCOM de Nivel 2 y Superior SAOCOM implica por consiguiente la aceptación de los presentes Términos y Condiciones de Uso y el reconocimiento y respeto de los derechos de Propiedad Intelectual y de Derecho de Autor de los Productos. Se deberá indicar la siguiente leyenda “Producto SAOCOM® - ©CONAE - año de adquisición. Todos los derechos reservados” en todas las publicaciones, resultados, productos derivados y demás usos que los usuarios les den a dichos Productos.
Otros datos sobre el recurso	Idioma y codificación utilizada en el recurso		

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Idioma del recurso	Lista de códigos LanguageCode (ISO 639-2)	spa
	País del idioma especificado	Lista de códigos CountryCode (ISO 3166-2)	ISO3166-2:AR
	Designación de la codificación de caracteres usada en el recurso	Lista de códigos MD_Character-SetCode	utf8
Documentación	Referencia bibliográfica completa a 1 o más catálogos de características externos Título del catálogo Recurso online: Enlace Protocolo Nombre del tipo de recurso Descripción del tipo de catálogo Función del catálogo	Cadena de caracteres url Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Lista de códigos CI_OnLineFunctionCode	Documentación asociada a humedad del perfil de suelo integrado hasta 50 cm krigado https://documentoside.conae.gov.ar/productos/CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_20230319_v001 WWW:LINK-1.0-http-link Documentación Acceso a documentos information
Información de las bandas	Detalles sobre el contenido del recurso Capa de información 1: Descripción del atributo Código del nivel de procesamiento Tipo de cobertura Descripción del tipo de la cobertura	Cadena de caracteres Cadena de caracteres Lista de códigos MD_CoverageContentTypeCode Cadena de caracteres	Banda 1 = Contenido volumétrico de agua promediado en los primeros 50cm de suelo L4 modelResult Contenido volumétrico de agua promediado en los primeros 50cm de suelo, los valores son adimensionales, presentados en formato byte, el valor no dato es 0.

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
Datos de distribución	Información relacionada con la obtención del recurso		
	Formato de distribución	Cadena de caracteres	GeoTIFF
	Fecha	Fecha	2023-08-22T14:22:08
	Tipo de fecha	Lista de códigos	publication
		CI_DataType-Code	
	Datos del publicador		
	Rol	Lista de códigos	publisher
		CI_RoleCode	
	Nombre de la institución	Cadena de caracteres	CONAE - Subgerencia de Informática, Servicios de Datos y Telecomunicaciones
	Correo electrónico	Cadena de caracteres	geoservicios@conae.gov.ar
	Recurso online:		
	Enlace	url	https://geodescargas.conae.gov.ar/descargas/productos/CONAE_MOD_MHS_DSS_MSMKR_20230319_v001.zip
	Protocolo	Cadena de caracteres	WWW:LINK-1.0-http-link
	Nombre del tipo de recurso	Cadena de caracteres	Recurso para Descargar
	Descripción del tipo de catálogo	Cadena de caracteres	La información se puede obtener mediante la descarga directa desde internet.
	Función del catálogo	Lista de códigos	download
		CI_OnLineFunctionCode	
Datos del linaje	Información sobre los eventos o datos fuente utilizados en la construcción de los datos		
	Datos fuente	Cadena de caracteres	Datos utilizados para la generación del producto: CONAE_MOD_MHS_DSS_MSM_20230319_v001.tif
	Alcance de la información de linaje	Lista de códigos	dataset
		MD_Scope	
	Descripción de la fuente de datos	Cadena de caracteres	Los productos MSMKR son generados a partir de los MSM (Humedad del perfil de Suelo hasta 50 cm) elaborados en base a los datos SAOCOM y distribuidos diariamente por la CONAE.

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Descripción del proceso Procesador: Tipo responsabilidad en el proceso Organismo responsable Individuo responsable	Cadena de caracteres Lista de códigos CI_RoleCode Cadena de caracteres Cadena de caracteres	El producto humedad del perfil de suelo integrado en los primeros 50cm estima el contenido volumétrico de agua en el perfil. Dichos valores se obtienen ejecutando una cadena de procesamiento que incluye los resultados de modelos de cultivos basados en la familia DSSAT y que también simulan la dinámica del agua en el suelo a paso diario por capas. La información de entrada es por Zonas Homogéneas (ZH) que se reflejan en los datos de salida. Por último, se aplica un filtro de Kriging Ordinario con corrección por tendencia a los valores obtenidos en el centroide de la ZH. processor CONAE - GOT - Unidad de Aplicaciones Homero F. Lozza