

Desarrollo y construcción de un perfilómetro láser para medición de la rugosidad del suelo.

Su aporte en la determinación de humedad del suelo a partir de datos de radares de apertura sintética orbitales



<http://www.iafe.uba.ar/teledeteccion>
Instituto de Astronomía y Física del Espacio
 IAFE - CONICET-UBA
 Haydee Karszenbaum
hkarszen@iafe.uba.ar

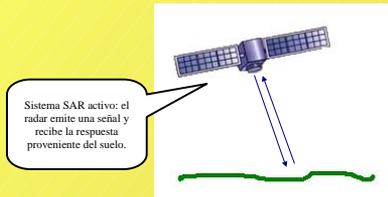
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
 Departamento de Física

Matias Barber
matiasbarber@fbn.uba.ar
 Carolina Pepe
carolina.pepe@gmail.com



¿Qué queremos saber? LA HUMEDAD DEL SUELO

La humedad del suelo es uno de los parámetros fundamentales que determina el clima a escala local y regional. Por otro lado, es un parámetro con gran relevancia económica, ya que es uno de los factores que determina la productividad de un campo. La única manera de monitorear la humedad del suelo a escala regional o global es utilizar imágenes provenientes de sensores orbitales. Entre ellos, los únicos sensibles a la humedad del suelo son los que operan en el rango de las microondas, por ejemplo, los radares de apertura sintética (SAR).



Sistema SAR activo: el radar emite una señal y recibe la respuesta proveniente del suelo.

La respuesta SAR del suelo desnudo está determinada a primer orden por su humedad y rugosidad. Si se conoce esta última variable, por algún procedimiento, es posible generar un modelo inverso que dado el coeficiente de retrodispersión medido por un SAR orbital y mediciones in situ de rugosidad, determine la humedad. Es un hecho bien estudiado [1,2] que el coeficiente de retrodispersión σ^0 del suelo desnudo puede escribirse como

$$\sigma^0 = f(s, l_{corr}, h)$$

donde:

- s es la altura RMS del suelo,
- l_{corr} es la longitud de correlación,
- h el contenido volumétrico de agua en el suelo.

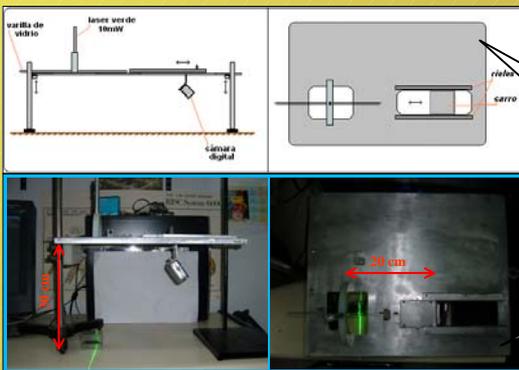
Entonces, la estimación de h a partir de σ^0 se plantea en términos del modelo inverso

$$h = F(s, l_{corr}, \sigma^0)$$

que implica que para estimar h a partir de σ^0 se necesita además medir o estimar s y l_{corr} del suelo.

¿Cómo podemos obtenerla? MIDIENDO EL PERFIL DEL SUELO

Nuestro método plantea la utilización de un láser que proyecta una línea sobre una parcela del suelo del que se quiere obtener el perfil. Esta línea proyectada presenta una deformación, debida a la geometría de la superficie, que se registra con una cámara digital colocada a una distancia precisa del emisor del haz. Teniendo en cuenta dicha distancia y el ángulo de emisión del láser se pueden procesar los puntos tridimensionales que corresponden a cada píxel en la imagen adquirida de una forma similar a la triangulación. Este procedimiento se lleva a cabo mediante manipulaciones algebraicas simples y procesamiento de imágenes. La herramienta matemática usada para este procedimiento se conoce como geometría proyectiva.



CONFIGURACIÓN GENERAL: en ella se permite la libertad de movimiento indicada con flechas

CONFIGURACIÓN OPTIMIZADA

¿Qué esperamos medir? RUGOSIDAD: CONTEXTO

En la actualidad el método de labranza más usado es el de siembra directa: los agricultores dejan los restos de los cultivos (rastros) en la tierra después de la cosecha a modo de capa protectora de materia orgánica.

La señal de radar interactúa únicamente con el suelo y no con el rastro, debido a que la constante dieléctrica relativa de éste (que es función directa del contenido de humedad remanente) es muy cercana a 1, como la del aire.



ÓRDENES DE MAGNITUD [3]
Suelo de siembra directa
 $s \sim 1 \text{ cm}$
 $l_{corr} \sim 10 \text{ cm}$

Implementaciones futuras
 -Agregado de movimiento longitudinal para generar una sucesión de barridos y así obtener el perfil tridimensional de una superficie.
 -Automatización del sistema.

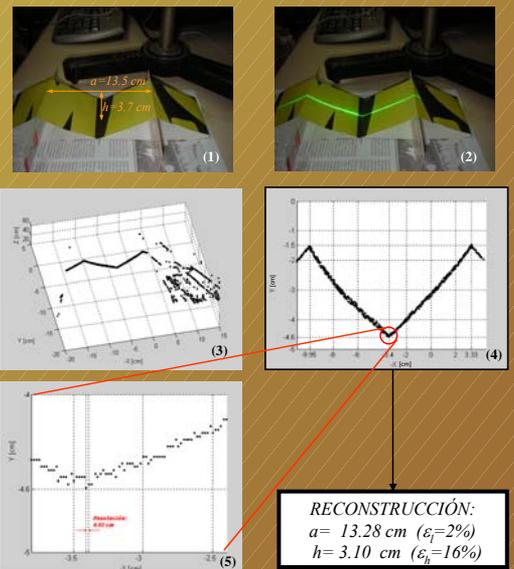
Temas abiertos
 -La correlación entre distintas parcelas con el propósito de tener un relevamiento a escala regional de la rugosidad del suelo.

¿Cómo funciona nuestro instrumento? DIAGRAMA EN BLOQUES

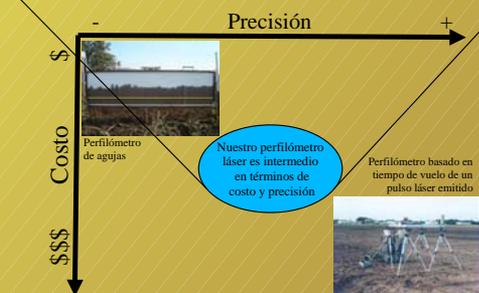


¿Qué resolución obtenemos?

Con el fin de evaluar las características del sistema se reconstruye el perfil de un objeto cuyas dimensiones son conocidas y del orden de las de un suelo de agricultura. (1) Sin láser; (2) láser encendido (verde); (3), (4) reconstrucción; (5) detalle.



RECONSTRUCCIÓN:
 $a = 13.28 \text{ cm}$ ($\epsilon_s = 2\%$)
 $h = 3.10 \text{ cm}$ ($\epsilon_h = 16\%$)



Referencias

[1] Oh Y., "Quantitative Retrieval of Soil Moisture and Surface Roughness From Multipolarized Radar Observations of Bare Soil", IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens., vol. 42, n. 3 (2004).

[2] Davidson M., W. J., Le Toan T., Mattia F., Satalino G., Manninen T., and Borgeaud M., "On the characterisation of agricultural soil roughness remote sensing studies", IEEE Trans. Geosc. Rem. Sens., vol. 38(2), 630-640, 2000.

[3] United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washita 92 field experiment Technical Report.