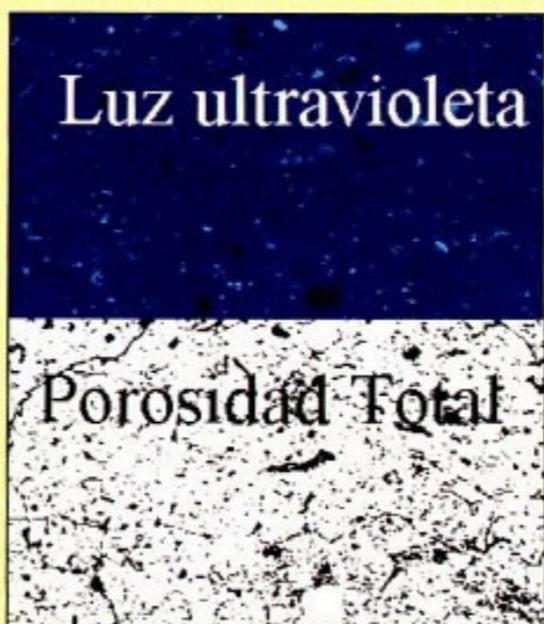


# inifap

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

## CENID-RASPA

### **Porosidad del suelo en cuencas hidrológicas: El análisis de imagen como método de aproximación**



**Dr. Guillermo González C.<sup>1</sup>**  
**Dr. Ignacio Orona C.<sup>1</sup>**  
**Ing. Gilberto Covarrubias T.<sup>2</sup>**  
**M. C. David García A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Investigador del CENID-RASPA

<sup>2</sup>Miembro del Colegio de Ingenieros Civiles

<sup>3</sup>Consultor Agrícola

**Desplegable 18**

**Gómez Palacio, Durango, México, marzo del 2006.**

## Introducción

La descripción de la porosidad del suelo considerando sólo su volumen generalmente no es suficiente para explicar la dinámica que sigue el agua en el suelo, por lo que la caracterización del espacio poroso basado en su organización y distribución espacial puede ser descrito y cuantificado a partir del análisis de imagen, técnica que cuenta ya con un importante desarrollo en el estudio de la porosidad de los suelos. Esta técnica permite caracterizar la organización y distribución espacial de la porosidad a partir de tres criterios morfológicos: tamaño, forma y continuidad de los poros y sus variaciones en el perfil.

El análisis de imagen se basa principalmente en la obtención y fabricación de monolitos de suelo no alterado, para lo cual considera tres criterios esenciales antes del tratamiento de la imagen:

1. La conservación de la estructura original del suelo, cualquiera que sea la naturaleza del material y su humedad.
2. La posibilidad de realizar cortes verticales u horizontales de gran tamaño, con la finalidad de acrecentar al máximo el campo de observación.
3. La homogeneidad perfecta de la superficie del bloque para su análisis.

La implementación y desarrollo de esta disciplina permite conceptualizar mejor el impacto del manejo del suelo (compactación), su funcionamiento hidrodinámico de los suelos (capacidad a retener o dejar pasar el agua y solutos) y su relación con la fase viva (macro organismos y raíces).

El objetivo de este estudio fue determinar las características morfológicas de los poros mediante el análisis de imagen realizado en una cuenca vertiente (Carboneras) ubicada en la parte media de la Región Hidrológica 36 al norte de México.

Los trabajos de campo se realizaron en el año de 1999 en la cuenca Carboneras (1.06 km<sup>2</sup>) dentro de las instalaciones del rancho Atotonilco (450 km<sup>2</sup>) (Figura 1).

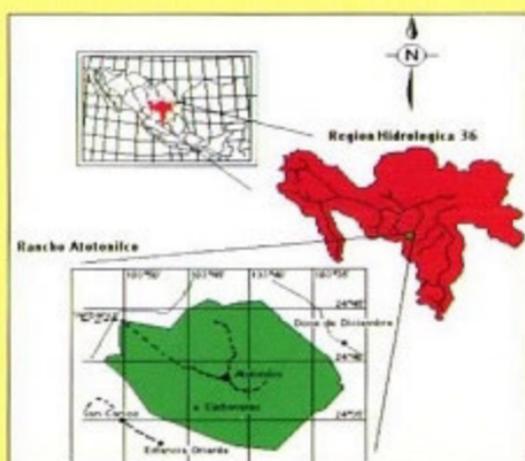


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Desde el punto de vista geológico, Carboneras se sitúa en el contacto de los materiales eruptivos y sedimentarios. Las rocas y materiales eruptivos afloran esencialmente en su parte sur (2,250 msnm) en forma de relieves riolíticos, de mesas basálticas o colinas dacíticas. En tanto que los materiales sedimentarios, situados al norte (2,180 msnm) se encuentran representados por materiales detríticos de tipo conglomerado y algunos afloramientos calcáreos (Figura 2). Con posterioridad a la descripción edafológica se permitió seleccionar los horizontes o capas representativas para su análisis por imagen,

En cada horizonte se obtuvieron muestras de suelo no alterados de 10 x 10 x 10 cm (Figura, 3) las cuales fueron transportadas al laboratorio para la obtención de los monolitos mediante la deshidratación e impregnación de las muestras.

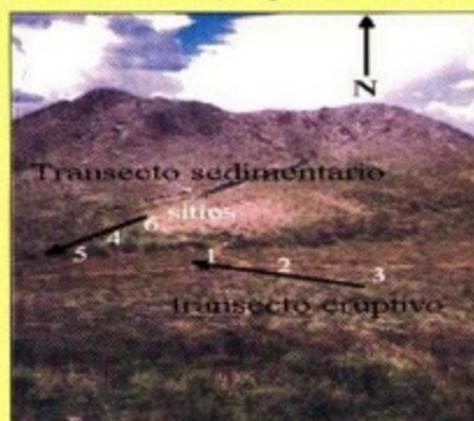


Figura 2. Cuenca vertiente de Carboneras y sitios experimentales.



Figura 3. Obtención de monolitos por el método de Vergière.

La deshidratación se realizó al intercambiar el agua de la muestra por acetona. Enseguida se impregnaron bajo una mezcla constituida de resina poliéster (Scott-Bader Crystic) 3600 cm<sup>3</sup>, de un pigmento fluorescente (Uvitex) 10 cm<sup>3</sup> a los rayos ultravioleta y de un catalizador (Butanox M50) 30 cm<sup>3</sup>, después el monolito impregnado se deposita en un desecador bajo presión durante un tiempo de 48 horas, lo que permite que la resina y el pigmento penetren en los poros. El endurecimiento total de la muestra puede variar entre una y dos semanas, posteriormente los monolitos se cortaron en bloques horizontales de aproximadamente 3 cm de espesor (Figura 4).

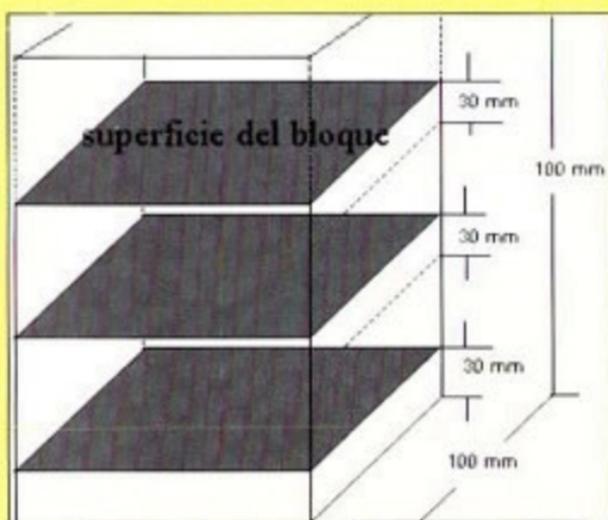


Figura 4. Corte de los monolitos y obtención de imágenes.

## Conclusiones

La búsqueda de relaciones entre la dinámica del agua y los espacios vacíos del suelo condujo a establecer una caracterización morfológica de la porosidad mediante el análisis de imagen.

Esta caracterización de los poros según el tamaño, forma y continuidad permitió establecer una tipología de los horizontes con y sin acumulación calcárea.

Cuando los horizontes presentan un tipo de acumulación calcárea, los poros son pequeños ( $< 0.53$  mm), redondos y generalmente abundantes pero sin conexión entre ellos.

En horizontes sin acumulación calcárea, los poros son de medianos (de 0.53 a 1.58 mm) a grandes ( $>1.58$  mm), pero con una distribución espacial menos abundante que los poros pequeños; sin embargo, en estos horizontes la forma de los poros es alargada e irregular y existe continuidad entre ellos.

Los principales aportes del método utilizado son: por una parte la caracterización individual de los poros, por otra una descripción morfológica de los mismos, lo que permite considerar su utilización para las condiciones de circulación del agua en el suelo y la colonización de raíces que son fuertemente dependientes de estos parámetros.

Este método, por otra parte, permite robustecer las estimaciones del transporte de agua y de solutos en la modelación hidrológica de cuencas.



### **CENID-RASPA**

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria  
en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera.

Km 6.5 margen derecha Canal Sacramento  
Gómez Palacio, Durango. MÉXICO.

Apdo. Postal 41

35150 Cd. Lerdo, Dgo.

Teléfonos y Fax: 01 (871) 719-10-76, 719-10-77  
y 719-11-34

e-mail: [cenid.raspa@inifap.gob.mx](mailto:cenid.raspa@inifap.gob.mx)

Realización:  
Ing. Raquel Anguiano G.