

Tema 9

Variabilidad Espacial y Cartografía de Suelos



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



PROGRAMA
**RESILIENCIA
CLIMATICA**
BOSQUES CAFETALEROS



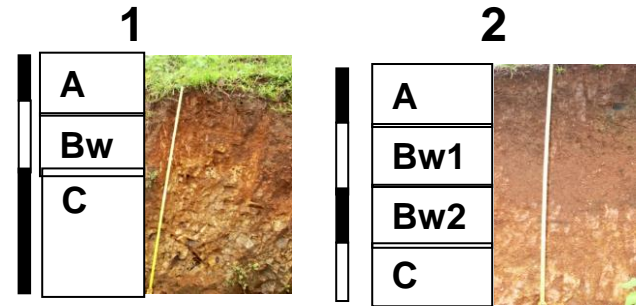
BID

Banco Interamericano
de Desarrollo

Dr. Jesús A. Vilorio R.
Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Postgrado en Ciencia del Suelo

Necesidad de mapas de suelos

- El suelo forma un manto continuo sobre la superficie terrestre, que varía espacialmente.
- La variabilidad espacial de las propiedades del suelo ocasiona respuestas diferentes al uso y manejo de la tierra, en diferentes lugares del paisaje.
- Es necesario disponer de información sobre la distribución espacial del suelo a escala apropiada para usar la tierra de manera sustentable.



**Del suelo
vemos sólo la
superficie,
generalmente
cubierta de
vegetación**



**Para conocer
las
características
internas del
suelo
debemos
atravesar su
superficie y
penetrar en él**



**La información
reunida
permite hacer
un modelo del
suelo que
muestre sus
propiedades
más
importantes en
el sitio
observado.
Ese modelo se
denomina
PEDÓN o
PEDIÓN**



Por razones prácticas las características internas del suelo pueden ser estudiadas solo en un número limitado de sitios de muestreo



**Al usuario le
interesa la
información de
un área más
que de un
punto de
muestreo**

Para satisfacer las necesidades de información de los usuarios, el edafólogo debe:

1. Caracterizar el suelo en tantos puntos de muestreo como lo permitan los recursos disponibles.
2. Predecir los valores de propiedades relevantes del suelo en sitios no muestreados, a partir de la información obtenida en los puntos de muestreo.

**Predicción de
los valores de
propiedades
del suelo en
sitios no
muestreados**

Si las propiedades del suelo fuesen variables aleatorias, el valor en cualquier sitio de interés pudiera ser estimado por el promedio de los valores medidos en los puntos de muestreo.

Las variables estadísticamente aleatorias cumplen las siguientes condiciones:

1. Existe la posibilidad, por lo menos teórica, de repetir indefinidamente el evento (experimento, medición, muestreo) que atribuye un valor numérico definido a la variable.
2. Los valores de la variable son mutuamente independientes. Esto es, el resultado de un experimento o una medición no puede estar influenciado por el resultado de experimentos o mediciones precedentes.

¿Cómo se compone la variación espacial del suelo?

- La variabilidad del suelo es producto de la interacción entre diferentes procesos que intervienen en el modelado del paisaje y la formación del suelo. Estos procesos actúan a diferentes escalas espaciales y sus efectos se superponen unos sobre otros.
- La variabilidad espacial del suelo se puede dividir en una fracción aleatoria y otra sistemática.
- La variabilidad aleatoria del suelo es aquella que no se puede explicar.
- La variabilidad sistemática, en cambio, se puede atribuir a causas entendibles y predecibles, asociadas a la interacción entre los factores formadores de suelo.

La constitución de la variabilidad espacial del suelo se puede representar por medio de la siguiente ecuación:

$$V = S + A$$

donde V = Variación total, S = Variación sistemática y A = variación aleatoria.

Variabilidad Sistemática del Suelo

Se reconocen dos tipos diferentes de variabilidad sistemática:

1. Tendencia espacial: son cambios de los valores de una propiedad del suelo, que se ajustan a un patrón predecible de distribución en el terreno.

Por ej. el aumento del espesor del horizonte A desde el tope hasta el pie de una ladera.

2. Dependencia espacial: los valores de las propiedades del suelo medidos en puntos de muestreo vecinos tienden a ser similares, y se hacen cada vez más diferentes, a medida que aumenta la distancia entre puntos de muestreo.

Componentes de la Variabilidad Espacial del Suelo:



La ecuación que representa la constitución de la variabilidad espacial del suelo es ahora:

$$V = T + D + A$$

donde V = Variación total, T = tendencia espacial, D = dependencia espacial y A = variación aleatoria.

**Las
propiedades
del suelo son
variables
espacialmente
distribuidas**

Las propiedades del suelo no son variables estadísticamente aleatorias son, más bien, variables espacialmente distribuidas, porque:

- La información sobre ellas son datos obtenidos en puntos de muestreo.
- Los valores de estos datos dependen de su localización en el espacio geográfico.

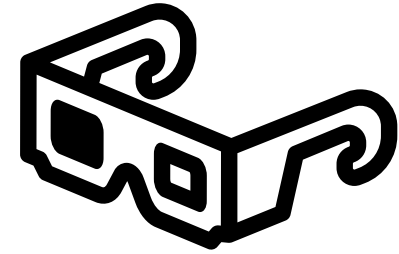
Para inferir los valores de las propiedades del suelo en cualquier sitio del área de interés, es necesario aplicar modelos de predicción espacial.

La creación de estos modelos es el objetivo de la cartografía del suelo.

**Ejemplo de
variable
espacialmente
distribuida: %
de arcilla en el
horizonte
superficial del
suelo**



Modelos de Variacion Espacial del Suelo



- Los métodos disponibles hoy en día para predecir cómo es el suelo entre puntos de muestreo se fundamentan en uno de los siguientes modelos de variación espacial del suelo:
 1. El suelo es un conjunto de cuerpos naturales
 2. El suelo es un continuo
 3. El suelo es un continuo con unidades discretas

El suelo como un Conjunto de Cuerpos Naturales

Este modelo considera que:

- El continuo suelo está formado por un conjunto de cuerpos individuales, cada uno de los cuales ocupa un espacio determinado y tiene una morfología particular.



Supuestos del modelo del suelo como Conjunto de Cuerpos Naturales

Los cuerpos naturales de suelo son hipótesis representadas por cuerpos artificiales (“polipedones o polipediones”), que son clasificados taxonómicamente y mostrados en mapas detallados o semidetallados de suelos.

El modelo supone que:

- Los cuerpos de suelo que pertenecen a la misma clase forman un grupo natural y son similares en muchos atributos.
- Las características de diagnóstico usadas como base para la clasificación tienen un alto grado de covarianza con otras propiedades del suelo.
- Consecuentemente, la clasificación es útil para múltiples propósitos.

Supuestos del Modelo del suelo como Conjunto de Cuerpos Naturales

El modelo también supone que:

- Cada clase de suelo tiene una región de ocurrencia característica y generalmente ocupa posiciones particulares en el paisaje.
- Como resultado, el suelo es representado en un mapa como un conjunto de cuerpos geográficos individuales, separados por discontinuidades o límites
- Los cambios más importantes de los atributos del suelo tienen lugar a lo largo de los límites entre las delineaciones del mapa.



Límite abrupto entre suelo con ripio superficial (primer plano) y suelo con ripio profundo (al fondo), en altiplanicie del Sur del estado Guárico (Venezuela).



Límite abrupto entre suelo con grava superficial (en primer plano) y suelo sin grava (al fondo), en altiplanicie del Sur del estado Guárico (Venezuela).

suelo sin grava



suelo con grava superficial

El suelo como un Manto Continuo

Este modelo se sustenta en los siguientes argumentos:

1. Los procesos que generan la variabilidad del suelo tienden a originar cambios graduales de las propiedades edáficas a lo largo de un continuo, en lugar de cuerpos discretos con límites abruptos.

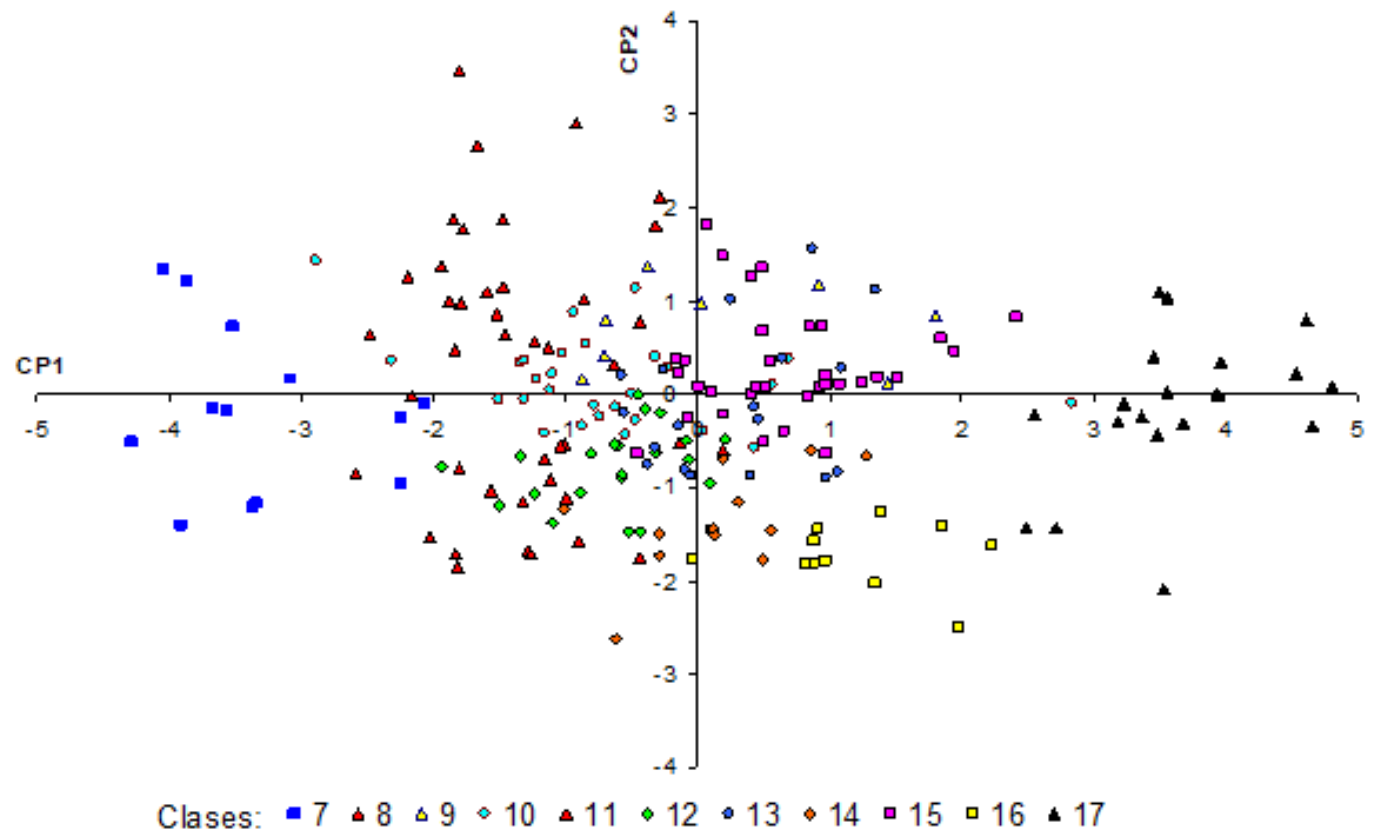


El suelo como un Manto Continuo

2. Estudios realizados con métodos multivariados han probado que, en conjuntos de datos de suelo, los grupos naturales se encuentran débilmente definidos o no existen.

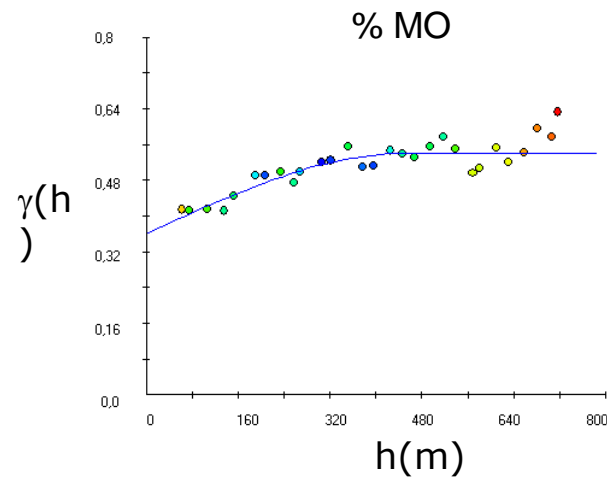
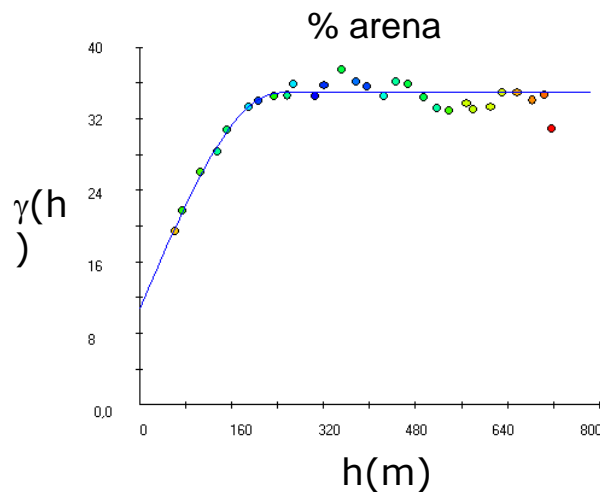
En el siguiente gráfico de dispersión de los componentes principales 1 (CP1) y 2 (CP2) de suelos aluviales recientes de la depresión del lago de Valencia, cada clase de suelos ocupa un espacio particular; pero los límites entre clases tienden a ser graduales.

El suelo como
un Manto
Continuo



El suelo como un Manto Continuo

3. El uso de variogramas ha probado que la estructura de variación espacial no es la misma para diferentes características del suelo. Por consiguiente, las características relevantes para un determinado tipo de uso de la tierra pueden tener un patrón de variación espacial distinto al de las características utilizadas para definir y mapear las clases de suelo.

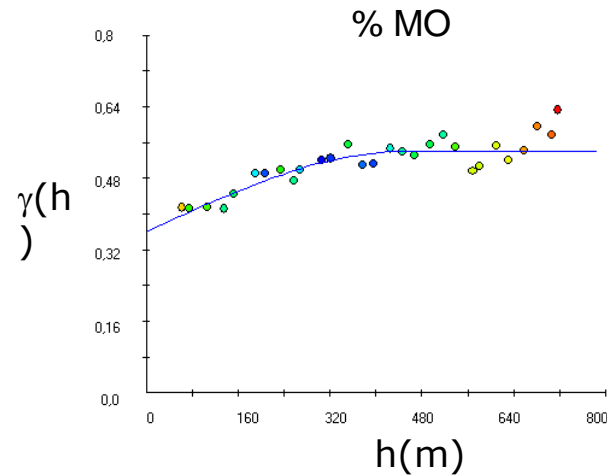
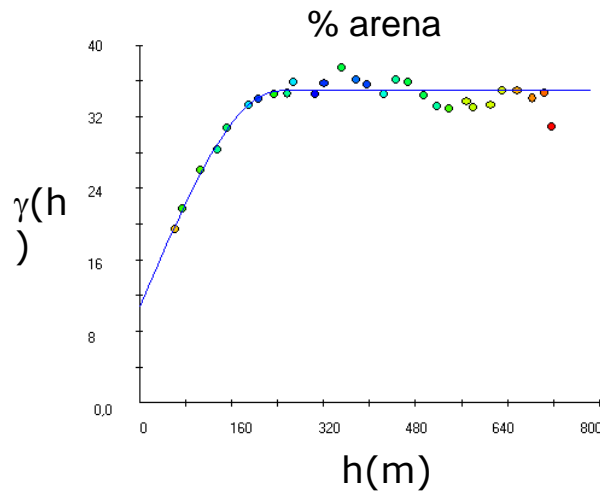


Variogramas de propiedades del suelo en el campo
experimental del CENIAP, Maracay, Estado Aragua, Venezuela

El suelo como un Manto Continuo

Métodos de interpolación numérica

Métodos de clasificación numérica Fuzzy'c masns



Variogramas de propiedades del suelo en el campo
experimental del CENIAP, Maracay, Estado Aragua, Venezuela

El Suelo como un Continuo con Unidades Discretas

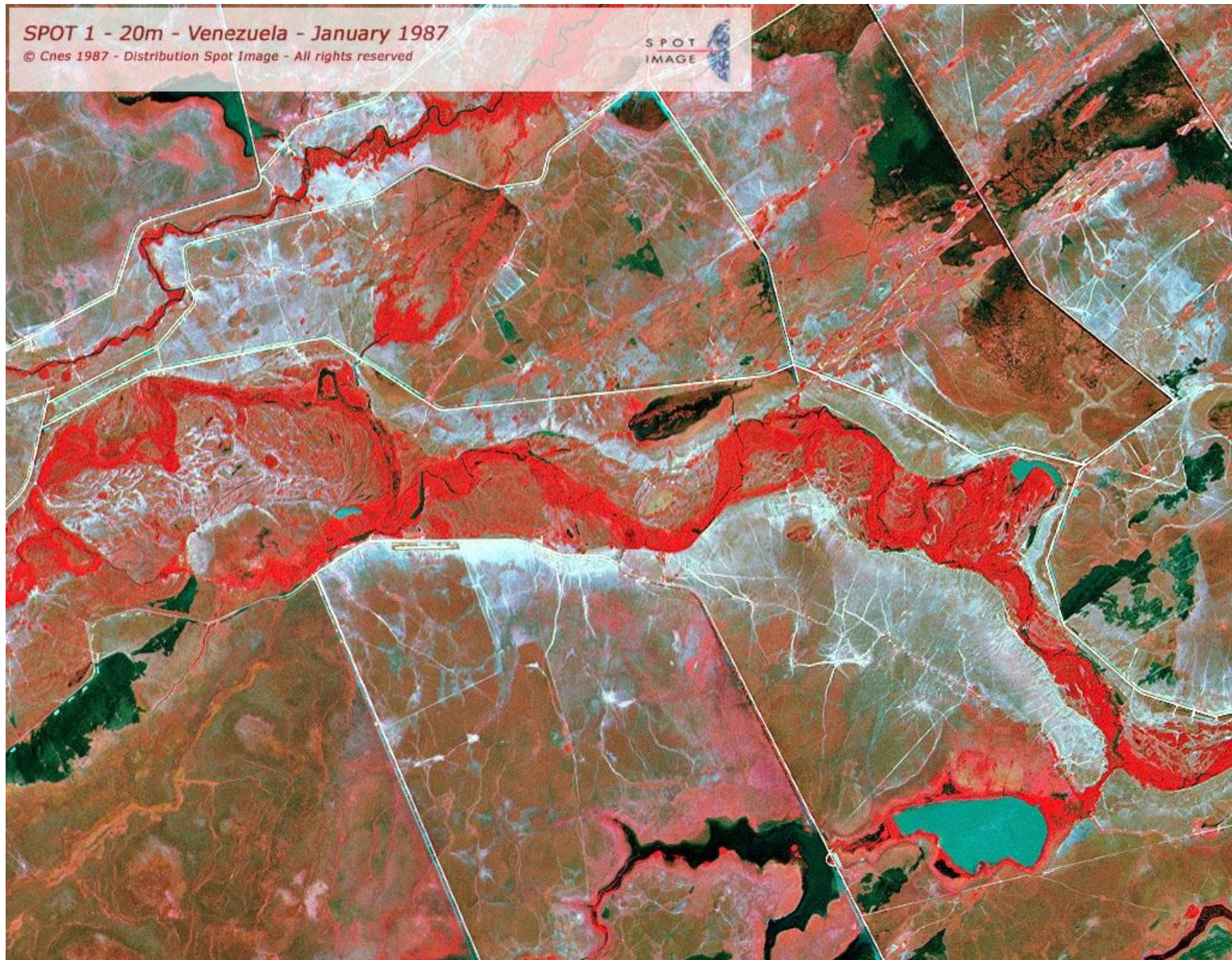
Este modelo plantea que:

En la naturaleza, las situaciones donde cuerpos de suelo pueden ser delineados por medio de límites nítidos son probablemente tan frecuentes como aquellas con variaciones graduales.

Consecuentemente, la estructura de variación espacial del suelo debería ser analizada por medio de la aplicación de los dos enfoques anteriores, de manera complementaria.

Ejemplo:

- La siguiente figura es una imagen del satélite SPOT de un sector de los llanos del estado Barinas. La vegetación boscosa se observa de color rojo intenso. Los cuerpos de agua se observan de color negro o azul claro, de acuerdo a su profundidad. Los suelos más arenosos tienen menor contenido de humedad y tienden al color blanco.
- Se observa que la variación espacial del suelo, inferida a partir de los cambios de color en la imagen, es continua con algunos límites abruptos.

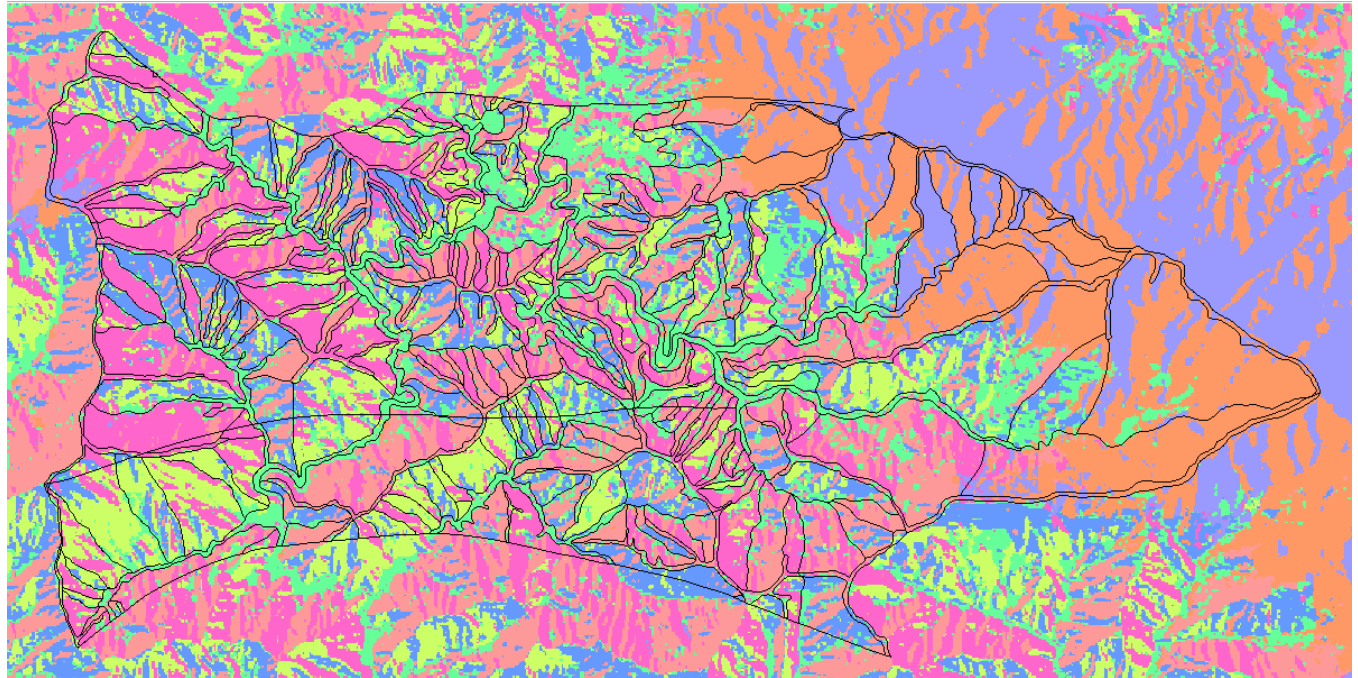


Postgrado en Ciencia del Suelo -
2016

La debilidad del
modelo discreto
constituye la
fortaleza del
modelo
continuo y
viceversa

- El modelo discreto desagrega la variación espacial del suelo en un conjunto de unidades diferentes, separadas por límites que un observador entrenado puede reconocer en el paisaje.
- Pero no permite desagregar la variación continua del suelo presente dentro de esas unidades.
- Los métodos basados en el modelo continuo permiten representar la variación gradual del suelo; pero no pueden ser aplicados a través de límites abruptos.

El Suelo como un Continuo con Unidades Discretas



La Figura muestra un mapa de paisajes y suelos en la cuenca del Río Caramacate, estado Aragua, Venezuela. Cada color representa una clase diferente de paisaje-suelo. Se observa que el suelo varía en forma continua; pero se pueden distinguir algunas unidades discretas separadas entre sí por líneas de color negro.

Nuestro Enfoque

- Los tres modelos descritos pueden ser combinados en un sistema de información geográfica (SIG) para crear una imagen entendible del paisaje y el suelo, que sirva de apoyo la toma de decisiones.
- El SIG debe contener no sólo el mapa de suelos en formato digital sino también los datos básicos obtenidos en los puntos de muestreo del suelo, apropiadamente caracterizados y georreferenciados.
 - Con base en estos datos y la diversidad, cada vez mayor, de métodos disponibles para su análisis y procesamiento, es potencialmente posible generar una gran variedad de mapas de propósitos específicos, en función de las necesidades de los usuarios.
 - Sin embargo, el aprovechamiento de toda la potencialidad de un SIG de suelos requiere mejores procedimientos de adquisición de datos de suelo en el campo.