

LA GEOMORFOLOGÍA COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN EL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

GEOPEDOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE SUELOS MÓDULO 2

LA GEOMORFOLOGÍA COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN EL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Las geoformas son cuerpos naturales constituidos por un material, un volumen y una forma espacial, que son descritos y delimitados por observación directa en el terreno y mediante la interpretación de aerofotografías, imágenes de satélite, cartas topográficas y modelos digitales de elevación.

En este sentido, el término **geoforma** se utiliza como una denominación genérica para designar todas las unidades geomorfológicas, a cualquier escala cartográfica y cualquier jerarquía.

Zinck (1998,2012, 2023), propone un sistema taxonómico para organizar de manera sistemática y jerarquizada las geoformas bajo el enfoque de la geopedología, el cual consta de seis niveles categorizados que van de lo general a lo particular.

La aplicación de la geomorfología en la ejecución de los levantamientos de suelos requiere que, las geoformas estén organizadas en un sistema jerárquico para que puedan ser utilizadas a diversos niveles categóricos, los cuales están de acuerdo con el grado de detalle de la cartografía de suelos.

La formación del suelo comienza cuando una superficie geomórfica alcanza una cierta estabilidad y la tasa de los procesos de erosión o acumulación son menores que los procesos pedogenéticos.

La variedad de suelos, es derivada en parte de la heterogeneidad geomórfica y a la influencia de los aportes de materiales parentales de diverso origen y naturaleza (volcánicos, aluviales, eólicos, etc.)

En el sistema taxonómico propuesto por Zinck (1998), se establecen equivalencias entre los conceptos genéricos que definen las categorías de las geoformas y las categorías definidas en el sistema taxonómico de suelos, lo que a la vez permite asignar escalas de trabajo y de representación cartográfica.

GEOPEDOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE SUELOS

GEOPEDOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE SUELOS

La **GEOPEDOLOGÍA**, se refiere a las relaciones entre geomorfología y pedología, con énfasis en la contribución de la primera a la segunda.

Geopedología es en primera instancia un enfoque metodológico para y al servicio del inventario de suelos, a la vez que provee un marco para el análisis de los patrones de distribución geográfica de los suelos.

En el concepto de Geopedología, el énfasis es en la geomorfología como factor estructurante mayor del paisaje pedológico.

La geomorfología cubre una amplia parte del marco físico de formación de los suelos a través del relieve, la morfodinámica de superficie, el contexto morfoclimático, los materiales no-consolidados o alterados que sirven de material parental a los suelos, y el factor tiempo

Las geoformas o formas de terreno sensu lato son el objeto de estudio de la geomorfología

EL ENFOQUE GEOPEDOLÓGICO SE CENTRA EN EL INVENTARIO DEL RECURSO SUELO.

La aplicación de la geomorfología en los programas de levantamiento de suelos a diversas escalas, desde detallada hasta gran visión, requiere establecer una taxonomía jerárquica de las geoformas, para que éstas puedan servir de marcos cartográficos en el mapeo de suelos y, adicionalmente, de marcos genéticos para interpretar la formación de suelos.

La estructura del paisaje geomorfológico sirvió de tela de fondo al mapeo de suelos, y la dinámica del ambiente geomorfológico ayudó a explicar la formación de los suelos, con retroacción de la información pedológica en el conocimiento geomorfológico.

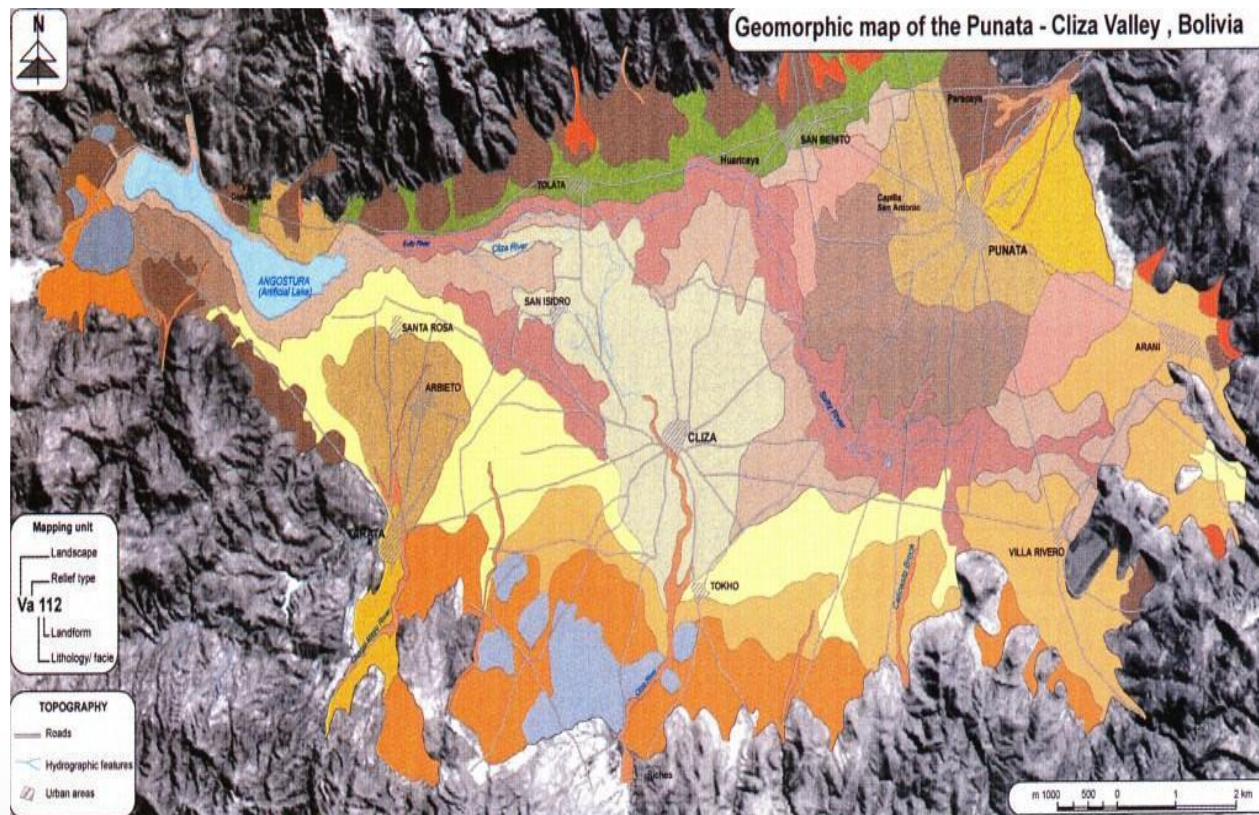
Simultáneamente, la multiplicación de bases de datos para almacenar y manejar la gran variedad de información suministrada por los inventarios de recursos naturales reveló la necesidad de disponer de un elemento estructurante de entrada a las bases: este marco lo ofrece la geomorfología.

De ahí la importancia de disponer de un sistema de clasificación de las geoformas, de preferencia jerárquico, para servir de entrada a diversos sistemas de información sobre recursos naturales, su evaluación, distribución, y riesgos de degradación (Zinck & Valenzuela, 1990).

En años recientes, se ha puesto énfasis en la **cartografía digital de suelos** basada en datos de sensores remotos, junto con el uso de sistemas de información geográfica y de una variedad de estadísticas espaciales. La combinación de técnicas de sensores remotos y modelos digitales de elevación (MDE) permite mejorar los modelos de predicción.

La esencia del paradigma de la geomorfología pedológica, en particular las relaciones genéticas entre suelos y geoformas y su efecto en la evolución de los paisajes, no se encuentran reflejadas suficientemente en el enfoque digital actual.

Desde el punto de vista operacional, la cartografía digital de suelos está mayormente limitada al ambiente académico y consiste esencialmente en mapear propiedades de la capa superficial del suelo, no cuerpos de suelo que son las unidades que manejan los usuarios (agricultores, ingenieros, geógrafos).



Mapa geomorfológico y leyenda geopedológico del valle de Punata-Cliza, Bolivia (Metternicht & Zinck, 1997).

SOILS LEGEND					
LANDSCAPE	RELIEF TYPE	FACIES	LANDFORM	CODE	SOILS
PIEDMONT	Dissected-depositional glaci	Alluvial	Proximal	Pi 111	Association : Typic Calciorthids Typic Camborthids
			Central	Pi 112	Consociation : Typic Camborthids (ca)* Ustochreptic Camborthids
			Distal	Pi 113	Association : Ustalfic Haplargids Ustochreptic Camborthids
	Depositional glaci	Colluvio-alluvial	Distal	Pi 213	Consociation : Ustochreptic Camborthids Typic Camborthids
	Active Fans	Alluvial	Active Channels	Pi 411	Miscellaneous Land type : Mixed Alluvial
			Inactive Channels	Pi 412	Consociation : Typic Torrifluvents Typic Torriorthents
	Recent Fans	Colluvio-alluvial		Pi 51	Association : Ustic Torriorthents Typic Torrifluvents
	Old Dissected Fans	Glacio-alluvial	Proximal	Pi 611	Association : Typic Camborthids Typic Haplargids
			Central	Pi 612	Consociation : Ustochreptic Camborthids (ca)*
			Distal	Pi 613	Consociation : Ustochreptic Camborthids
	Hills	Quartzitic sandstones Marls, sandstones, limestones		Pi 71	Consociation : Lithic Torriorthents
				Pi 72	Consociation : Typic Calciorthids Lithic Calciorthids
VALLEY	Lagunary depressions	Alluvio-lagunary	Higher lagunary flats	Va 111	Association : Fluentic Camborthids Ustochreptic Camborthids
			Middle Lagunary flats	Va 112	Association : Ustalfic Haplargids Ustochreptic Camborthids
			Lower Lagunary flats	Va 113	Association : Ustalfic Haplargids (saso)* Ustochreptic Camborthids (sa)*
		Lagunary	Playas	Va 124	Association : Typic Salorthids Natric Camborthids

* Phases : (ca) calcareous, (saso) saline-alkaline, (sa) saline

GEOGRAFÍA DE SUELOS

La identificación de suelos está basada en su descripción en el campo, lo cual conduce a su caracterización y clasificación.

La geomorfología contribuye a esta actividad mediante la selección de los sitios de descripción. El uso de criterios geomorfológicos facilita la escogencia de sitios representativos, independientemente del esquema de muestreo implementado.

En el muestreo orientado, los sitios de observación se pre-seleccionan en base a criterios geomorfológicos dentro de unidades delimitadas por interpretación de fotos aéreas o imágenes satelitarias.

La delimitación de suelos se basa en la interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitarias, el uso de modelos digitales de elevación, y la prospección de campo.

Los rasgos que detectan los sensores remotos son esencialmente rasgos de la superficie del terreno, los cuales son a menudo de naturaleza geomorfológica. Por lo tanto, lo que se observa o se interpreta son características de la parte epigea de las geoformas y de los suelos.

La geomorfología contribuye a las siguientes tareas relacionadas con la delineación de los suelos:

- La selección de áreas-muestra, transeptos, y travesías.
- El trazado de los límites de las unidades cartográficas de suelo en base a las relaciones conceptuales entre geoformas y suelos (factores de formación comunes; paisaje geopedológico).
- La identificación, el monitoreo temporal, y la explicación de la variabilidad espacial de los suelos.

LA CONTRIBUCIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA AL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

- **Nivel 1:** la geomorfología contribuye a las tareas de fotointerpretación, selección de áreas-muestra, identificación de sitios representativos, y delineación de las unidades geopedológicas.
- **Nivel 2:** la síntesis geomorfológica es uno de los temas más fecundos del sistema por el número de flujos emitidos y el número de temas alcanzados en el nivel 3 (30 temas). En base a este rendimiento, la síntesis geomorfológica clasificó como el tema más eficiente del nivel 2, junto con el tema de la topografía.

En conclusión: la incorporación de la geomorfología permite agilizar y mejorar el levantamiento de suelos

CONTRIBUCIÓN DEL ENFOQUE GEOPEDOLÓGICO

Las geoformas y otros rasgos geomorfológicos, incluyendo procesos de formación, agradación y degradación, se reconocen con cierta facilidad por observación directa en el campo e indirecta en documentos de sensoramiento remoto (fotografías aéreas e imágenes satelitarias) y en productos derivados de ellos (MDE).

Muchas geoformas tienen límites relativamente discretos, facilitando su delimitación.

Las geoformas se distribuyen generalmente en el paisaje en sistemas controlados por un agente principal de formación (p.e. agua, hielo, viento). De lo anterior resultan familias de geoformas asociadas en patrones que se repiten en el paisaje.

Las geoformas son relativamente homogéneas a un determinado nivel categórico y con respecto a las propiedades que son diagnósticas a este nivel. Las variaciones sistemáticas de la cobertura geopedológica son frecuentemente de orden geomorfológico

- El contexto geomorfológico es un marco importante de génesis y evolución de suelos, cubriendo tres de los cinco factores clásicos de formación de suelos, a saber, las características del conjunto relieve-drenaje, la naturaleza del material parental, y la edad de la geoforma.
- En síntesis, el análisis geomorfológico permite segmentar el contínuum del paisaje fisiográfico en unidades espaciales que son marcos (1) para interpretar la formación de suelos junto con los factores de biota, clima y actividad humana, (2) para componer las unidades cartográficas de suelo, y (3) para analizar las variaciones espaciales de las propiedades pedológicas.

Tareas elementales del estudio de suelos: recolección de la información (Zinck, 1977).

1. Recopilación y análisis de la información no-pedológica existente.
2. Reconocimiento foto-campo, análisis de la información pedológica existente, leyenda de identificación de los suelos.
3. Fotointerpretación generalizada al 1:50.000, identificación de macro-unidades físico-naturales.
4. Selección de las áreas-muestra.
5. Fotointerpretación detallada al 1:25.000, identificación de las geoformas, ubicación de las áreas-muestra.
6. Levantamiento de las áreas-muestra.
7. Observaciones de control, ajustes de la fotointerpretación.

Tareas elementales del estudio de suelos: recolección de la información (Zinck, 1977).

8. Composición de las unidades cartográficas, leyenda descriptiva de los suelos.
9. Descripción de hoyos y calicatas de suelos representativos.
10. Determinaciones físicas de campo.
11. Determinaciones de laboratorio.
12. Encuestas sobre rendimientos de cultivos, costos de producción y de desarrollo.
13. Encuestas sobre prácticas de riego.
14. Encuestas sobre las demás prácticas culturales.
15. Evaluación de los costos de deforestación, nivelación, drenaje, despiedre.

- **Tareas intermedias del estudio de suelos: síntesis de la información sobre caracterización de los suelos y de su medio ambiente (Zinck, 1977).**

1. Caracterización del clima.
2. Caracterización de la hidrografía e hidrología de superficie.
3. Caracterización de las obras hidráulicas existentes.
4. Caracterización de la calidad del agua.
5. Caracterización de la topografía.
6. Caracterización de la geología e hidrogeología.
7. Caracterización de la geomorfología e hidrogeomorfología.
8. Cartografía geopedológica y elaboración del mapa de suelos.

Tareas intermedias del estudio de suelos: síntesis de la información sobre caracterización de los suelos y de su medio ambiente (Zinck, 1977)

9. Caracterización morfológica de los suelos.
10. Caracterización química de los suelos.
11. Caracterización mineralógica de los suelos.
12. Caracterización física de los suelos.
13. Caracterización mecánica de los suelos.
14. Uso actual de las tierras.
15. Prácticas y niveles de manejo.
16. Mejoramientos requeridos y su factibilidad.

Factores de formación comunes

- Geoforma y suelo comparten factores de formación que emanan de dos fuentes de materia y energía, una interna y otra externa.
- La **fuentes endógena** corresponde a la energía y a la materia del globo terráqueo. El material son las rocas que se caracterizan por tres atributos: (1) la facies o litología que incluye textura, estructura, y mineralogía; (2) la disposición tectónica; y (3) la edad o estratigrafía.
- La energía la suministra la geodinámica interna, que se manifiesta bajo la forma de vulcanismo y deformaciones tectónicas (pliegues, fallas, fracturas).
- La **fuentes exógena** corresponde a la energía solar que actúa por intermedio de la atmósfera e influye en el clima, la biosfera, y la geodinámica externa (erosión, transporte, y sedimentación de materiales).

Contribuciones mutuas

- La geomorfología contribuye a la pedología ofreciéndole balances de materiales en la superficie terrestre.
- La geomorfología ofrece también un marco natural de formación y evolución de los suelos
- La pedología suministra información sobre características de los suelos como textura, estructura, estabilidad de agregados, contenido de hierro, entre otras, las cuales desempeñan un papel importante en la resistencia (o no) de los materiales de superficie a los procesos morfogenéticos

- Cuando mejor entendamos los suelos, incluyendo la velocidad a la cual operan los procesos de formación y las variaciones relacionadas con su posición en el paisaje, tanto mayor será nuestra comprensión de los procesos que originan las formas de terreno.
- Cuando mejor comprendamos la evolución del paisaje a todas las escalas espaciales y temporales, tanto mejor podemos dilucidar problemas pedológicos complejos.

Los estudios de geomorfología pedológica tienen los siguientes propósitos:

- (1) Establecer una cronosecuencia de suelos que puede ser utilizada para estimar la edad de las formaciones superficiales.
- (2) Utilizar los suelos, mediante propiedades relevantes de horizontes diagnósticos, como indicadores de la estabilidad del paisaje a corto o largo plazo.
- (3) Determinar relaciones entre propiedades de suelo que indican cambios climáticos.
- (4) Analizar las interacciones entre desarrollo de suelo, infiltración y escurrimiento, y la erosión en vertientes (Birkeland,1990)