

NOTA

CDU : 551.4 : 513.83

Propiedades topológicas del relieve terrestre

ENRIQUE LEVIN *

(Recibido : 13 de noviembre, 1971)

RESUMEN

En términos generales son relativamente pocas y simples las reglas geométricas relativas a las formas del relieve de la superficie terrestre. De entre ellas, las pertenecientes al sistema hidrográfico son generalmente bien conocidas, pero no pasa lo mismo con las propias del sistema orográfico, y menos aún con las relativas a la interdependencia entre ambos sistemas.

Desde el punto de vista de la Topología, resulta que los sistemas oro-hidrográficos son siempre similares, ya sea los de zonas grandes o pequeñas o de terrenos montañosos, colinosos, ondulados o planos.

SUMMARY

The geometric laws ruling the land surface shapes are, generally speaking, few and simple. Those pertaining to the hydrographic system are generally well known, but not so those relative to the orographic system and still less those referring to the interweave of both.

It becomes apparent that, from the point of view of the Analysis situs, these nets are similar no matter whether they belong to a small or big extent of land, or to a mountainous, hilly, undulating or plane surface.

INTRODUCCION

Estudiando una porción cualquiera de la superficie de la Tierra, se encuentra, en general, una sucesión de alturas y depresiones que constituyen el "relieve terrestre". Estas "arrugas" no están distribuidas al azar: se puede reconocer en ellas ciertas *líneas directrices* que reciben los nombres genéricos de *dorsales* y *vaguadas*.

Si se traza una línea recta imaginaria en un terreno cualquiera se observa, independientemente de la magnitud del relieve, que a una *divisoria* sigue una *ladera*, luego una *vaguada* (o *talweg*), otra *ladera*, otra *divisoria*, y así sucesivamente.

Las *divisorias* (o *dorsales*, *crestas*, *serranías*, *co-*

linas, *cadena de montañas* o *divorcios de agua*) son líneas demarcatorias de *cuencas*, o sea líneas de distribución de agua de lluvia. Colocado un observador en un punto de una *divisoria*, de frente a una cualquiera de las dos direcciones en que ésta se continúa, verificará que tanto a su derecha como a su izquierda el terreno descende. En cambio hacia adelante y hacia atrás se pueden presentar las siguientes posibilidades: a) que el terreno ascienda en ambos sentidos, lo que ocurrirá cuando el observador se encuentre en una *silla* (o *abra*, *paso*, *puerta*, *col*, *portezuelo*, *collado*, *altozano*); b) que el terreno descienda en ambos sentidos, cuando esté en un *morro* (*monte*, *eminencia*, *pico*); c) que el terreno ascienda hacia adelante y descienda hacia atrás, o viceversa, lo que ocurrirá cuando esté en un punto intermedio entre un *morro* y una *silla*.

* Ex-Profesor titular, Departamento de Ingeniería Rural, orientación Topografía, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Buenos Aires.

Las *sillas* son puntos muy importantes de las *divisorias*, pues en ellas tienen sus nacientes las *vaguadas*; en general en cada *silla* nacen dos *vaguadas*, hacia uno y otro lado de la *divisoria*, cada una de las cuales pertenece a una de las dos *cuenecas* separadas por dicha *divisoria*.

Las *vaguadas* (o *talvegs*) marcan la trayectoria de concentración del agua de escorrentía de la superficie natural del terreno, dando cabida, cuando hay suficiente agua de escorrentía a un *río* o *arroyo*. Colocado un observador en un punto en una *vaguada*, si mira en la dirección en que escurre el agua, observará que el terreno asciende tanto hacia la derecha como hacia la izquierda, y también hacia sus espaldas; el terreno baja, como queda dicho, hacia su frente.

Este reconocimiento, así como los descritos antes con relación a las *divisorias*, *sillas* y *morros*, puede hacerse tanto con el terreno a la vista como con su representación cartográfica altimétrica. Cabe también mencionar que las *vaguadas* (que constituyen el *sistema hidrográfico* de la zona) están en general bien definidas en el terreno y en los planos. En tanto que no siempre es fácil observar en el terreno las *divisorias* (que constituyen el *sistema orográfico*), especialmente en zonas de pendientes pequeñas; eso sí: dicho *sistema orográfico* se pone en evidencia en los planos topográficos basados en prolijos relevamientos altimétricos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS ORO E HIDROGRÁFICOS

Las *dorsales* y *vaguadas*, o sea las *líneas directrices* del terreno, están organizadas según *modelos cualitativos* que se desarrollarán más adelante: A y B. Las propiedades de estos *modelos* son calificadas como *propiedades topológicas*, o de *Análisis situs*, ya que, como se verá, son propiedades geométricas que no responden a la geometría métrica ni a la proyectiva: son las propiedades geométricas de figuras que, supuestamente dibujadas en una hoja de goma, permanecen invariables aunque ésta se deforme manteniéndose plana.

Desde el punto de vista topológico son equivalentes los sistemas de *divisorias* y de *vaguadas* que se observan en distintas zonas de la superficie terrestre, cualquiera sea su extensión, e independientemente de si se trata de una zona monta-

ñosa, colinosa o de poco relieve. O sea, que esta *estructura geométrica* es común tanto al *relieve terrestre* como al relieve de la *película de alteración (relieve del suelo)*.

A. Características topológicas generales del sistema hidrográfico.

a) Cada *vaguada*, tal como la v2 de la Figura 1, desde que abandona la *silla* s2 hasta su término en c2-3, presenta un perfil de forma hiperbólica con tres *etapas*, o *cursos*: la *superior*, de pendiente grande, erosiva; la *inferior*, hasta su confluencia, de pendiente reducida, en cuyo curso se produce, generalmente, la deposición del material arrancado en el curso *superior*; y entre ambas el *curso medio*, de pendiente intermedia entre el *curso superior* y el *inferior*, que es neutro en lo que a erosión o deposición se refiere (ver Figura 2).

Si bien se trata de una transición gradual de la pendiente, suele definirse como *Punto Clave* (el "Keypoint" de Yeomans) el punto límite entre el curso superior y el curso medio.

b) La comparación entre la pendiente de la *vaguada* en un lugar determinado y la pendiente máxima de las *laderas* que la limitan, presenta las siguientes variaciones: en las *nacientes*, o sea en la vecindad de la *silla* en que se origina, la pendiente de la *vaguada* es mayor que la pendiente máxima de las *laderas* que la limitan; lo contrario ocurre en el *curso medio* y en el *curso inferior*. Es interesante destacar que en la vecindad del *Punto Clave* se igualan ambas pendientes.

c) Cada *vaguada*, y su *río* o *arroyo*, si es el caso, tiene una *cuenca* de alimentación que le es exclusiva, la que resulta de la integración de las *cuenecas* de sus tributarios.

d) Salvo contadas excepciones (como el "caño" o "brazo" Casiquiare, en Venezuela, por ejemplo, o el arroyo Partido, en Neuquén, ver Apéndice) una *vaguada* nunca se bifurca. No son excepciones a esta regla la formación de *islas* en el lecho de un *río* ni los *deltas*. Unas y otros deben su formación a factores que no son los que producen el modelado del suelo por el agua de escorrentía.

e) Todo *lago* o *laguna* tiene una o más *vaguadas* de alimentación; pero nunca más de una *vaguada* de descarga, aunque la Cartografía antigua muestra algunas pretendidas excepciones, fruto de la falta de observación directa y de un exceso de ima-

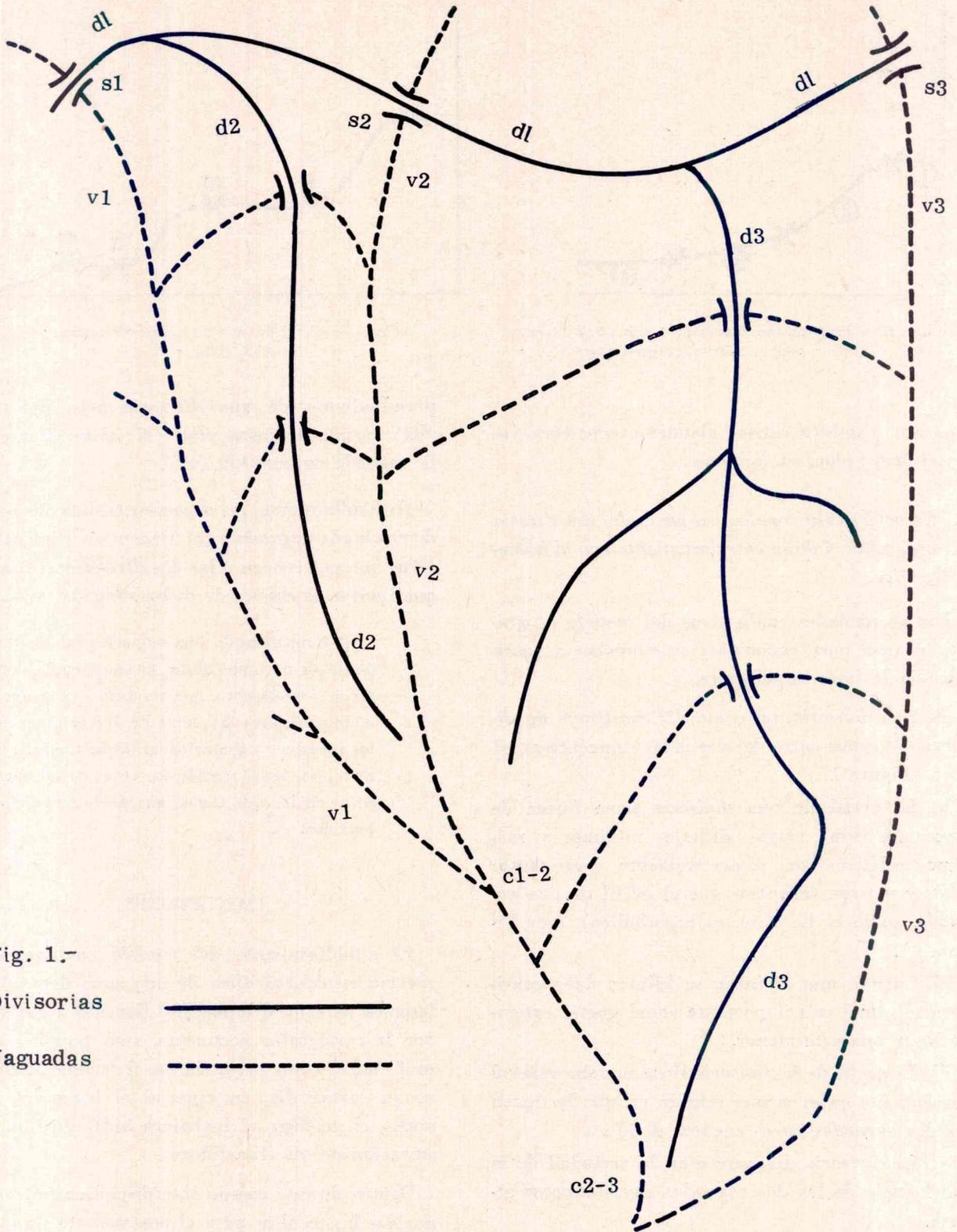


Fig. 1.-

Divisorias



Vaguadas



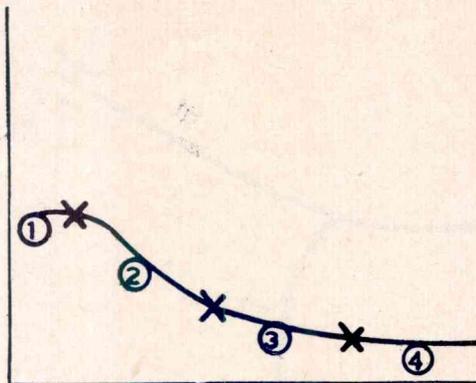


Fig. 2. — Perfil de una vaguada: 1, silla; 2, 3 y 4, curso superior, medio, inferior, respectivamente

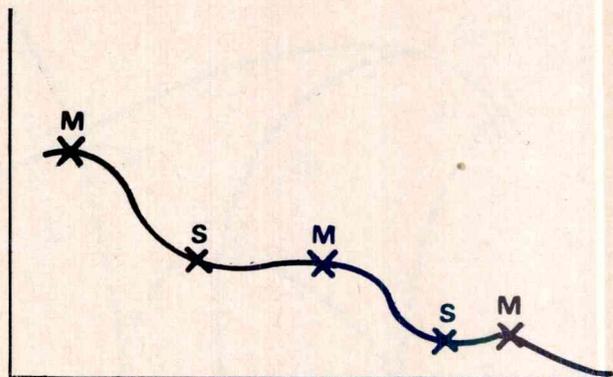


Fig. 3. — Perfil de una divisoria: M, morros; S, sillas

ginación. También existen algunas excepciones, como el lago Lolog, en Neuquén.

B. Características topológicas generales del sistema orográfico y de su entrelazamiento con el hidrográfico.

Las propiedades cualitativas del *modelo orográfico* no son muy conocidas; se enuncian a continuación las más importantes.

a) Una *divisoria*, tal como d2, constituye un *divorcio de aguas* entre dos vaguadas consecutivas, v1 y v2 (Figura 1).

b) El perfil de una *divisoria* tiene forma de "montaña rusa", cuyos altibajos mínimos y máximos relativos son, respectivamente, otras tantas *sillas* y *morros* (mientras que el perfil de una *vaguada*, como se ha visto, es hiperbólico) (ver Figura 3).

c) Cuando una *divisoria* se bifurca debe considerarse ramal más importante aquel que se extiende hasta una cota menor.

d) El perfil de la *divisoria* tiene marcha general descendente en el mismo sentido en que la tienen las dos *vaguadas* cuyas *cuencas* divide.

e) La *divisoria* desaparece en la vecindad de la *confluencia* de las dos *vaguadas* cuyas *cuencas* se para.

f) Las dos *divisorias* (d2 y d3) que limitan la *cuenca* de una determinada *vaguada* v2 son des-

prendimientos de una *divisoria* más importante (d1) en una de cuyas *sillas* (s2) tiene su nacimiento la *vaguada* en cuestión (v2).

g) Similarmente, las *vaguadas* tributarias de una determinada *vaguada* (v2) tienen sus nacientes en *sillas* que pertenecen a las dos *divisorias* (d2 y d3) que limitan la *cuenca* de dicha *vaguada* (v2).

h) Considerando una *vaguada*, tal como la v2, desde su nacimiento hasta su confluencia con otra mayor, se observa que no sólo son progresivamente menores las cotas de las confluencias de los sucesivos tributarios, sino que también disminuyen en igual sentido las cotas de las sucesivas *sillas* en las que tienen sus nacientes dichos tributarios.

CONCLUSIONES

El establecimiento del *modelo cualitativo* del *sistema oro-hidrográfico* de una zona determinada interesa no sólo al topógrafo, llamado a confeccionar la cartografía pertinente, sino también a los profesionales que actuarán en el terreno usando o no su cartografía, en especial el ingeniero agrónomo, el geólogo, el ingeniero hidráulico, el conservacionista, el climatólogo.

Dentro de este campo interdisciplinario, son conocidas las técnicas para el acotamiento de puntos aislados, para el dibujo continuo de talwegs y curvas de nivel, la medición de cuencas, el cálculo de

pendientes y dibujo de perfiles, la definición y evaluación de valores medios y frecuencias de alturas, pendientes, superficies de cuencas, longitud de vaguadas, etc.

En cambio se abre un campo, en gran parte inexplorado aún, para el establecimiento de relaciones entre longitud de vaguadas, superficies de cuencas, número de tributarios, pendientes, meandros; así como de los "ritmos" del relieve y representación de secuencias de divisorias y vaguadas y del microrelieve mediante series de Fourier, y, en general, los estudios de correlaciones entre estas características geométricas del terreno y sus condiciones geológicas, pedológicas y edáficas.

APENDICE

Se conocen muy pocos casos de bifurcación de ríos. Se menciona con frecuencia (por su importancia histórica y geográfica) el del "caño" Casiquiare, que se desprende del río Orinoco en un lugar en que éste conduce alrededor de 2.000 metros cúbicos por minuto de los que sustrae alrededor de 500, y con pendiente del orden de 60 millonésimos recorre unos 300 km hasta entregar sus aguas al río Negro, tributario a su vez del río Amazonas. El río Casiquiare fue descrito y reconocido científicamente por Humboldt, a principios del año 1800.

