

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS EN EL SISTEMA DE  
CLASIFICACION DE PASTIZALES. DISTRITO

DANIEL PANARIO  
SERGIO GALLARDO PEREZ  
JUAN GASTO CODERCH

SISTEMAS EN AGRICULTURA

IISA - 88 19

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS EN EL SISTEMA DE  
CLASIFICACION DE PASTIZALES. DISTRITO

DANIEL PANARIO. Ing. Agrónomo  
Profesor de Geomorfología  
Facultad de Humanidades y Ciencias  
Universidad de la República  
Montevideo, Uruguay.

SERGIO GALLARDO PEREZ. Lic. en Ciencias Biológicas  
Departamento de Zootecnia  
Facultad de Agronomía  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Santiago.

JUAN GASTO CODERCH. Ing. Agrónomo, Ph.D.  
Departamento de Zootecnia  
Facultad de Agronomía  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Santiago.

INFORME DE INVESTIGACION  
SISTEMAS EN AGRICULTURA

---

EDITOR JEFE

Marilyn Gasman B., Ing. Agr.  
Depto. Zootecnia, Facultad de Agronomía  
Pontificia Universidad Católica de Chile

---

DIRECCION

Vicuña Mackenna 4860  
Casilla 6177, Santiago

---

IMPRESION

Central de Apuntes  
Ingeniería UC

---

IISA - 88 19

## RECONOCIMIENTO

El presente estudio fue realizado en el Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el apoyo económico de los proyectos CONICYT - FONDECYT N° 1409-86 y N° 0289-88, institución a la que se le agradece su colaboración. Se desea de jar constancia y agradecer la participación de Ofelia Gutiérrez de la Facul tad de Humanidades y Ciencias de la Universidad de la República de Uruguay, en la interpretación gráfica de las clá ses de Distritos.

## PREFACIO

El presente trabajo constituye un avance más en la implementación de las categorías específicas del Sistema de Clasificación de Pastizales (Gallardo y Gastó, 1985, 1987). En las etapas iniciales del estudio se estructuró el sistema de ordenamiento y agrupación de los pastizales en base a ocho categorías principales y se caracterizó las categorías superiores correspondientes a Reino, Dominio y Provincia, aplicando el sistema al caso de Chile. Las variables determinantes son de naturaleza climática y corresponden respectivamente a las Zonas Fundamentales, Tipos Fundamentales y Variedades, del sistema de Köppen.

La determinación de la categoría Distrito se hace utilizando como variable determinante a la geomorfología. A pesar que el tema ha sido ampliamente estudiado, los sistemas de clasificación de geofomas son diversos y complejos, los cuales utilizan una variedad de criterios, entre los cuales merece la pena destacarse: procesos de configuración, estado de desarrollo de la geofoma, litología, estratos, fallas, estructuras, geografía, climatología y topografía (Gallardo y Gastó, 1987).

Ninguno de estos enfoques ha sido plenamente satisfactorio para ser aplicado al sistema de clasificación de pastizales, si bien se han incorporado algunos elementos fundamentales para la formulación de la categoría de Distrito. De particular significado ha resultado la clasificación de geofoma de Murphy (1967-1968). El concepto de Distrito, sin embargo, debe establecer un ligamento entre la Provincia, que caracteriza al clima, y el Sitio, que caracteriza al sustrato y su ambiente.

Es por esta razón que se solicitó la participación del Ing. Agrónomo Daniel Panario, de la Facultad de Humanidades de la Universidad de la República y de la Dirección de Suelos del Ministerio de Agricultura de Montevideo, Uruguay. El Prof. Panario es un destacado geomorfólogo y edafólogo uruguayo que tiene una larga trayectoria de trabajos sobre el tema y ha participado en la elaboración de la Carta de Suelos del Uruguay.

La incorporación del Ing. Panario en el trabajo relacionado con el Desarrollo del Sistema de Clasificación de Pastizales, ha permitido incorporar sistemática, rigurosa y formalmente la dimensión geomorfológica a la clasificación. Ello ha sido de mayor relevancia aún ya que ha participado también, en otro estudio del grupo de trabajo, en el desarrollo de la clase inferior de clasificación correspondiente al Sitio.

Para llevar a cabo el estudio, fue necesaria la venida a Chile del Prof. Panario y su participación en trabajos de terreno junto a los otros dos autores. Las dificultades de comunicación provenientes de la distancia a su lugar de trabajo hizo difícil la escritura del manuscrito y su revisión. El estudio que se presenta en el presente trabajo corresponde a un análisis cuidadoso sobre el tema y a una proposición de una clasificación geomorfológica adecuada al sistema de clasificación de pastizales. La factibilidad del sistema ha sido comprobada a través de su aplicación a la Provincia del Mapocho, cuya carta y caracterización se presenta en el estudio.

Juan Gastó

Sergio Gallardo

Santiago, diciembre de 1987.

# INDICE

	Pág.
INTRODUCCION .....	1
CLASIFICACION GEOMORFOLOGICA .....	5
Estructurales .....	5
Inductivas .....	9
Sintéticas .....	12
Objetivas .....	14
Vertientes .....	15
Clasificación utilizada .....	18
CLASIFICACION DE LOS DISTRITOS .....	20
Depresional .....	21
Plano .....	25
Ondulado .....	29
Cerrano .....	31
Montano .....	33
PROVINCIA SECOESTIVAL PROLONGADA .....	39
Clasificación y ubicación .....	39
Características geomorfológicas .....	39
Distritos de la Provincia .....	42
BIBLIOGRAFIA .....	51

## INTRODUCCION

El sistema de clasificación de pastizales (Gallardo y Gasto, 1985, 1987) corresponde a un sistema jerárquico de clasificación estructurado en torno a ocho categorías principales y que considera la posibilidad de un ordenamiento cartográfico de la información (Cuadro 1). La mayoría de las ciencias de la tierra han realizado clasificaciones del atributo del paisaje objeto de su estudio, atendiendo a su vez a la realización de cartas temáticas a diferentes escalas. Hasta el presente, no existe ninguna clasificación que resuelva satisfactoriamente la clasificación de paisajes como cuerpos naturales, que tienen una anatomía o arquitectura, una fisiología o funcionamiento, y un comportamiento. Para ello se recurre a los distintos atributos: suelos, relieve, clima, etc., a aquella escala en la que naturalmente se distinguen unidades relativamente homogéneas. Ante la dificultad que cada disciplina tiene cuando se quiere delimitar un atributo a cualquier escala, muy normalmente se termina utilizando en forma directa o indirecta elementos que pertenecen a otras disciplinas.

La clasificación de suelos del United State Department of Agriculture (U.S.D.A.) utiliza factores climáticos a nivel de suborden, lo que permite realizar cartas de "suelos" de escala continental; sin embargo, lo que normalmente ocurre es que esas cartas son en realidad cartas bioclimáticas con información de suelos.

Las cartas de suelos denominadas de reconocimiento a escala 1:5 x 10<sup>6</sup> suelen ser cartas que combinan factores geológicos (litológicos y estructurales) o geomorfológicos para definir sus unidades a las que se les atribuye un determinado complejo de suelos. El concepto de zonality creado por la escuela rusa de Dokuchaev, en realidad atiende a estos fines. Los suelos zonales serían los característicos de una región climática. Con posterioridad, la geomorfología utiliza el mismo concepto en relación a los procesos geomorfológicos y a las formas a ellos atribuibles. Cada región morfoclimática tendría una serie de procesos zonales característicos.

CUADRO 1 . Características fundamentales del sistema de clasificación de pastizales.  
(Gallardo y Gastó, 1987)

Jerarquía de permanencia	Categoría	Variab <u>l</u> es de terminantes	Clasificación	Nivel de Resolución	Escala cartográfica aproximada
Alta	Reino	Climática	Zonas Fundamentales de Köppen (1923).	Mundial	1:50.000.000
	Dominio	Climática	Tipos Fundamentales de Köppen (1923).	Continental	1:10.000.000
	Provincia	Climática	Variedades Específicas, Variedades Generales y Alternativas Generales de Köppen (1923).	Nacional	1:2.000.000
	Distrito	Geomorfológica	Regiones Topográficas de Murphy (1967, 1968)	Regional	1:250.000
	Sitio	Edáfica y Vegetacional	Pendiente, textura, exposición, vegetación natural, drenaje, etc.	Local o predial	1:10.000
	Uso	Producto principal de canalización antrópica	Usos de la Tierra (Forest Service, 1965; Mc Ardle, 1960)	Cercado	≈ 1:10.000
	Estilo	Tipo y grado de artificialización	Estilos de Agricultura (Gastó, 1984)	Cercado	≥ 1:10.000
Baja	Condición	Estado del pastizal	Estado estimado según escala relativa desde excelente a muy malo	Unidad de paisaje	≥ 1:10.000

El concepto de zonalidad, sin embargo, que para González (1983) estaría inspirado por las grandes llanuras, no resuelve correctamente el problema fuera de ese contexto. Así, similares procesos morfogenéticos ocurren aunque con distinta frecuencia en casi todas las regiones morfoclimáticas y los suelos azonales son demasiado frecuentes, hasta dominantes en depresiones, montañas, etc.

Por lo expuesto, una clasificación de utilidad debe seleccionar los atributos del paisaje a aquella escala en la que tengan mayor resolución en la medida que respete la organización jerárquica del sistema, que incluye, en general, la mayor persistencia de los atributos jerárquicamente superiores.

Es atendiendo a estos principios que la presente clasificación utiliza, en las jerarquías superiores, parámetros climáticos. Otras clasificaciones como la soviética, utiliza a similar escala la base geológica-geomorfológica, en tanto los factores climáticos son utilizados en segundo lugar (González, 1983).

A una escala mundial, sin embargo, a nivel de los Reinos el factor climático tiene preeminencia sobre todos los otros (Gallardo y Gastó, 1987). Finalmente, en todos los casos, la información está más fácilmente disponible, a la escala adecuada, no requiriendo ser reinterpretada como suele suceder con la información geológica, cuando existe. A nivel de Dominio y Provincia es discutible la mayor persistencia del clima en relación a aspectos geomorfológicos, pero en cambio, no lo es en relación a su jerarquía, dado que es el clima el que condiciona el modelado del relieve y los ambientes sedimentarios.

Resulta claro que el agrupamiento de unidades elementales en otras de mayor complejidad, que sean exhaustivas, mutuamente excluyentes y cartografiables, debe tomar en cuenta las geoformas que agrupan la totalidad de las unidades elementales de una característica dada. Ello requiere contar con una clasificación de geoformas con capacidad de resolución cartográfica a una escala en torno a 1:250.000, que en el sistema propuesto se denomina Distrito, y que se corresponde conceptualmente a "Land Unit" del sistema de clasificación del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) de

Australia.

Tal clasificación debe valerse de características genéticas de relaciones procesos-formas, que minimicen la posibilidad de que una misma unidad elemental del paisaje aparezca en dos unidades distintas del rango jerárquico superior y que se diferencien solamente por pertenecer a distintos Distritos.

# CLASIFICACION GEOMORFOLOGICA

La geomorfología ha resuelto su clasificación de paisajes a dis  
tintas escalas según la escuela de pensamiento de que se trate.

## ESTRUCTURALES

La clasificación geomorfológica estructural originada en la es  
cuela de Davis (1924) contempla escalas reducidas. Considera lo si-  
guiente:

### Estructuras en capas:

Aproximadamente horizontal,  
Moderadamente inclinada,  
En declive inclinado y fallado,  
Torcida (desviada) moderada o grandemente, y  
Plegada (moderadamente o fuertemente; regularmente o  
complejamente).

### Estructuras masivas:

Masas cristalinas o metamorfizadas comúnmente, de re-  
sistencia uniforme, de forma tal que el drenaje es  
principalmente consecuente o inconsecuente, pero en al  
gunas instancias de resistencia diferepciante, de tal  
manera que se desarrolla un patrón subsecuente de dre-  
naje.

### Estructuras combinadas:

Estructuras masivas y en capas asociadas en todas las  
relaciones posibles.

#### Estructuras volcánicas:

Conos, campos de cenizas, campos de lava en área estrecha o extensión amplia.

La clasificación de Davis, así como su escuela de pensamiento, viene siendo gradualmente abandonada en razón de que considera los paisajes como sistemas aislados y no abiertos y de que la dinámica de la biósfera es unidireccional y no cíclica y, por lo tanto, los paisajes nunca alcanzan estados de equilibrio estático, sino que dinámico.

Engeln en 1942 propuso un sistema alternativo de Davis que, sin embargo, se sustenta en el mismo paradigma. El resumen tabular de la clasificación de unidades geomorfológicas se presenta a continuación:

#### Grupo A

##### Estructuras simples

En general sedimentos no consolidados

1. Planos costeros
2. Planos de piedemonte
3. Planos de tundra
4. Planos fluviales, lacustres y deltaicos
5. Desiertos erg o Areas Koum
6. Planos glaciales (till and outwash)
7. Planos de Loess

#### Grupo B

##### Estructuras simples

Rocas consolidadas

8. Plateaux interiores
9. Hoyas abiertas con inclinación centrípeta (nested saucers)
10. Planos de escurrimiento de lava y plateaux
11. Conos volcánicos

Grupo C

Estructuras simples  
Composición de rocas calcáreas

12. Unidades Karst
13. Islas de Coral

Grupo D

Estructura de pliegue y falla  
Rocas consolidadas  
Comúnmente compuestas de o envolviendo sedimentos

14. Domos levantados  
Tipo (a) Lacolíticos  
Tipo (b) Profundamente asentados
15. Montañas plegadas  
Tipo (a) Pliegues simples  
Tipo (b) Sobreplegados (nappes thrusts)
16. Montañas de bloques con fallas (fault-blocks)

Grupo E

Unidades protegidas - Masas rígidas antiguas  
Rocas metamórficas e ígneas  
Planos, plateaux y topografía de montañas  
Larga historia erosiva

17. Masas ígneas antiguas
18. Sedimentos peneplanados y metamórficos
19. Claciacres continentales

Lo mismo puede decirse de la clasificación de Löbeck (1939).  
(Cuadro 2).

CUADRO 2. Clasificación genética de geofórmulas de acuerdo a Lübeck (1939).

CONSTRUCTIVA						
Estructura		Proceso		Estado		
Geología	Geofórmula	Fuerza destructiva	Joven	Maduro	Viejo	
Simple	Horizontal	Plano Relieve bajo		Plano joven	Plano maduro	Plano viejo
	Horizontal	Plateau Alto relieve		Plateau joven	Plateau maduro	Plateau viejo
Desordenada	Domo	Montaña domo	Corrientes Glaciares Olas Vientos	Montaña domo joven	Montaña domo maduro	Montaña domo viejo
	Fallada	Montañas bloques		Montañas plegadas jóvenes	Montañas plegadas maduras	Montañas plegadas viejas
	Plegada	Montañas plegadas		Montañas plegadas jóvenes	Montañas plegadas maduras	Montañas plegadas viejas
	Compleja	Montañas complejas		Montaña joven	Montaña madura	Montaña vieja

DESTRUCTIVA			
Fuerza	Erosiva	Residual	Deposicional
Intemperización	Cavidades y fosos	Domos de exfoliación	Conos de talud Deslizamientos
Corrientes	Valles Cañones	Crestas de montañas	Deltas Aluviales Planos de inundación
Glaciares	Circos Cauces de glaciares	Cumbres tipo Matterhorn Aretas	Morrenas Druelina Eskers
Olas	Cuevas marinas Grietas	Plataformas Cliffed headlands	Bars Beaches
Vientos	Blow holes	Pedestales rocosos	Dunas Loess
Organismos	Excavaciones	---	Arrecifes de coral Hormigueros

Tricart y Cailleux (1965) presentan la primera crítica seria al modelo Davisiano, resaltando la importancia del clima y la vegetación en la evolución de los paisajes. A su vez plantean un sistema de clasificación que permite trabajar a distintas escalas (Cuadro 3).

Esta clasificación se basa hasta la VI categoría, en una geomorfología estructural que en algunos aspectos no se diferencia fundamentalmente del modelo estructural de Davis introduciendo los aspectos climáticos como alternativas a las distintas escalas.

Por otra parte, los procesos elementales de génesis de las geoformas no respetan tan claramente la escala, existiendo por ejemplo cuencas sedimentarias de tamaño reducido o fosas tectónicas de enorme dimensión.

En general esta clasificación ha sido utilizada en trabajos de escala reducida, menores de 1:1.000.000 o de escalas grandes, mayores de 1:20.000.

Christofoletti (1980) divide las clasificaciones de regiones morfogenéticas en: inductivas, sintéticas y objetivas.

#### INDUCTIVAS

- A. Entre las primeras, la de Peltier publicada en 1950, adoptada luego por Leopold, Walmon y Miller, 1964. En función de la precipitación y la temperatura, Peltier realizó una clasificación de procesos morfogenéticos y no de formas resultantes de dichos procesos (Cuadro 4).
- B. Taner en 1961 propuso otra clasificación en la que sustituía temperatura media anual por evapotranspiración y subdividió las regiones morfoclimáticas básicas en cuatro: húmedo, caliente y seco, frío y seco, y templado.
- C. Wilson presentó en 1968 una nueva clasificación morfogenética basada en relaciones entre el clima y varios procesos de modelado.

CUADRO 3. Clasificación de figuras geomorfológicas, según Tricart (1965).

Orden	Unidades de superficie terrestre en km <sup>2</sup>	Características de las Unidades, con ejemplos	Unidades climáticas equivalentes	Mecanismos básicos que controlan el relieve	"Timespan" de persistencia
I	10 <sup>7</sup>	Continentes; fosas oceánicas	Grandes sistemas zonales controlados por factores astronómicos	Diferencias de la corteza terrestre entre sial y sima	10 <sup>9</sup> años
II	10 <sup>5</sup>	Grandes entidades estructurales. (Scandinavia shield, Tehys, Congo basin)	Tipos climáticos mayores (influencia de factores geográficos en factores astronómicos)	Movimientos de la corteza, como en la formación de "geosynclines". Influencia climática en disección	10 <sup>8</sup> años
III	10 <sup>4</sup>	Unidades estructurales (Paris basin, Jura, Massif)	Subdivisiones de los tipos climáticos mayores, con poca significación para erosión	Unidades tectónicas que tienen una relación con paleografía, grado de erosión influenciada por litología	10 <sup>7</sup> años
IV	10 <sup>2</sup>	Unidades tectónicas básicas: "Mountain massif", "horsts", "fault throughs"	Climas regionales influenciados predominantemente por factores geográficos, especialmente en áreas montañosas	Influencia predominantemente por factores tectónicos, secundariamente por litología	10 <sup>7</sup> años
LIMITE DE AJUSTES ISOTATICOS					
V	10	"Ities" tectónicos irregulares, "anticlines", cerros	Clima local, influenciado por patrones de relieve: "adret-ubac", efectos altitudinales	Predominio de litología y aspectos estáticos de estructura	10 <sup>5</sup> años
VI	10 <sup>-2</sup>	Geoformas, escarpas, terrazas, circos, morrenas, "debris", etc.	Mesoclima, directamente ligado a la geoforma. Ejemplo: "nivation hollow".	Predominio de procesos influenciado por litología	10 <sup>4</sup> años
VII	10 <sup>-6</sup>	Microformas, "solifluction lobes", "polygonal soils", "nebka", "banland gullies".	Microclima, directamente ligado con la forma. Ejemplo: lapies (karren)	Predominio de procesos influenciado por litología	10 <sup>2</sup> años
VIII	10 <sup>-8</sup>	Microscópico, Ej: detalles de solución y "polishing"	Micro-ambiente	Relacionado con procesos y a textura rocosa.	

CUADRO 4. Clasificación basada en la precipitación y la temperatura, según Peltier (1950).

Región morfogenética	t (°C)	Precipitación (mm)	Características morfológicas
Glacial	-18 a 7	0 - 1.150	erosión glacial, nivación, acción eólica,
Periglacial	-15 a -1	125 - 1.400	movimientos de masa acentuados, acciones eólicas moderadas a fuertes, efecto débil del agua corriente,
Boreal	-9 a 3	250 - 1.500	acción moderada de geliviación, acción eólica moderada a leve,
Marítima	2 a 21	1.300 - 1.900	efecto moderado de agua corriente, acción acentuada de movimientos de masa, acción del agua corriente, moderada a fuerte,
Selva	16 a 29	1.400 - 2.300	acción acentuada de los movimientos de masa, débil efecto de erosión en las vertientes, acción nula del viento,
Templada	3 a 29	900 - 1.500	máxima acción del agua corriente, moderada acción de los movimientos de masa, leve movimiento de la geliviación en las áreas más frías, acción insignificante del viento,
Sabana	12 a 29	650 - 1.300	acción del agua corriente de fuerte hasta débil, acción moderada del viento,
Semiárida	2 a 29	250 - 600	acción del agua corriente, moderada a fuerte,
Árida	13 a 29	0 - 400	acción leve del agua corriente y de los movimientos de masa, y acción fuerte del viento.

Clasifica las regiones morfogenéticas en: glacial, periglacial, árida, semiárida, templada húmeda y húmeda de acuerdo a la clasificación de Köppen.

#### SINTETICAS

Las clasificaciones de este tipo también parten de la influencia climática sobre el modelado.

A. Entre ellas destaca la clasificación de regiones morfoclimáticas de Tricart y Cailleux (1965). Los supuestos básicos de la misma son:

- a. Existencia de grandes zonas climáticas y biogeográficas en las categorías de jerarquía más alta.
- b. Combinación de factores climáticos y biogeográficos con datos paleoclimáticos para la subdivisión de las categorías mayores.

Las categorías son las siguientes:

1. Zona fría. Factor predominante hielo
  - a. Dominio glacial
  - b. Dominio periglacial
2. Zona forestal de latitudes medias (sobrevivencia de formas glaciares y periglaciares del cuaternario)
  - a. Dominio marítimo e inviernos suaves, reducida acción del hielo y fuerte sobrevivencia de formas glaciares y periglaciares.
  - b. Dominio continental con inviernos rudos, intensa acción del hielo actual y cuaternario permitiendo la sobrevivencia ocasional de permafrost del cuaternario.

- c. Dominio mediterráneo con veranos secos con pequeña influencia de modelados glaciares y periglaciales cuatternarios.
- 3. Zonas áridas y semiáridas de latitudes bajas y medias cacterizadas por cobertura vegetal poco densa y escurrimiento intermitente.
    - a. árido frío
    - b. árido caliente
    - c. semiárido frío
    - d. semiárido caliente
  - 4. Zona intertropical con temperatura elevada y escurrimiento abundante
    - a. Dominio de sabana con cobertura menos densa con pluviosidad, menor escurrimiento difuso, importantes acciones químicas intermitentes.
    - b. Dominio de selvas con cobertura vegetal densa y elevada humedad con acciones químicas y bioquímicas intensas.
- B. Büdel (1963-1969). combina factores climáticos, paleoclimáticos y otros como petrografía, epirogénesis, nivel de base, influencia del relieve global y acción humana (Figura 1).
- 1. Zona glacial (polos y montañas elevadas).
  - 2. Zona de formación pronunciada de valles (regiones subpolares, libres de hielo y permafrost).
  - 3. Zona extratropical de formación de valles (mayoría de las regiones de latitudes medias caracterizadas actualmente por procesos moderadamente activos subordinados a testigos fósiles de períodos glaciares.
  - 4. Zona subtropical de pedimentos y formación de valles.
  - 5. Zona tropical de formación de superficies de aplanamiento.

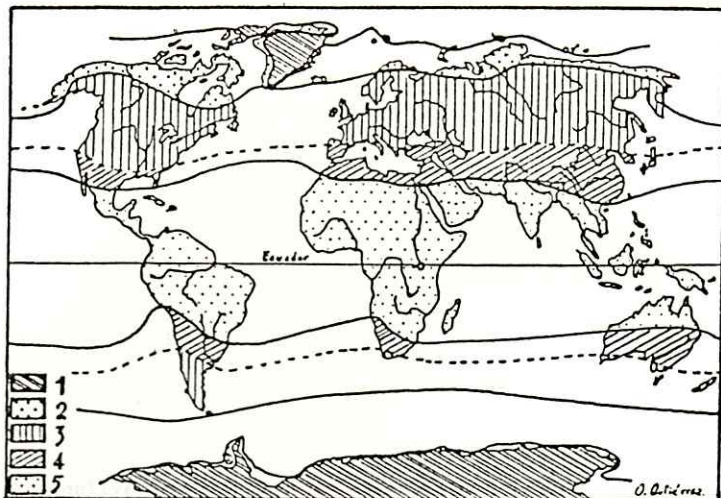


Figura 1. Las zonas morfoclimáticas de la tierra, según Büdel.

1. Zona de glaciares, 2. Banda periglacial y de permafrost; zona de formación pronunciada de valles, 3. Banda templada húmeda y subhúmeda; zona extratropical de formación de valles, 4. Banda subtropical y mediterránea; zona de pedimentación y formación de valles, 5. Zona tropical de formación de superficies de aplanamiento.

#### OBJETIVAS

- A. Entre ellas se cita la de Peltier (1962), quien utilizó el relieve medio y la pendiente media, clasificando las unidades en grandes grupos climáticos (tundra, microtermal, mesotermal y tropical).
- B. Otra clasificación del tipo objetivas fue la realizada por Caine en 1967, utilizando la velocidad media con que una cuenca de drenaje está siendo rebajada en relación al potencial morfogenético y el clima.

Establecía un sistema jerárquico en cuyo primer nivel separa montañas de bajadas, las cuales se subdividen en función del clima en árido y fluvial, y glacial.

## VERTIENTES

Las vertientes han sido clasificadas por Dalryple, Blong y Conacher (1968) en nueve unidades básicas a las cuales se asocian determinados procesos morfogenéticos (Christofolletti, 1980):

<u>Unidad</u>	<u>Proceso dominante</u>
1. Interfluvio (0° a 1°)	Pedogénesis con movimientos predominantes verticales del agua superficial (Figura 2).
2. Declive con infiltración (2° a 4°)	Eluviación mecánica y química producida por movimientos laterales del agua (drenaje hipodérmico).
3. Declive convexo con reptación	Reptación y formación de terrazas.
4. Escarpa: pendiente mayor a 45°	Pendiente de transporte de materiales por gravedad, dominio de denudación en cualquier condición climática.
5. Declive intermedio transporte (ángulo 45° a 35°)	Transporte por movimientos de masa predominantemente de gravedad.
6. Porción coluvial (ángulos entre 26° y 35°)	Reposición de material por los movimientos de masa y escurrimiento superficial. Formación de conos de deyección.
7. Declive aluvial (0° a 4°)	Deposición aluvial, terrazas.
8. Margen de curso de agua	Erosión pluvial, desmoronamientos.
9. Lecho de cursos de agua	Transporte fluvial.

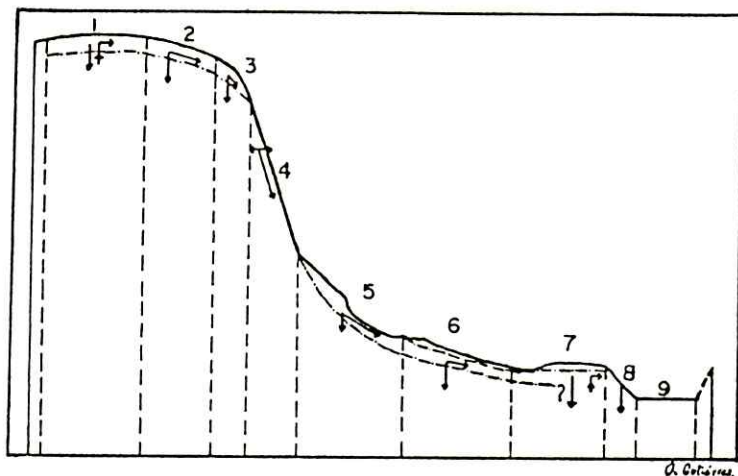
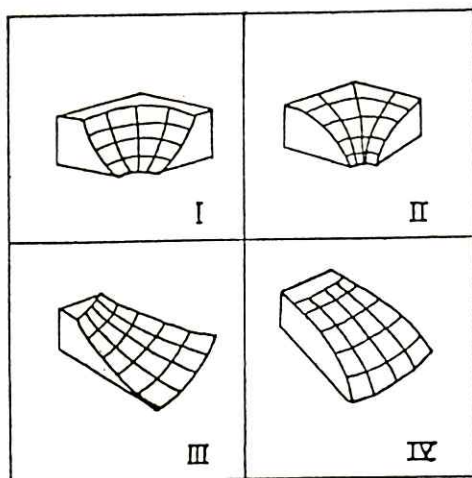


Figura 2. Clasificación de pendientes según Dalryple, Blong y Conacher (1968). La línea punteada indica el límite inferior de formación de suelos (Christoforetti, 1980).

Troeh (1965) clasifica las vertientes según su forma en cuatro tipos básicos (Fairbridge, 1968) (Figura 3):

- I. Vertientes con radiales cóncavos y contornos cóncavos.
- II. Vertientes con radiales convexos y contornos cóncavos.
- III. Vertientes con radiales cóncavos y contornos convexos.
- IV. Vertientes con radiales convexos y contornos convexos.



d. a. Troeh.

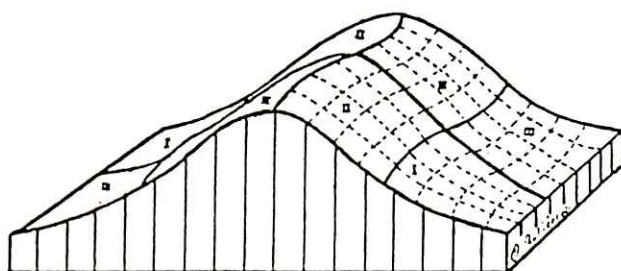


Figura 3. Pendientes según Troeh, 1965 (Fairbridge, 1968).

Miller y Sumerson (1960) en The encyclopedia of geomorfology (Fairbridge, 1968), clasificaron las pendientes según cuatro divisiones basadas en segmentos iguales de la función:

$$x = \sqrt{\text{Sen } A}$$

donde, A = ángulo de la vertiente.

<u>Clase</u>	<u>Angulo</u>	<u><math>\sqrt{\text{Sen A}}</math></u>	<u>Ocurrencia</u>
1	0 a 3°35'	0 - 0,25	Depósitos fluviales. <u>La</u> deras de acumulación. Planos de ablación.
2	3°36' a 14°29'	0,25 - 0,50	Abanicos aluviales (co- nos). Pedimentos parte inferior de pendientes constantes.
3	14°29' a 34°14'		Límite superior de repo- so de materiales cohesi- vos. Pendientes de frag- mentos.
4	34°15' a 90°	0,75 - 1,00	Cara libre (free face). Escarpas. Pendientes de materiales muy cohe- sivos.

La proliferación de clasificaciones de aceptación restringida es el resultado de la no existencia en geomorfología de un paradigma universalmente aceptado, y el intento de esta disciplina, al igual que otras de las denominadas ciencias de la tierra, de resolver con fines prácticos y genéticos a un tiempo, una taxonomía corológica con capacidad resolutive a distintas escalas espacio-temporales.

#### CLASIFICACION UTILIZADA

Murphy (1967 y 1968) propone una clasificación general descriptiva que a la par que intenta reconciliar lo genético y lo empírico, pretende ser útil para el relevamiento a escalas intermedias a las cuales las demás clasificaciones no atienden correctamente. Gallardo y Gastó (1967) utilizan esta clasificación como base para clasificar los pastizales en la jerarquía de Distrito, cuyos atributos co-

rresponden a los de la geoforma.

Murphy (1967 y 1968) desarrolla tres niveles de categorías. En la primera establece siete regiones estructurales: sistema alpino, remanentes caledonios, Gondwana shield, Laurasia shield, agrietada (rifted), áreas del escudo (shield), cubiertas sedimentarias y áreas volcánicas aisladas.

En la segunda categoría considera seis tipos de regiones topográficas: planos, cerros o colinas (hills) y mesetas bajas, mesetas altas, montañas ampliamente espaciadas, y depresiones. La tercera categoría comprende cinco clases, dependiendo de las relaciones entre clima y procesos geomorfológicos dominantes: áreas de geoformas húmedas, áreas de geoformas secas, áreas glaciales actuales, áreas glaciales del cuaternario, y capas de hielo.

## CARACTERIZACION DE LOS DISTRITOS

En el caso de la presente clasificación se utiliza como criterio de clasificación la pendiente, siendo que a ella se asocian procesos geomorfológicos característicos en cualquier ambiente morfoclimático. Por otra parte, como las pendientes suelen estar asociadas a paisajes característicos que tienen una adecuada expresión a la escala de trabajo, a cada categoría de pendiente se la adjetiva con el nombre vulgar de la geofoma, caracterizada por presentar con la mayor frecuencia cada uno de los rangos de pendiente establecidos.

Los distritos de cada provincia, en la presente clasificación, reciben la denominación de:

Montano, que son montañas con pendientes predominantes iguales o mayores de 66,5%.

Cerrano, que corresponden a cerros con pendientes mayores de 34,5% a 66,5%.

Ondulado, son colinas con pendientes mayores de 10,5% a 34,5%.

Plano, son sectores con pendientes mayores de 0% a 10,5%, y

Depresional, presenta pendientes de 0% o menores, formando depresiones abiertas o cerradas.

A la escala de campo y al referirse a la ubicación de una unidad elemental del paisaje en un distrito determinado, se debe hacer mención al mismo teniendo en cuenta estrictamente la pendiente con independencia de la unidad mayor a la que pertenece, la cual está dada por la Provincia de Pastizal.

La elección de los límites tiende a tener en cuenta los proce-

sos que se vinculan a una energía potencial dada, que es función de la pendiente. Las características propias de los materiales en interacción con el clima producen, sin embargo, variaciones en los límites de procesos tales como los movimientos de masa y erosión, lo cual obliga a flexibilizarlos en casos particulares.

#### DEPRESIONAL

Según el Diccionario Geológico Geomorfológico (Teixeira, 1980), depresión es un área de relieve situada por debajo del nivel del mar o por debajo de regiones próximas. A las primeras se las denomina absolutas y a las segundas relativas. Clasifica a las depresiones en:

1. Depresiones originadas por movimientos del terreno
  - a. Deformaciones de naturaleza sinclinal
  - b. Hundimiento de un fragmento de la corteza terrestre debido a un sistema de fallas
  - c. Depresiones debidas a arqueamiento
  - d. De fallas de movimiento horizontal.
  
2. Depresiones formadas por remoción de material de superficie
  - a. Por excavación a lo largo de un alvéolo fluvial
  - b. Por dilución de roca
    - i. acción de intemperismo
    - ii. acción biológica
    - iii. por acción eólica (deflación).
  - c. Depresión subsecuente de circundenudación periférica
  - d. Acciones periglaciares o glaciares.
  
3. Depresiones formadas por represamientos
  - a. Desmoronamiento
  - b. Cono de deyección sobre un río principal
  - c. Represamiento por dunas
  - d. Represamiento por cordón litoral

- e. Represamiento por dique marginal
- f. Represamiento debido al abandono de un meandro
- g. Represamiento formado por una morrena glacial
- h. Represamiento formado por acciones glaciales y periglaciales
- i. Represamiento formado por derrames de lavas
- j. Auto represas de cursos de agua
- k. Represas formadas por acción de los animales.

#### 4. Casos especiales

- a. Depresiones de cráteres volcánicos
- b. Depresiones formadas por caídas de meteoritos
- c. Depresiones formadas por topografía plana y acciones de diversos factores
- d. Acción antrópica

#### Caracterización

La definición utilizada en la clasificación de paisajes es restringida a aquellas depresiones que cumpliendo con las características de la definición antes citadas, presentan pendientes iguales o inferiores a 0%. Con este límite se separan en general, las planicies aluviales de los ríos lóticos, de los sistemas lótico-lénticos y lénticos.

En tal sentido serán consideradas depresiones ciertas terrazas aluviales actuales, lagos y lagunas o formas cóncavas o planos derivados de su colmatación, islas aluviales de cursos inferiores especialmente deltas, vegas, incluso las de altura, el conjunto de planicies de cualquier tipo de anegamiento permanente o estacional, depresiones cerradas de zonas áridas (playas), parte inferior de grandes conos de deyección y parte inferior de bajadas (Figura 4).

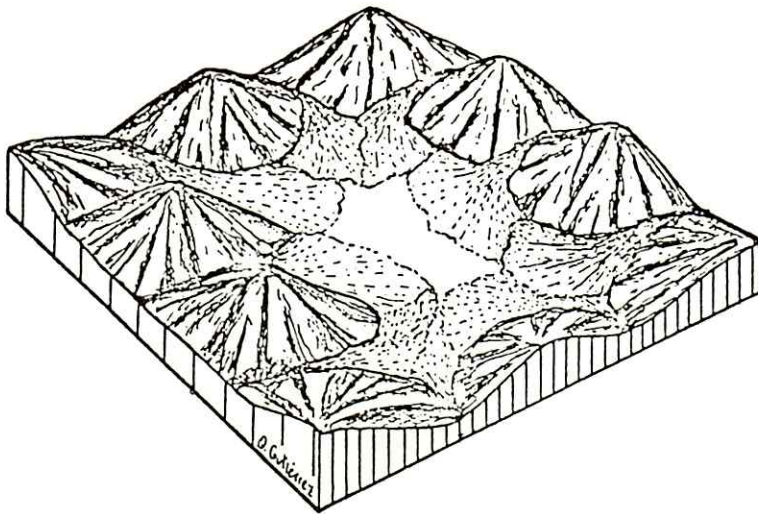


Figura 4. Distrito depresional en cuenca endorreica.

### Tipologías depresionales

#### Terrazas aluviales

Las vías de drenaje al aproximarse al nivel de base pierden pendiente y con ello capacidad de transporte de materiales. La deposición que se produce genera terrazas amplias deprimidas entre las laderas adyacentes o una terraza más antigua y el albardón o dique generalmente formado por limos de desborde. La depresión así generada funciona como cubeta de decantación de las aguas de crecientes que superan el dique o albardón aluvial.

#### Lagos y lagunas

Existe una gran diversidad de ambientes lacunares desde el punto de vista de su génesis y evolución posterior; sin embargo, todos tienen en común el funcionar como cubetas de decantación de coloides y otras partículas finas. Así existen ambientes lacunares produci-

dos por barras costeras con o sin incidencia de factores tectónicos en su génesis y lagos formados por subsidencia en áreas continentales.

La naturaleza de los depósitos en estos últimos varía sustancialmente en función del clima y la competencia de las vías de drenaje que los alimentan. En zonas áridas tendrán una intercalación de sedimentos finos y gruesos hacia los bordes y finos hacia el centro, en tanto que en ambientes con una cobertura vegetal mayor a nivel de agua más constante, habrá un neto dominio de depósitos finos, pudiendo presentar además niveles de turba más o menos potentes.

Los lagos glaciares con superficie congelada en invierno generan una particular sedimentación que refleja la pérdida total de energía del agua durante el invierno, produciendo una estratificación continua de sedimentos de diferentes granulometrías.

Con frecuencia los conos de deyección y las bajadas que convergen hacia una depresión cerrada van perdiendo pendiente, depositando los materiales más finos y generando aureolas salinas. En tal sentido, suelen no diferenciarse de las depresiones lacunares colmatadas, frecuentemente por estos mismos materiales aportados desde conos de deyección y glaciares.

#### Islas aluviales

Al igual que las terrazas aluviales precipitadas, las islas aluviales consolidadas adquieren un albardón de desborde y una cubeta central. Tal situación es característica de los ambientes deltaicos.

#### Conos de deyección y bajadas

La parte inferior de estas funciones presenta características similares, con frecuente formación de aureolas salinas y de sedimentos finos.

## PLANO

Los límites de este distrito se encuentran entre pendiente de  $>0,0\%$  a  $10,5\%$ . A este rango de pendiente se asocian los procesos de erosión hídrica de las laderas y la deposición de los sedimentos erosionados, generando formas características del relieve como el pediment, cuya posterior disección por las vías del drenaje origina la mayoría de los relieves suaves denominados ondulaciones.

Cuando el sistema de formas suaves de Distrito Plano se conecta con un relieve mayor, el límite superior de esta categoría mantendrá su denominación hasta un quiebre de pendiente o hasta que la pendiente alcance un valor del orden del  $10,5\%$ . Las dunas arenosas pertenecen a este distrito con independencia de la pendiente que generan, dado que las mismas, aunque presentan pendientes muy variables, su comportamiento es a grandes rasgos similar, y una vez estabilizadas se convierten generalmente en terrenos ondulados.

Según The Encyclopedia of Geomorphology (Fairbridge, 1968), el término Plano tiene dos significados en Geomorfología:

- a. Plano en sentido estricto, es un área con escasas diferencias altimétricas y uniforme desde el punto de vista geomorfológico como los planos de inundación, de erosión, etc.
- b. Plano se lo utiliza en sentido de campos llanos, bajos o plataformas, siendo en ese sentido un término opuesto a tierras altas.

El Diccionario geológico geomorfológico (Texeira, 1980) atribuye a Leuzinger la propuesta de utilizar el término para superficies poco accidentadas, aproximadamente planas y horizontales.

El distrito plano puede subdividirse en algunas circunstancias en relación a su energía potencial medida por la pendiente en tres subdistritos a saber:

Plano, mayor de 0% a menor de 2,5%

Plano suavemente ondulado, mayor de 2,5% a menor de 6,5%

Plano ondulado, mayor de 6,5% a menor de 10,5%

El primero de los subdistritos incluye la mayoría de las planicies aluviales y sus terrazas en tanto que los restantes implican una disección progresivamente más intensa de ésta o de viejas superficies de aplanamiento (pediments, bajadas y playas, etc.). Una excepción a esta nomenclatura son los pediments previamente mencionados que forman una curva continua asimilable a una logarítmica de base menor a la unidad (Leopold et al., 1964), cuya pendiente varía entre valores menores de 10,5%, límite superficial del distrito y menores de 0,0%, límite inferior del distrito.

Este distrito está compuesto por una gran diversidad de formas de origen mayoritariamente aluvial, ocasionalmente eólico y excepcionalmente de erosión (pediments) con o sin disección posterior (Figura 5).

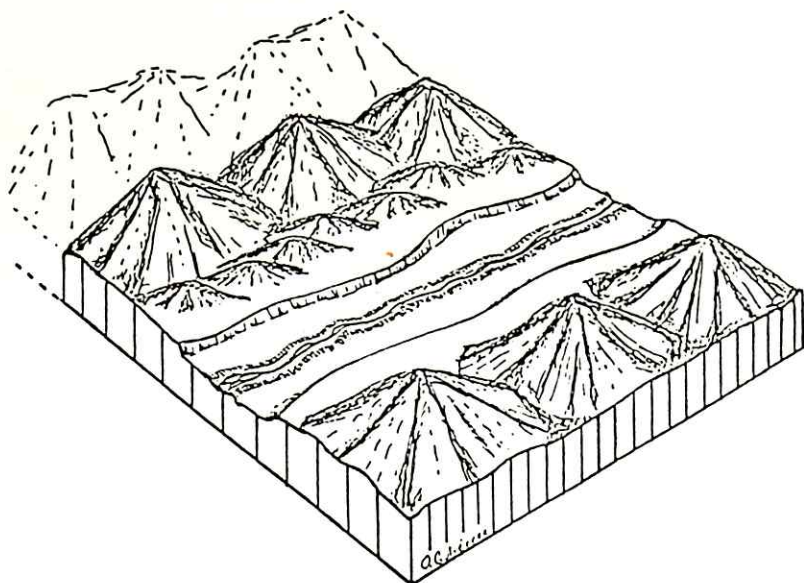


Figura 5. Distrito Plano, de terrazas y ondulaciones.

Su nombre deriva del hecho de tener un origen común en un plano inclinado. En la presente propuesta, sin embargo, incluye situaciones tales como altiplanicies, reversos de cuestras, sistemas de lomadas (paisajes ondulados), terrazas aluviales de sistemas lóticos, albardones, campos de dunas con independencia de la pendiente por ellas generadas, campos de montículos arcillosos (guilgay) o de crioturbación, etc.

### Tipologías Planas

#### Planos de erosión-acumulación

Los planos aluviales actuales y subactuales, pero vinculados a vías de drenaje aún operantes, se caracterizan por presentar un sistema de terrazas, frecuentemente escalonadas las que manifiestan en su granulometría la competencia del agua que las depositó. Estas terrazas, cuando se encuentran dentro del denominado lecho mayor del río tal como, lechos de crecientes irregulares que -en ríos en equilibrio- no ocurren todos los años, suelen presentar acumulaciones de sedimentos vinculados a la dinámica actual del río.

En el contacto entre la terraza y el lecho menor suele formarse un albardón cuya altura y granulometría dependen del caudal y competencia del río. En vías de drenaje de planicie, los albardones son de amplio radio de cobertura, extensos y compuestos por partículas finas, en tanto en cursos de pendiente fuerte, la curvatura del mismo suele ser más pronunciada y estar compuesta por materiales más gruesos. El lecho menor suele presentar depósitos gruesos cuya dinámica limita el desarrollo de la vegetación.

Otras geoformas que pertenecen a este distrito son las altiplanicies, pediments y algunos conos de deyección. Las altiplanicies suelen tener su origen en proceso de pediplanación; si posteriores movimientos tectónicos las desconectan del nivel de base que las generó, pueden sufrir procesos de disección que normalmente generan formas onduladas. Su preservación suele vincularse a climas áridos o a la presencia de estructuras resistentes horizontales o subhorizontales, sue

len presentar recubrimiento de materiales mal clasificados, cuando se vinculan a la zona de deposición del pediment (bajada y playa).

En general, los procesos de erosión y acumulación que se producen en los pediments o bajadas son del tipo aluvial, por pequeños canalículos de funcionamiento intermitente o inundaciones en manto con las bajadas. Existen ocasionalmente acumulaciones aluviales propiamente dichas cuando asociadas a lechos de wadis, mayoritariamente drenajes de zonas áridas con funcionamiento esporádico.

Los conos de deyección aluvial son característicos de la parte externa de cuencas intermontanas presentando características deposicionales similares a las bajadas y playas. Conos de deyección de amplitud reducida, producidos por vías de drenaje de laderas de cerros y montañas, no pertenecen a este distrito por presentar generalmente pendientes superiores a los límites establecidos y granulometrías correlacionables a movimientos colectivos o acciones de gravedad.

Como se dijo precedentemente por tectónica, eustatismo, cambios de nivel de base, modificación del sistema amorfoclimático, los pediments y bajadas pueden sufrir procesos de redisección por la vía de drenaje. Dando origen a paisajes ondulados en los cuales son comunes procesos de reptación lenta del suelo o regolito, así como procesos de erosión de laderas, las cuales, pueden generar cuatro tipos de formas de relieve de Troeh a escasas distancias. Otras formas propias de este distrito son en las regiones periglaciales, las islas de retroceso de casquetes polares y campos de dunas.

#### Planos estructurales

Por planos estructurales se define a aquellas zonas planas debidas a deposiciones horizontales, tales como coladas de lavas, depósitos de cenizas volcánicas, plataformas marinas expuestas, etc. Las formas resultantes de la redisección de estos paisajes dependen de la coherencia de los materiales que la forman, del potencial morfogenético de la región y de las características de los climas a que han sido sometidos. Es por lo que las características que presentan no neces

riamente se correlacionan a su origen genético.

#### ONDULADO

Los límites de este distrito se encuentran entre pendientes de 10,5% a menores de 34,5%. Estas pendientes suelen asociarse a relieves del tipo colinas o a la base de relieves mayores.

Las pendientes que caracterizan a este distrito son asociables a lo que en lenguaje común se denominan colinas. El diccionario Geológico Geomorfológico (Teixeira, 1980) define a las colinas como pequeñas elevaciones de terrenos con declives suaves y altura inferior a 50 m. El mismo autor agrega que, en general, son formas de erosión, aunque existen colinas de agradación como morrenas y dunas.

Las pendientes de este Distrito se asocian a depósitos producidos por procesos coluviales y parte superior de conos de deyección, ambos provenientes de relieves más enérgicos, como cerros y montañas. Estas pendientes son también características de algunas morrenas especialmente terminales y formas de disección de superficies elevadas por procesos tectónicos.

La mayor estabilidad de estas pendientes permite un recubrimiento relativamente espeso sobre el cual se desarrollan suelos moderadamente profundos e incluso profundos, en climas semiáridos o más húmedos. Los procesos de modelado característicos en estas unidades son la erosión en canaliculos, o laminar en clima semiárido, los procesos de reptación en climas semiáridos hasta húmedos y los deslizamientos en clima húmedo.

A excepción de los relieves a control estructural vinculados a capas duras horizontales o subhorizontales, que dan por resultado un dominio de formas cóncavas, la forma del relieve predominante en colinas es la convexa dispersadora de aguas (Figura 6).

Los distritos montano, cerrano y ondulado, por presentar una dominancia de suelos autígenos, pueden presentar una diversidad de

unidades elementales. Esta diversidad proporcional a la diversidad de materiales geológicos de la Provincia en cuestión, más la variabilidad dependiente de la exposición de la vertiente, factor cuya importancia decrece con la pendiente y se acrecienta con la latitud.

Se han establecido dos categorías dentro de este distrito: ondulado suave y ondulado fuerte, con pendientes de 10,5% hasta menores de 18,5% y de 18,5% hasta menores de 34,5%, respectivamente.

El subdistrito Ondulado Suave se asocia mayoritariamente a colinas formadas por el entalle de materiales sedimentarios, no muy cohesivos, así como las formas coluviales de pie de relieve mayores, exceptuando ocasionalmente piedemontes de depósitos de gravedad que pueden tener pendientes de reposo más elevadas.

El subdistrito Ondulado Fuerte corresponde a materiales sedimentarios coherentes o con estratos coherentes horizontales o subhorizontales, tal como la parte media e inferior de frentes de cuestas y las colinas formadas sobre rocas intrusivas y extrusivas coherentes.

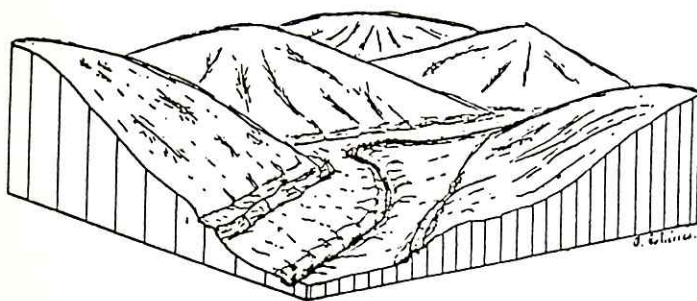


Figura 6. Distrito Ondulado, paisaje autónomo de colina y plano.

## CERRANO

Los límites de este Distrito se establecen entre pendientes de 34,5% a menores de 66,5%. Estas pendientes se asocian mayoritariamente a relieves mayores, comúnmente cerros, de lo cual deriva su denominación y ortografía de Cerrano.

Son formas generalmente autónomas, aunque forman parte de este distrito, laderas bajas de montañas e incluso acumulaciones de gravedad tipo piedemont. Los afloramientos rocosos son más comunes que en los distritos antes mencionados, siendo común la existencia de áreas importantes de roca desnuda. El distrito se asocia a laderas bajas de relieves mayores de montañas.

Una definición precisa de cerro es más difícil de obtener que de montaña. El diccionario Geológico Geomorfológico (Teixeira, 1980) limita su definición a "monte poco elevado cuya altura, supuestamente relativa, es de 100 a 200 metros". Luego define monte como gran elevación del terreno de cualquier origen y agrega que el término se utiliza para denominar elevaciones aisladas.

En inglés, el término "hill" se utiliza para una amplia gama de formas de disección menores que montaña y que incluyen lo que en español se describe como cerros y colinas o aún sierras. Este último vocablo tiene diferentes acepciones, en idioma español e incluye desde elevaciones menores hasta cordilleras.

La altitud no es determinante de procesos morfogénicos excepción hecha, del ambiente morfoclimático, pero aún éste está condicionado por la latitud. En latitudes altas una elevación no muy pronunciada puede presentar procesos de modelado morfogénicos característicos de montañas, en tanto, en latitudes bajas, elevaciones importantes pueden no estar sometidas a condiciones climáticas extremas. En cuanto al origen genético de estas elevaciones es en todos los casos asimilable al de montañas, que se definen en el distrito correspondiente.

El Distrito Cerrano se caracteriza por presentar un dominio de

pendientes del tipo de dispersador de aguas, convexo y de concentrador de aguas, cóncavo, y con pendientes, rectilíneas de transporte (Figura 7).

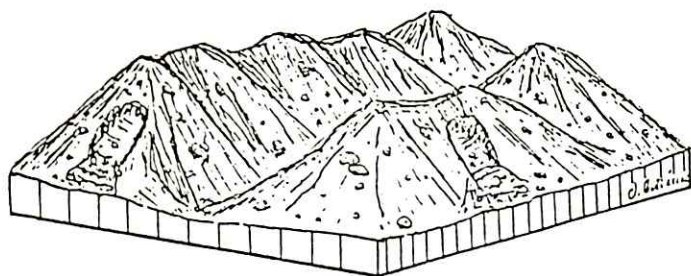


Figura 7. Distrito Cerrano, paisaje autónomo de cerros.

Las pendientes permiten la retención de un manto de regolito relativamente más profundo y continuo que en el Distrito Montano y ocasionales formas de acumulación como piedemontes que contienen mucho material grueso hacia la base.

Si bien estas pendientes permiten transporte gravitacional activo, la existencia de un regolito que puede incluir abundante material fino, favorece la instalación de vegetación y consecuentemente los procesos de pedogénesis asociados con la alteración del sustrato rocoso subyacente cuando el medio lo permite. En general, el proceso de intemperización es del tipo químico; exceptuando climas áridos en cuyo caso la cobertura detrítica de material fino es muy poco importante, dominando la erosión sobre el intemperismo y con pedogénesis casi nula.

El proceso más importante que genera el regolito y luego condicionan su evolución, es el transporte gravitacional, fundamentalmente la reptación. Cuando el regolito ha alcanzado cierto espesor, que permite la instalación de vegetación y un balance pedogénesis-alteración versus ablación, determina que el espesor del suelo, presente una débil tendencia a hacerse más profundo hacia la base del cerro.

Cuando las características climáticas o el uso desplazan el equilibrio hacia la erosión, sólo el material más grueso queda como remanente en las vertientes, en tanto, cuando el equilibrio se desplaza hacia la profundización del perfil de alteración, el equilibrio se restablece con movimientos de masa del tipo de soliflucción, que generan cicatrices cóncavas y rampas planocóncavas hacia la base del cerro, que no pertenecen a este distrito aunque puedan ser incluidos por razones de escala.

Los transportes gravitacionales, en cambio, producen piedemontes de ángulos de reposo más pronunciados, que por tanto, pueden formar parte del distrito, cualquiera que sea la escala considerada.

Al igual que la montaña, el cerro es un relieve mayoritariamente autónomo. Serán considerados dentro del Distrito Cerrano, sin embargo, aquellas laderas de baja montaña cuyo relieve satisfaga los requerimientos de pendiente del cerro. Es por esta razón que el distrito admite relieves subordinados tales como laderas y los piedemontes antes descritos.

Las cerrañas generan, pendiente abajo, rampas de soliflucción, conos de deyección, coladas de barro y aureolas geoquímicas. Ejercen una influencia fundamental en la pedogénesis de los relieves subordinados. A ellos aportan, al igual que las montañas, detritos, iones, especialmente cationes y minerales en solución, los cuales juegan un papel preponderante en la formación de filosilicatos.

Los ángulos de las pendientes cerranas permiten que se estacionen sobre ellos rocas de gran tamaño, que serían transportadas en su mayoría hasta la base en el distrito montaña, por lo que su presencia es característica de este distrito.

#### MONTANO

Este Distrito se caracteriza por presentar pendientes mayores o iguales a 66,5%. A la escala de relevamiento este distrito está compuesto casi siempre por relieves autónomos, aunque al igual que

con los demás distritos a escala de campo puede ser una parte de un relieve menor, tal como una escarpa. Se asocia siempre a los relieves mayores vinculados a la tectónica.

Las laderas predominantes son rectilíneas con abundantes afloramientos y regueros de piedra, así como otras formas de transporte nival y glacial. Son comunes las laderas desnudas con vegetación rala o ausente sobre todo en condiciones de clima templado seco y semi-árido o árido. Tal condición está casi siempre presente con relieves de más del 100% de pendiente, lo cual corresponde a una inclinación de 45°

Con frecuencia es más común encontrar en geomorfología, nombres extraídos del lenguaje vulgar al referirse a formas conspicuas del relieve, que una definición precisa de dicho nombre. El diccionario Geológico Geomorfológico (Teixeira, 1980) define montaña como una gran elevación del terreno con altura superior a 300 m y constituida por un agrupamiento de cerros. Luego agrega que la orogénesis es la rama de la geología que estudia el origen y la formación de las montañas.

Según el mismo autor, las montañas pueden ser clasificadas según su origen en:

- a. Plegamientos
- b. Fallas
- c. Volcánicas, y
- d. Erosión

Según su edad, el supuesto Davisiano parte del supuesto que las más desgastadas y bajas son las más antiguas. En cuanto a la altitud relativa, las clasifica en montañas bajas, 300 m a 900 m en un área de 100 km<sup>2</sup>, y montañas altas, con más de 900 m en la misma superficie.

En "The Encyclopedia of Geomorphology" (Fairbridge, 1968), constan las definiciones de diversos autores. James Caikie (1898) clasificaba las montañas en:

- a. de acumulación (volcanes, dunas, morrenas)
- b. montañas de elevación (tectónica) y
- c. montañas de circunerosión (hort de posición)

Blanche (1928) diferenciaba las montañas de otros relieves menores por presentar un potencial erosivo mucho mayor. Straier (1946) la define como una estructura geológica perturbada, cualquiera sea su relieve. Derreau las subdivide en intercratónicas o intercontinentales y cadenas geosinclinales.

En relación a los efectos del relieve sobre el sistema geomorfológico, el mismo autor considera que en las montañas el proceso de pérdida de materiales es más intenso y el sistema morfoclimático más energético que en las topografías colindantes.

Fairbridge (1968) clasifica las montañas en:

I. Formas estructurales o construccionales

- a. Volcánicas
- b. Fallas y napas (fold and nappe mountain)
- c. Bloques (block mountain)
- d. Erosinales
- e. Salientes estructurales (structural sutlier)
- f. Tectónica policíclica
- g. Epigénesis

II. Formas denudacionales, subsecuentes, degradacionales o secuenciales

- a. Relictos de erosión diferencial
- b. Exhumadas
- c. Complejos ígneos plutónicos y metamórficos
- d. Formas policíclicas denudacionales

El mismo autor estipula una altura relativa del orden de los 700 m como límite entre cerros (hill) y montañas.

Si bien la altura está relacionada con sistemas morfoclimáti-

cos más enérgicos, éstos también se relacionan con la latitud, en cambio, el potencial morfogenético de éste como cualquier relieve será función de la pendiente, y la distancia al nivel de base.

El distrito montaña se caracteriza por presentar vertientes que en promedio superan al 66,5%, pendiente que define el distrito, así como laderas rectas en la dirección de la pendiente. Los procesos morfogenéticos existentes son erosión y transporte, no existiendo procesos de acumulación significativos (Figura 8).

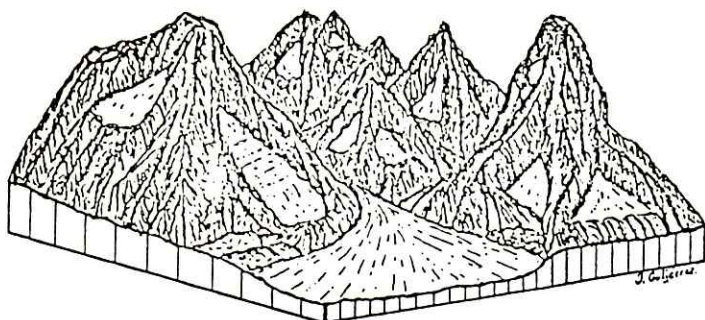


Figura 8. Distrito Montano, paisaje autónomo de montañas, modelado por procesos glaciares (circos).

La inclinación de las vertientes condiciona un dominio de procesos de transporte gravitacional en aquellos materiales con coeficientes de fricción inferiores a la pendiente. Ello es característico de la parte superior de las montañas con pendientes de más de  $45^\circ$  y sobre las cuales ningún material que supere la rugosidad de la ladera será retenido.

El proceso de intemperismo dominante en este sector de la montaña es del tipo físico (crioclastia) aunque no excluye intemperismo químico, fundamentalmente en latitudes bajas. Cuando a estos procesos de intemperismo se asocian a acciones de los denominados circos glaciares, las formas resultantes son del tipo poliédrico más o menos

irregulares y tetraédricos en el caso de algunas estructuras graníticas. En tanto, cuando el proceso de degradación y transporte gravitacional es lo predominante, generan formas con mayor tendencia cónica, propias de las montañas de menor altura en latitudes medias y bajas. La característica de los paisajes o sectores montañosos con dominancia de procesos físicos de intemperismo es la denudación casi completa de las vertientes. En todos los casos las pendientes longitudinales de este sector de la montaña son rectas, coronadas por crestas más o menos agudas.

La cobertura de regolito o suelo, cuando está presente, se limita al relleno de cavidades intersticiales o micropendientes de rugosidad, inferiores a 45°. Ello es particularmente importante en aquellas latitudes o climas que permiten un desarrollo de vegetación, que tiende a aumentar estos espacios o intersticios, con vegetación arborea o arborescente. Uno de los procesos más conspicuos del transporte de sedimentos en este sector de la montaña es la avalancha.

Las pendientes ubicadas en un rango de entre 45° y 35°, en general, combinan una serie de procesos morfogenéticos tales como el transporte gravitacional antes mencionado, con procesos que van desde los movimientos de masa (reptación del regolito, desprendimientos, soliflucción, coladas de barro, etc. en los cuales el agua actúa como lubricante o aumentando el peso del material) hasta la erosión (proceso en el cual el agua actúa como agente de transporte). La supremacía de uno u otro proceso depende de un delicado equilibrio entre balances erosión-acumulación-pedogénesis-alteración.

Cuando el balance se desplaza hacia la profundización del perfil de alteración, el equilibrio suele ser restablecido por alguno de los movimientos de masa antes mencionados.

En general, la montaña se caracteriza por una cobertura más o menos discontinua y pedregosa o rocosa según factores tales como clima y vegetación, tipo de roca y la existencia de variaciones locales de la pendiente.

Las vías de drenaje que parten de la montaña suelen generar va

lles en V sumamente profundos denominados cajones o en U característicos de procesos glaciares actuales o pertenecientes a períodos geológicos anteriores, fundamentalmente del cuaternario.

El Distrito Montano es una forma autónoma cuya dinámica genera vertiente abajo, estructuras tales como morrenas glaciares, conos de deyección, piedemonts, etc., y procesos tales como la pedimentación y aureolas geoquímicas de gran importancia en los procesos pedogenéticos de los paisajes subordinados de la misma forma que el Distrito Cerrano antes mencionado.

La presencia frecuente de nieves perpetuas hacia la cima del Distrito, en climas fríos, influencia fundamentalmente el régimen de los ríos en este distrito y, con ello, los planos a ellos asociados.

# PROVINCIA SECOESTIVAL PROLONGADA

## CLASIFICACION Y UBICACION

La Provincia Secoestival Prolongada o Mapocho se extiende entre los 32°30' y los 34° L.S. Limita al norte con la Provincia Esteparia Templada Invernal o Estepa Mediterránea, al oeste con la Provincia Secoestival de Neblina, al este con la Provincia Esteparia Fría de Montaña o Veranada y al sur con la Provincia Secoestival Media o Maule.

Abarca una superficie de 1.028.971\* ha con una longitud de 160 km y una anchura máxima de 100 km con un rango de amplitud medio de 45 km a 75 km. Se presentan los cinco Distritos, siendo los de mayor superficie el Plano y el Montano. Los de mayor importancia ganadera, debido a su potencial productivo, son el Plano y el Depresional (Gastó, Gallardo y Contreras, 1987).

## CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

La Provincia Mapocho está comprendida por una depresión de origen tectónico rodeada de elevaciones que por el este son fundamentalmente estribaciones de la Cordillera de los Andes y por el oeste la Cordillera de la Costa (Figura 9). Un corte transversal E-W establece una secuencia de distritos de tipo montano, cerrano, plano, depresional, ondulado, cerrano y ocasionalmente montano.

Las cuencas de los ríos que nacen en la Cordillera de los Andes y cortan la Cordillera de la Costa, presentan dentro del distrito un curso superior cuya energía y fuerza de cizalla ha permitido excavar cajones quizá actuando sobreimpuestos a valles glaciares, cuyas morrenas han sido total o parcialmente dislocadas por las cías de drenaje (Figura 10).

\* Medido con precisión de escala 1:250.000. Dado que el nivel de detalle es diferente en las distintas escalas de cartografía, las superficies medidas presentan variaciones. A escalas mayores, la medición tiende a aumentar su precisión, al considerar sectores pequeños que no son cartografiables en escalas menores.

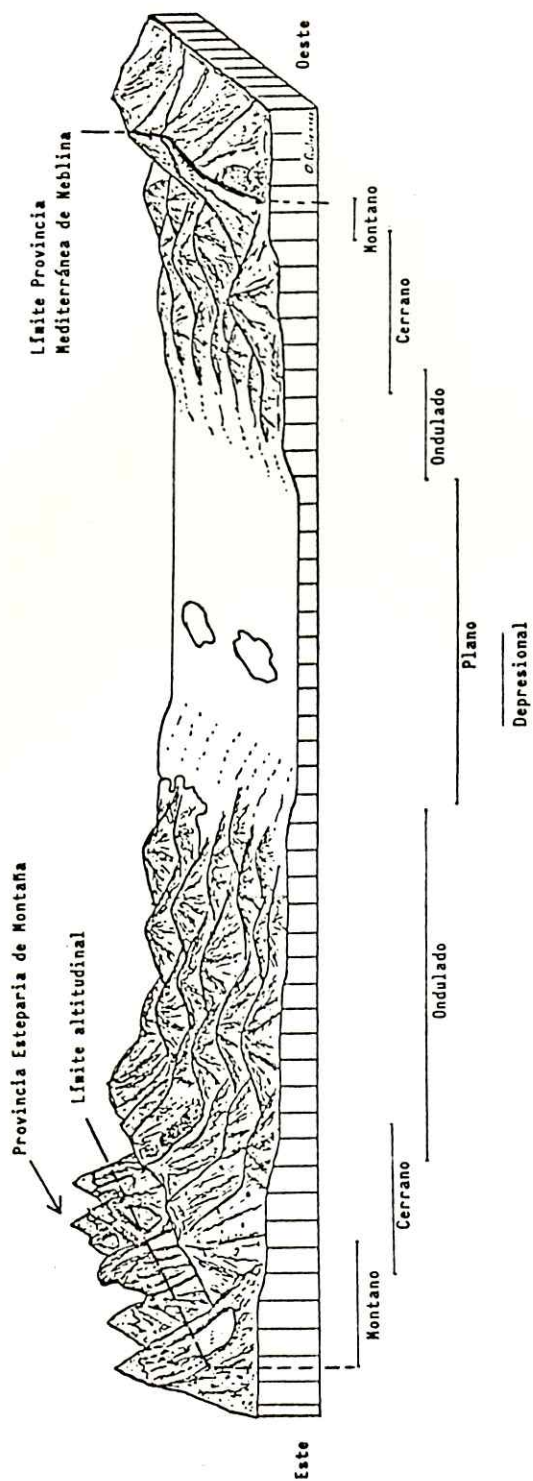


Figura 9. Esquema generalizado de transecto E-W de la Provincia de Mapocho.

CARTA DE PASTIZALES DE CHILE  
PROVINCIA SECOESTIVAL PROLONGADA O MAPOCHO

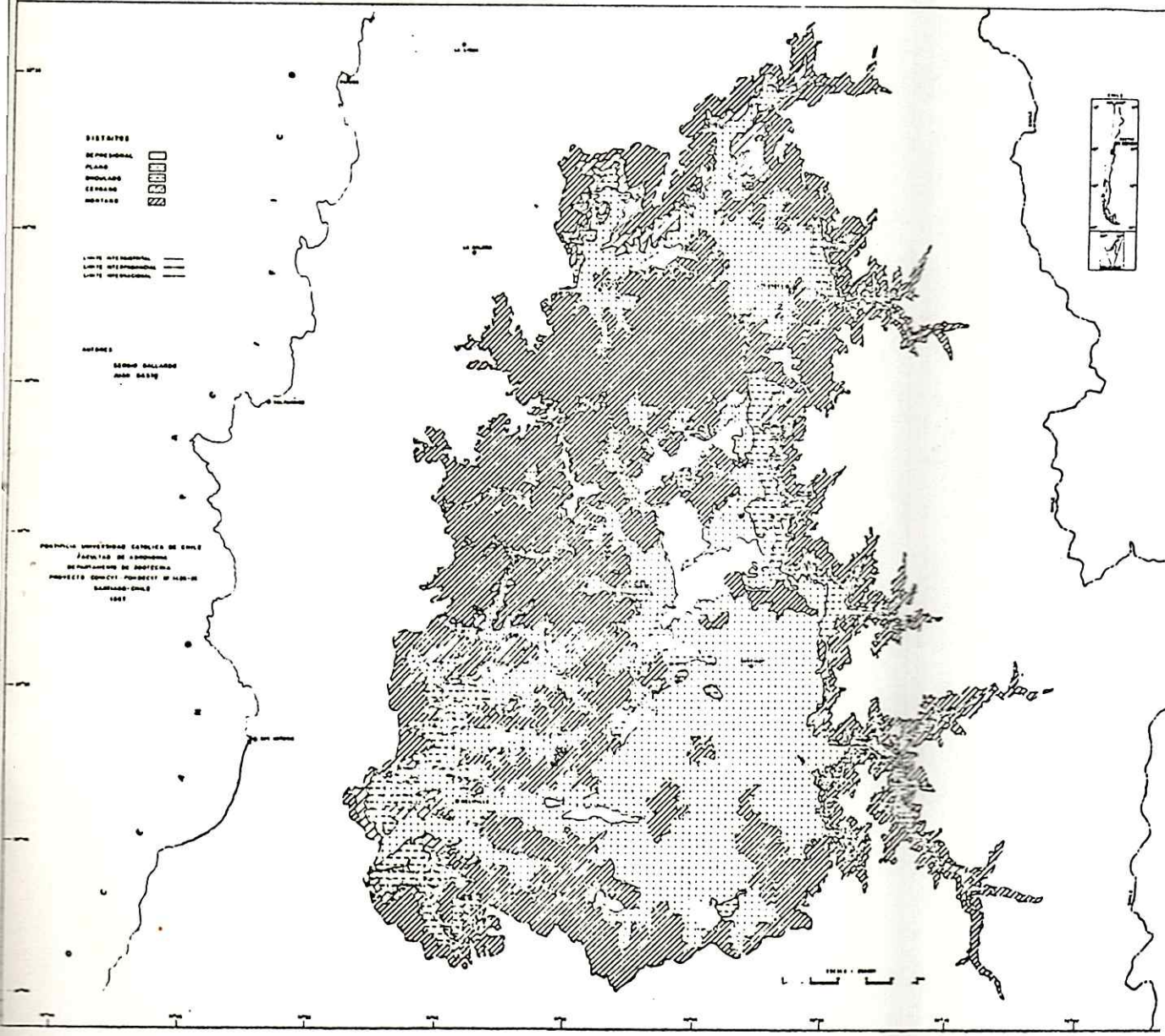


FIGURA 10. Distritos de la Provincia Secoestival Prolongada.

La depresión central que ha sufrido un fuerte proceso de sedimentación aún conserva lagos relictuales parcialmente colmatados.

Los sedimentos que recubren el valle central responden a condiciones climáticas ocurridas durante el cuaternario y se caracterizan por fríos más intensos y mayor aridez, de donde dominaron procesos físicos de fracturación y transporte de materiales formando enormes abanicos aluviales y conos de deyección.

#### DISTRITOS DE LA PROVINCIA

##### Depresional

Las depresiones en la Provincia Mapocho son mayoritariamente antiguos lagos total o parcialmente colmatados o zonas de antiguas planicies aluviales represadas por depósitos posteriores y, finalmente, la parte inferior de bajadas (glacis) o conos de deyección que confluían a la parte central de cuencas endorreicas.

Las depresiones más importantes de la Provincia y su proporción en relación a la superficie total del Distrito (46.094 ha) son:

	%
Lampa - Batuco	47,46
Polpaico	21,69
Talagante	6,78
El Monte	1,02
Paine	5,42
Mallarauco	4,07
San José	1,36

Los ríos que debían transportar un volumen de sedimentos acorde a la poca protección de las laderas hacia su curso medio superior, por relleno del cauce, migraron innumerables veces generando terrazas aluviales sobre conos de deyección y a la inversa, represando cuencas menores que se convirtieron en endorreicas.

El sistema morfoclimático es del tipo mediterráneo, con inviernos fríos y húmedos y veranos secos y cálidos. Tales fluctuaciones anuales condicionan un funcionamiento morfoclimático del tipo semiárido con importantes procesos de ablación, especialmente intensos durante las primeras precipitaciones otoñales y luego alcanzada la estación invernal. En años lluviosos especialmente, se producen movimientos de masa en los relieves cerranos característicos de climas húmedos.

La conjunción de estos procesos mantienen recubrimientos relativamente delgados en las laderas de pendientes pronunciadas e importantes acumulaciones hacia la base de los mismos, en los cuales se producen importantes transformaciones geoquímicas por el lavado hipodérmico de sustancias.

El confinamiento de cationes que, por efecto del desecamiento concomitante con las temperaturas más elevadas del período invernal, podrían justificar la importancia de minerales arcillosos bisialíticos (smectitas) en los suelos alotígenos del piedemonte y terrazas aluviales.

Seguramente juega un papel importante en este proceso el ataque de los minerales secundarios y primarios producido por la humificación de mantillo de latifoliadas en las vertientes y la liberación de sílice asociada a este proceso que enriquece la solución de los suelos hacia las posiciones subordinadas del paisaje.

La actual utilización de los distintos tipos de tapiz vegetal en las altas cuencas por el sobrepastoreo y la tala de árboles tiende a producir un aumento en la escorrentía. Ello, unido a precipitaciones ocasionales puede tender a producir inundaciones catastróficas, sobre todo hacia el comienzo de la estación lluviosa. Estas inundaciones pueden incluso provocar situaciones extremas, la migración del cauce en ríos importantes. En la actualidad debería estar provocando un ensanchamiento del lecho menor de los ríos que deben evacuar un volumen de agua mayor por el mismo cauce, o incluso por una sección reducida por un mayor aporte de sedimentos.

La conversión de la alta cuenca de los grandes ríos en zonas protegidas y el adecuado manejo de los pastizales en las vertientes

de cerranas y onduladas, es la única medida de manejo de cuencas que en el mediano plazo puede prevenir este tipo de situaciones.

La mayor evaporación que de las aguas de escurrimiento hipodérmico y napas subsuperficiales se produce en condiciones de pendientes casi nulas, favorece la aparición de aureolas salinas cuya persistencia es debida a la permeabilidad casi nula y el drenaje impedido de estos materiales arcillosos así generados, así como la intensa desecación estival. Sin embargo, la profundidad de la napa permite su lavado con adecuado avenamiento.

Dentro de la Provincia existe toda una gama de situaciones que van desde depresiones con espejo de agua permanente hasta las totalmente colmatadas que sólo sufren encharcamiento por breves períodos durante la estación invernal. Estos últimos son mayoritariamente de textura arcillosa pudiendo presentar salinidad desde la superficie o carecer totalmente de ella, en relación a su posición topográfica, permeabilidad del material, labores de avenamiento, etc. Otras depresiones menores existentes en las terrazas aluviales son formadas por confinamiento entre albardones y fueron descritas en el Distrito Plano, pues a él se vinculan en la carta por razones de escala.

La dinámica geoquímica del paisaje en las grandes depresiones con confinamiento relativo de cationes por evaporación y abundancia de sílice aportado desde los relieves autónomos, favorece una cierta uniformidad de los suelos alotígenos formados, que difieren solamente en relación al grado de hidromorfismo, y la intensidad y profundidad a que aparece la salinidad, pero no en lo relativo a su textura, que es siempre arcillosa con alta proporción de arcilla bisialfítica, fundamentalmente smectitas.

#### Plano

En la provincia Mapocho el presente Distrito está formado por superficies deposicionales posteriormente disectadas (formaciones pumicíticas) terrazas aluviales de las principales vías de drenaje (Mapocho y Maipo) y antiguos abanicos aluviales de estos mismos ríos,

así como las partes medias y superiores de conos de deyección aluvial.

Los Planos más importantes de la Provincia y su proporción en relación a la superficie total del Distrito que abarca un total de 347.500 ha, son:

	%
Valle del Maipo	58,86
Valle del Aconcagua	18,03

Los Distritos asentados sobre materiales pumicíticos presentan formas onduladas (lomadas) con laderas convexoconcavas y parte superior aplanada. El manto de laterización es relativamente constante y no muy espeso dando suelos, en su mayoría, de profundidad moderada.

Los valles aluviales presentan un sistema de terrazas que hacia los cursos superiores, se caracterizan por presentarse separadas por fuertes desniveles y estar compuestas por cantos rodados de gran tamaño, sobre los cuales descansa eventualmente un delgado recubrimiento de materiales más finos.

Generalmente, pueden distinguirse dos niveles de terrazas de carácter continuo y un tercer nivel más antiguo y desconectado por muchos metros de los anteriores, del cual sólo quedan relictos aislados en las laderas de los cajones. Estos dos niveles hacia los cursos medios marcan la separación entre las terrazas libres de inundaciones y las que sufren inundaciones periódicas.

En la parte media de los cursos de agua la terraza más antigua, en su parte superior, está compuesta por materiales más finos y con muy pocos cantos, en tanto la terraza más moderna presenta una intercalación abigarrada de depósitos de cantos y depósitos finos, lodolitas, característica del régimen torrencial que les dio origen.

En la proximidad de los ríos esta terraza presenta o bien un albardón aluvial único que genera una depresión longitudinal estrecha

o un sistema de albardones y depresiones en cuyo caso el dique o albardón presenta una sobreabundancia de materiales gruesos, en tanto la vega situada entre ellos carece de estos materiales.

Los abanicos aluviales presentan, en general, características similares a la terraza libre de inundaciones. Aunque ocasionalmente pueden presentar cantos rodados, su frecuencia es baja en superficie, siendo en cambio más abundantes en minerales secundarios que pueden estar reflejando una evolución más prolongada.

Las inundaciones aperiódicas que sufren algunas partes de estos abanicos aluviales, reflejan en gran medida la falta de planificación en el manejo de la cuenca y especialmente en el dimensionamiento y ubicación de obras civiles, como puentes y carreteras que represan aguas pluviales y fluviales.

Los conos de deyección se diferencian de los abanicos aluviales, generados por la divagación de los grandes ríos en la gran depresión central, en que presentan una mayor pendiente y altitud hacia el contacto con los distritos autónomos que los originaron. Presentan un mayor porcentaje de guijarros de carácter más anguloso y una cierta disección en su parte superior.

Hacia la base se enriquecen en materiales finos a la par que disminuye su pendiente, generando, ocasionalmente en la transición con las depresiones, las características aureolas salinas.

#### Ondulado

El Distrito Ondulado ocupa una superficie de 77.344 ha, lo cual corresponde al 7,52% de la provincia. Presenta en la Provincia Mapocho una combinación de formas autónomas de altura relativa y pendientes menores que el distrito cerrano. Las formas subordinadas han sido generadas mayoritariamente por acumulaciones de materiales aportados por procesos coluviales, que forman planos inclinados al pie de Distrito Cerrano.

El Distrito se sitúa en una posición intermedia entre los valles y los cerros, lo cual le confiere una forma alargada no siempre representable a la escala de mapeo nacional, por lo que su importancia real puede ser subestimada a la escala de trabajo de los distritos de la Provincia del Mapocho (1:250.000) o a las escalas prediales de representación (1:10.000).

Tanto las unidades autónomas como las subordinadas, presentan acumulaciones de materiales, o alteraciones del sustrato, lo suficientemente espesas, como para generar una alta proporción de suelos profundos, los que en razón de la menor pendiente no presentan tendencia hacia movimientos de masa rápidos.

En condiciones naturales a su vez, la cobertura vegetal tiende a minimizar la erosión de suelos. Dado que su estabilidad depende de la vegetación, se desencadenan procesos erosivos tanto por pastoreo como por agricultura de secano. Las huellas en los paisajes de colinas (Distrito Ondulado) de esta agricultura, son muy claras en la actualidad, a pesar de que han sido abandonados los cultivos desde hace varias décadas.

Las vertientes del Distrito no presentan, en general, abundancia de bloques de piedra en superficie ni afloramientos rocosos.

### Cerrano

El Distrito Cerrano de la Provincia del Mapocho ocupa una superficie de 79.063 ha, lo cual corresponde al 7,68% del total de la Provincia. Está constituido mayoritariamente por formas autónomas precordilleranas y la mayoría de las elevaciones mayores de la Cordillera de la Costa. Forman parte de este Distrito laderas medias y bajas del Distrito Montano.

La menor pendiente de este Distrito en relación al Montano permite, por un lado, la formación de un regolito sobre el que se desarrollan suelos autígenos de profundidad media dominante y, por otro, la presencia de grandes bloques de piedra que caracterizan al Distrito en esta Provincia.

La presencia de un suelo más profundo y la alternancia climática propia de climas mediterráneos, con gran variabilidad en la precipitación anual, produce una marcada diferencia de comportamiento morfoclimático.

Al igual que en el caso anterior, las mayores erosiones se producen al comienzo de la estación de lluvias. Luego y especialmente en los inviernos lluviosos, la saturación por agua del material suelto, su espesor relativamente importante, la impermeabilidad del sustrato rocoso y las pendientes fuertes, producen importantes movimientos de masa. Estos movimientos tienden a engrosar el espesor del regolito pendiente abajo, aportando sedimentos a las vías de drenaje y generando gruesos depósitos al pie de estas formaciones. Los procesos nivales, si bien no totalmente ausentes en el Distrito, son demasiado poco intensos y poco frecuentes para imprimirle características definidas a las formas.

Desde un punto de vista geoquímico, la influencia del Distrito sobre los paisajes dependientes parece ser similar al Distrito Montano, lo cual es particularmente notorio en las acumulaciones de derrubios. Su granulometría ocasionalmente es, sin embargo, fina, respecto de lo que sería dable de esperar en relación a la naturaleza del transporte.

Los procesos de reptación lenta parecen ser también frecuentes sobre todo cuando se ve favorecido por el pisoteo del ganado (senderos del ganado), mostrando el Distrito con cierta frecuencia, escalones transversales a la pendiente, los que favorecen luego el proceso erosivo del tipo remontante.

Los recubrimientos, relativamente delgados existentes en la actualidad, no parecen ser operacionales con movimientos de masa rápidos que involucren grandes masas de materiales, como los rotacionales. Las formas dominantes en los cerros son del tipo dispersadoras de agua, aunque con una mayor proporción de formas concentradoras que en el Distrito Montano.

## Montano

Junto con el Distrito Plano, ocupa la mayor proporción de la superficie de la Provincia, la que corresponde a 478.970 ha o un 46,55%. Este Distrito de la Provincia de Mapocho está compuesto mayoritariamente por las montañas de menor altura de la Cordillera de los Andes, la zona por debajo de los 1.800 msnm de las elevaciones mayores y las elevaciones mayores de la Cordillera de la Costa.

Los procesos de intemperización dominantes son del tipo físico (crioclastia causada por los fríos invernales en la alta montaña). Los clastos angulosos así formados hacia la cima, son transportados por gravedad favorecida por nevadas esporádicas que forman regueros de clastos gruesos y taludes de pendiente pronunciada, hacia la transición ladera piedemonte.

El modelado de las elevaciones mayores es característico de glaciares de circo que generan cumbres poliédricas de vertientes rectas y pendientes pronunciadas, iguales o mayores al 100%, libres de regolitos.

Las pendientes algo más suaves ubicadas por debajo permiten el desarrollo de suelos delgados o de profundidad moderada con abundantes clastos en una matriz de material fino. Ello indica una fuerte alteración química de los minerales primarios, favorecida por el incremento en la solubilidad del CO<sub>2</sub> por las bajas temperaturas y la presencia de ácidos orgánicos activos por la humificación del mantillo. Este mantillo es producido por una relativamente abundante cobertura de latifoliadas especialmente en las laderas de umbría. El recubrimiento de suelo de las solanas es más delgado y presumiblemente la alteración química menos intensa por una cobertura vegetal menos densa.

Las laderas de este Distrito en la Provincia Mapocho presentan pocos bloques de roca sobre el suelo, pues su pendiente tiende a transportar fuera del sistema a estos clastos, los que en cambio caracterizan al Distrito Cerrano de esta Provincia.

El proceso de modelado de las laderas medias y bajas de este

Distrito es predominantemente la erosión laminar (rill wash) favorecida por la forma dispersadora de aguas, dominantes en estas vertientes. Se produce fundamentalmente durante las primeras precipitaciones invernales. Las escasas vertientes concentradoras de agua, producen pequeños conos de deyección aluvial hacia la base.

## BIBLIOGRAFIA

- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. Geomorfología. Edgard Blücker Ltda. San Pablo, Brasil. ✕
- FAIRBRIDGE, R. 1968. The enciclopedia of geomorphology. Encyclopedía of Earth Sciences Series. Volumen III. Reinhold Book Corporation. EE.UU. ✕
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1985. Sistema de clasificación de pastizales. Informe final Proyecto CONICYT 1085/84.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987. Sistemas de clasificación de pastizales. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. de Zootecnia. Sistemas en Agricultura. IISA 87 14. Santiago, Chile. ✕
- GASTO, J., S. GALLARDO y D. CONTRERAS. 1987. Caracterización de los pastizales de Chile. Reinos, Dominios y Provincias. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. de Zootecnia. Sistemas en Agricultura. IISA 87 16. Santiago, Chile.
- GONZALEZ, F. 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. Madrid, España. ✕
- LEOPOLD, L.B. y W.B. LANGBEIN. 1962. The concept of entropy in landscape evolution: U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 500-A. EE.UU. >
- MURPHY, R.E. 1967. A spatial classification of landforms based on both genetic and empirical factors: a revision. Ann. Assoc. Am. Geog. 57: 185-186. ✕
- MURPHY, R.E. 1968. Land-forms of the world. Map Supp. N° 9. Ann. Assoc. Am. Geog. v. 58. ✕
- TEIXEIRA, A. 1980. Diccionario geológico-geomorfológico. Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE). Río de Janeiro, Brasil. ✕

TRICART, J. y A. CAILLEUX. 1965. Introduction à la geomorphologie:  
Climatique. Société d'Editions de l'Enseignement Superieur. Pa  
ris, Francia. \*

ZONNEVELD, I.S. 1972. Evaluación de tierras y ciencia del paisaje.  
Ministerio de Ganadería y Agricultura. Montevideo, Uruguay. \*