

Zonificación de laderas montañosas en altas latitudes en Chile Austral

REINALDO BÖRGEL O.
 Instituto de Geografía
 Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

En esta nota se presentan algunas técnicas cuantitativas destinadas a la correlación de datos morfográficos y morfométricos; las laderas juegan un papel importante según su exposición a las masas de aire, de ello derivan procesos morfogenéticos de diversa intensidad. Este impacto se correlaciona con la superficie, estimada en km², de laderas expuestas. Junto a ello, se estima la pendiente como elemento de juicio para juzgar la calidad del drenaje. En la XI Región las zonas pantanosas constituyen un potencial agropecuario interesante, aún no explorado geográficamente.

RÉSUMÉ

Dans cet étude il y a quelques techniques quantitatives, orientées a la corrélation de l'information morphographique et morphométrique; les versants jouent un aspect important selon l'exposition a les masses d'air, d'ou processus morphogenétiques d'intensité variable. Cet impact il est en corrélation avec la surface de versant exposée, estimée en km². En plus, la pente c'est un élément pour califier la nature du drainage. A la XI Région, les zones marécageuses ils sont un potentiel agropeuaire interessant, mais sans exploration géographique.

Antecedentes: Este estudio forma parte de una investigación llevada a cabo, durante el año 1989, en la cuenca del Río Cisnes, XI Región, con fondos de la Dirección de Investigación, Vicerrectoría Académica de la Universidad Católica; el proyecto identificado como DIUC 33/89 fue apoyado por la Intendencia Regional XI Región, a través del MOP Regional y la Ilustre Municipalidad de Puerto Cisnes.

Procedimientos técnicos: Un trabajo de gabinete de seis meses y tres misiones en el terreno, desarrolladas respectivamente los meses de marzo, julio y septiembre, permitieron cubrir la cuenca del Río Cisnes con un total de levantamiento estimado en 3.735 km².

Mediante fotografías aéreas a escala 1:60.000 se levantó la red hidrográfica, detectándose tres zonificaciones de procesos en laderas: procesos torrenciales, gravitacionales y nivales.

Mediante cartografía a escala 1:50.000 se prepararon cartas de pendientes, utilizando rangos de siete colores que cubren inclinaciones desde planos hasta 45°.

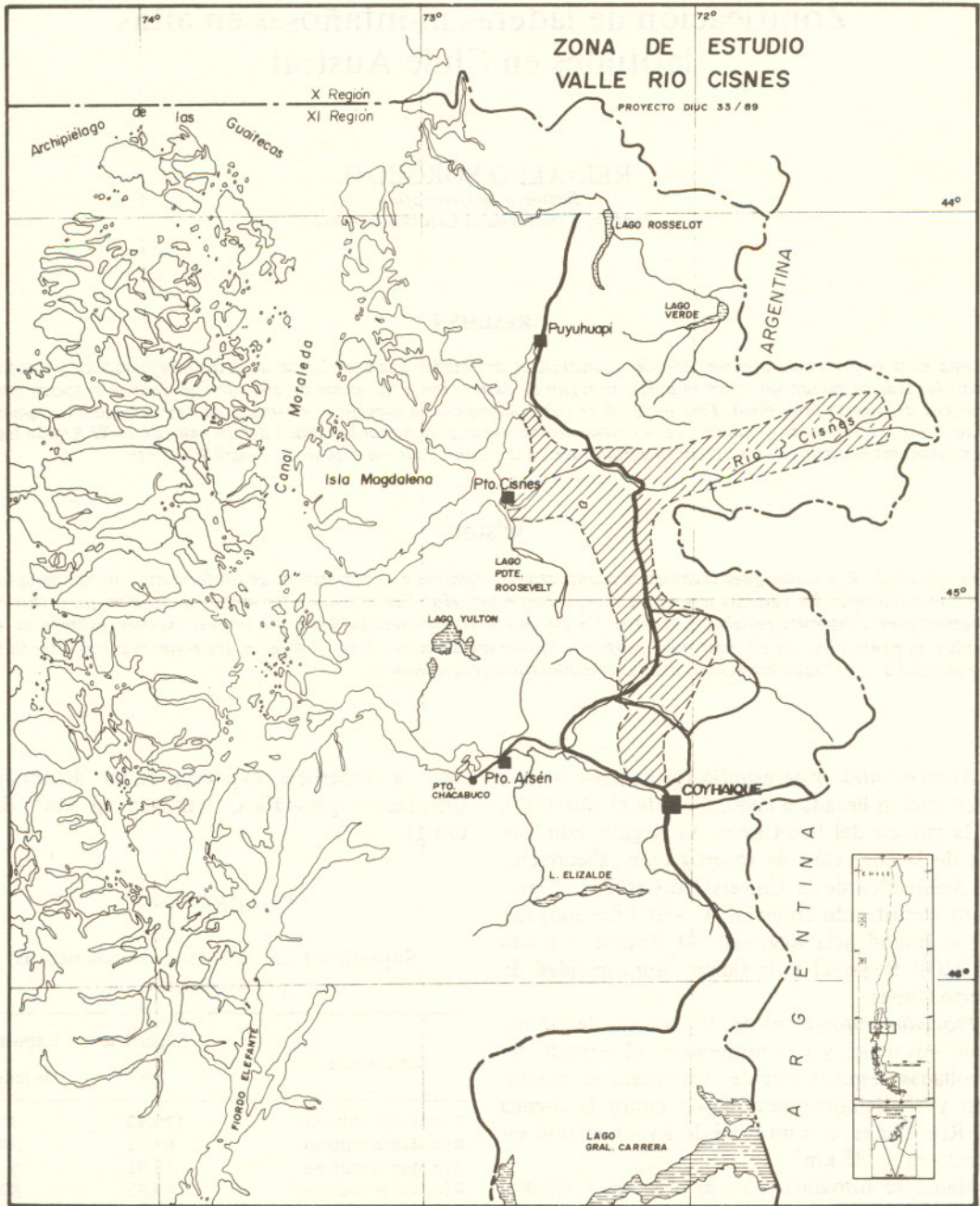
Las laderas fueron analizadas, según su exposición, de acuerdo a la Rosa de los Vientos a escala 1:50.000, desde las siguientes orientaciones: N-S-E-W; NE-NW-SE-SW. A cada porción de laderas, así identificadas, se calculó su superficie mediante planímetro electrónico. De este modo se obtuvo para cada subcuenca del sistema Río Cis-

nes la superficie expuesta según determinada orientación geográfica, estimada en km² (Cuadro 1).

CUADRO N° 1

Superficie total de laderas de subcuencas, por exposición

Subcuencas	Superficie km ²	Exposición de laderas
Río Mallín chileno	120,43	SE
Río Mallín chileno	69,52	NW
Río Mallín chileno	58,91	S
Río Mallín chileno	49,85	SW
Río Mallín chileno	17,61	NE
Río Mallín chileno	17,52	W
Río Mallín chileno	8,69	E
Laguna Las Torres	64,81	NE
Laguna Las Torres	59,24	SW
Laguna Las Torres	55,35	SE
Laguna Las Torres	50,04	W
Laguna Las Torres	43,29	E
Laguna Las Torres	42,66	NW
Laguna Las Torres	35,76	N
Laguna Las Torres	25,15	S
Lago Roosevelt	61,96	SE
Lago Roosevelt	57,55	E
Lago Roosevelt	55,92	NE
Lago Roosevelt	51,03	W



Subcuencas	Superficie km ²	Exposición de laderas	Subcuencas	Superficie km ²	Exposición de laderas
Lago Roosevelt	43,79	SW	Arroyo Los Patos	95,56	NW
Lago Roosevelt	37,98	NW	Arroyo Los Patos	86,96	E
Lago Roosevelt	33,75	S	Arroyo Los Patos	85,95	NE
Lago Roosevelt	17,26	N	Arroyo Los Patos	85,10	SE
Arroyo Los Patos	249,75	N	Villa Mañiguales	0,40	NE
Arroyo Los Patos	175,00	S	Villa Mañiguales	0,33	NW
Arroyo Los Patos	146,62	SW	Villa Mañiguales	0,33	SE
Arroyo Los Patos	128,48	W	Villa Mañiguales	0,33	E

CUADRO N° 2

Subcuencas	Superficie km ²	Exposición de laderas	Ranking de superficies, por exposición de laderas, por subcuencas		
			Subcuencas	Superficie km ²	Exposición de laderas
Villa Mañiguales	0,20	N			
Villa Mañiguales	0,05	W			
Villa Mañiguales	0,04	SW			
Valle Marta	44,82	SE			
Valle Marta	41,84	NW			
Valle Marta	33,59	S	Cerro Cáceres	206,77	NW
Valle Marta	32,37	E	Arroyo Los Patos	95,56	NW
Valle Marta	29,33	NE	Río Mallín chileno	69,52	NW
Valle Marta	23,11	N	Cisnes Medio	49,79	NW
Valle Marta	20,89	W	Laguna Las Torres	42,66	NW
Valle Marta	7,69	SW	Valle Marta	41,84	NW
			Lago Roosevelt	37,98	NW
			Cerro Catedral	17,92	NW
			Villa Mañiguales	0,33	NW
Valle El Turbio	0,30	S			
Valle El Turbio	0,29	SE			
Valle El Turbio	0,04	SW			
Valle El Turbio	0,03	NE	Arroyo Los Patos	85,95	NE
Valle El Turbio	0,03	N	Laguna Las Torres	64,81	NE
Valle El Turbio	0,01	E	Lago Roosevelt	55,92	NE
			Cerro Cáceres	52,81	NE
			Cisnes Medio	51,40	NE
			Valle Marta	29,33	NE
			Río Mallín chilleno	17,61	NE
			Cerro Catedral	17,05	NE
			Villa Mañiguales	0,40	NE
			Valle El Turbio	0,03	NE
Cisnes Medio	85,18	SE			
Cisnes Medio	83,84	SW	Arroyo Los Patos	249,75	N
Cisnes Medio	74,68	S	Cerro Cáceres	151,86	N
Cisnes Medio	69,32	E	Cisnes Medio	64,18	N
Cisnes Medio	64,18	N	Laguna Las Torres	35,76	N
Cisnes Medio	57,71	W	Valle Marta	23,11	N
Cisnes Medio	51,40	NE	Lago Roosevelt	17,26	N
Cisnes Medio	49,79	NW	Cerro Catedral	11,08	N
			Villa Mañiguales	0,20	N
			Valle El Turbio	0,03	N
Cerro Catedral	17,92	NW			
Cerro Catedral	17,05	NE	Arroyo Los Patos	86,96	E
Cerro Catedral	11,75	SW	Cisnes Medio	69,32	E
Cerro Catedral	11,08	N	Lago Roosevelt	57,55	E
Cerro Catedral	8,95	SE	Cerro Cáceres	51,22	E
Cerro Catedral	5,19	E	Laguna Las Torres	43,29	E
Carro Catedral	5,12	S	Valle Marta	32,37	E
Cerro Catedral	4,46	W	Río Mallín chileno	8,69	E
			Cerro Catedral	5,19	E
			Villa Mañiguales	0,33	E
			Valle El Turbio	0,01	E
Cerro Cáceres	206,77	NW			
Cerro Cáceres	151,86	N	Arroyo Los Patos	146,62	SW
Cerro Cáceres	126,91	SE	Cisnes Medio	83,84	SW
Cerro Cáceres	79,25	S	Laguna Las Torres	59,24	SW
Cerro Cáceres	52,81	NE	Río Mallín chileno	49,85	SW
Cerro Cáceres	51,22	E	Cerro Cáceres	45,70	SW
Cerro Cáceres	45,70	SW	Lago Roosevelt	43,79	SW
Cerro Cáceres	36,28	W	Cerro Catedral	11,75	SW
			Valle Marta	7,69	SW
			Villa Mañiguales	0,04	SW
			Valle El Turbio	0,04	SW

Posteriormente se realizó en el computador un ordenamiento para cada subcuena, listando de mayor a menor la superficie expuesta e identificando la exposición de ladera dominante.

Finalmente se obtuvo en el ordenador un ranking de superficies por subcuencas, con el objeto de identificar aquella subcuena que presentaba la mayor superficie de exposición, según determinada orientación. De este modo Cerro Cáceres es la subcuena que presenta la mayor cantidad de superficie expuesta en la dirección NW y SE; en cambio, Arroyo Los Patos presenta superficies dominantes al NE, N, E, SW, S y W. (Cuadro 2).

Arroyo Los Patos	146,62	SW
Cisnes Medio	83,84	SW
Laguna Las Torres	59,24	SW
Río Mallín chileno	49,85	SW
Cerro Cáceres	45,70	SW
Lago Roosevelt	43,79	SW
Cerro Catedral	11,75	SW
Valle Marta	7,69	SW
Villa Mañiguales	0,04	SW
Valle El Turbio	0,04	SW
Cerro Cáceres	126,91	SE
Río Mallín chileno	120,43	SE
Cisnes Medio	85,18	SE
Arroyo Los Patos	85,10	SE
Lago Roosevelt	61,96	SE
Laguna Las Torres	55,35	SE
Valle Marta	44,82	SE

CUADRO Nº 3

Subcuencas	Superficie km ²	Exposición de laderas
Cerro Catedral	8,95	SE
Villa Mañiguales	0,33	SE
Valle El Turbio	0,29	SE
Arroyo Los Patos	175,00	S
Cerro Cáceres	79,25	S
Cisnes Medio	74,68	S
Río Mallín chileno	58,91	S
Lago Roosevelt	33,75	S
Valle Marta	33,59	S
Laguna Las Torres	25,15	S
Cerro Catedral	5,12	S
Valle El Turbio	0,30	S
Arroyo Los Patos	128,48	W
Cisnes Medio	57,71	W
Lago Roosevelt	51,03	W
Laguna Las Torres	50,04	W
Cerro Cáceres	36,28	W
Valle Marta	20,89	W
Río Mallín chileno	17,52	W
Cerro Catedral	4,46	W
Villa Mañiguales	0,05	W

Total de superficie por subcuenca y número de laderas

Subcuencas	Superficie total km ²	Nº de laderas	Laderas omitidas
Arroyo Los Patos	1.053,41	635	6
Cerro Cáceres	750,81	294	2
Cisnes Medio	536,10	318	10
Laguna Las Torres	376,30	470	1
Lago Roosevelt	359,22	370	7
Río Mallín chileno	342,53	111	—
Valle Marta	233,63	212	2
Cerro Catedral	81,51	150	1
Villa Mañiguales	1,68	9	—
Valle El Turbio	0,70	14	—
Total	3.735,87	2.583	29

La segunda etapa en la zonificación de laderas es el establecimiento de una carta de pendientes, utilizando los rangos ya indicados de siete colores, según la siguiente graduación¹.

- 0° a 5° de inclinación (color azul)
- 5° a 7° de inclinación (color celeste)
- 7° a 10° de inclinación (color verde oscuro)
- 10° a 15° de inclinación (color verde claro)
- 15° a 25° de inclinación (color amarillo)
- 25° a 30° de inclinación (color naranja)
- 30° a 40° y más de inclinación (color rojo)

Establecida la carta de pendientes, los primeros resultados se refieren a discriminar respecto de la posición geomorfológica de cada área de pendiente; para ello, previamente se ha calculado la superficie correspondiente. En esta discriminación las zonas planas, por ejemplo, son estratificadas según altura e inclinación relativa. De este modo pueden identificarse planos a nivel de las cotas más bajas del territorio, en alturas medias o en planos altos. Estas informaciones sugieren niveles resurrectos, modelados antiguos de erosión, valles suspendidos, etc.

Al analizar el valor de las curvas de nivel que encierran un determinado plano se puede evidenciar si se trata de una superficie efectivamente plana o inclinada, entre cotas separadas por intervalos de 25 metros.

El tercer paso en este método es aprovechar la carta de pendientes para extraer de ella las zonas planas y de planos inclinados; esta extracción facilita el reconocimiento de zonas con mal drenaje y de cuencas lacustres endorreicas.

Por último, diseccionada la cuenca del Río Cisnes en diez subcuencas, se hizo un ordenamiento relacionando la superficie de laderas y el número de éstas. De este análisis resulta que Arroyo Los Patos presenta una superficie de laderas estimada en 1.053,41 km², y un total de laderas cuantificadas del orden de 635, con una omisión estimada de 6.

Los resultados totales de este ordenamiento demuestran que de esta correlación de superficies versus número de laderas debemos deducir el grado de arroyamiento que presenta la subcuenca; muy demostrativo es el caso de la subcuenca Cerro Catedral, la cual con sólo 81,51 km² presenta un número de laderas estimado en 150. Ello implica un relieve sujeto a intensa disección, con una jerarquía alta de drenaje; por el contrario, la subcuenca Cerro Cáceres con 750,81 km² presenta sólo 294 laderas, lo cual es indicador de baja disección. Está por analizarse el hecho de si bajo una impronta climática común a toda la región la variable litológica esté influyendo en estas desigualdades, respecto del impacto de erosión.

Al concluir que la cuenca del Río Cisnes en la XI Región presenta una superficie total estimada en 3.753,87 km² y que en ella se diseccionan 2.583 laderas, individualizadas según sus variadas exposiciones geográficas, cabe advertir que los procedimientos técnicos que hacen posible esta evaluación constituyen una orientación metodológica para una intervención planificada y equilibrada de este territorio (ver Cuadro 3).

¹ Börgel, R., 1981.

Tratándose de una región con modelado postglacial relativamente fresco, abundan zonas mallinosas, cuya utilización práctica orientada hacia el uso agropecuario no ha sido considerada en programas de habilitación territorial.

La información cartográfica obtenida ha sido confrontada con el fotoanálisis de imágenes aéreas a escala 1.60.000 SAF 1981, las cuales han permitido detectar los sistemas morfogenéticos imperantes en el área.

El punto de partida de este reconocimiento es la red de drenaje, lo cual facilita la zonificación en altura de determinados conjuntos de procesos, ya que entre este nivel de base y los procesos nivales en altura se sitúan los procesos gravitacionales; los procesos torrenciales, por el contrario, siendo lineales, se identifican en la red secundaria del drenaje.

La importancia de cada uno de estos procesos varía según la longitud matemática del lugar; en



Procesos nivales en la cumbre y procesos torrenciales en el flanco montañoso. Cisnes Medio: XI Región, 1989.



Mallín con alto contenido de lutitas y rodados antiguos: Cisnes Medio: XI Región, 1989.

efecto, la transecta de Oeste a Este muestra hacia la latitud media de los 43° y 44° de latitud Sur que la humedad decrece en la misma dirección, acentuándose una seca cada vez más pronunciada; en poco más de 230 km se desciende desde la fachada marítima en el Oeste con precipitaciones de 3.500 mm en Puerto Cisnes a poco más de 280 mm en Coyhaique Alto.

Por lo tanto existe un umbral morfológico a partir del cual, en la longitud de los 72°25'W, se hace notorio un cambio en los procesos morfogenéticos, de tal modo que la zonificación en altura cambia, reemplazándose procesos de solifluxión lenta, característicos en el área litoral, por procesos de derrumbes por decapitación superficial, comunes en el área más seca del borde oriental andino.

CONCLUSION

El estudio de laderas, su cuantificación y exposición a los vientos dominantes abre una perspectiva interesante para evaluar la naturaleza de los procesos que modelan el paisaje en la XI Región de Chile.

Siendo una zona montañosa, los vientos deforman su trayectoria, encañonándose por el complejo laberinto de profundos valles que caracteriza esta región.

De este modo, hay una gran variedad de tipos de laderas, según exposición al viento, contrastando aquellas muy húmedas con las opuestas, más secas.

El relieve influye, además, por el escalonamiento en alturas; de este modo, los altos relieves interceptan las mayores cantidades de masas de aire, creando áreas de sotavento excesivamente secas, aun cuando estén localizadas en zonas adyacentes al litoral.

Además del factor humedad se ha observado una gran variabilidad térmica, destacándose la mayor importancia del efecto "föhn", con gran influencia en el prematuro derretimiento de las nieves.

Finalmente hay que destacar que las observaciones preliminares llevadas en la primera etapa del Proyecto DIUC 33/89 hacen pronosticar para el segundo año de este programa una actividad más específica en el diagnóstico de áreas de riesgo para el territorio de la XI Región.

BIBLIOGRAFIA

- BORGEL, O.R., 1981: "Norma cartográfica para expresar un mapa de pendientes en escalas 1:50.000". *Publicación interna Instituto Geografía UC.* = 2 pp.
- MINISTERIO DE BIENES NACIONALES, 1985: "Tenencia de la Tierra Rural - XI Región - Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo 1920-1985". División del Catastro Nacional de los Bienes del Estado, Santiago: 49.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, 1982: "Revista de Caminos", Nº 146, Santiago: 19.
- SECRETARÍA REGIONAL DE PLANIFICACION Y COORDINACION (SERPLAC), XI Región, 1988: *Revista Trapananda 2000*: "La recompensa de los pioneros", Santiago: 19.