

Métodos geomorfológicos aplicados a la carga sólida del río Mapocho*

REINALDO BÖRGEL O.

Instituto de Geografía
Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

La alta torrencialidad que ha caracterizado a los ríos chilenos situados entre la hoya hidrográfica del río Mapocho y la del río Teno, ha movido el interés de dos proyectos DIUC para analizar mediante el método del "Penecentil" el comportamiento de arrastre de la carga sólida, relacionando el fondo de valle con actividad morfogénica de las laderas.

RÉSUMÉ

Le territoire situé entre le bassin de la rivière Mapocho et Teno, surface de quelques 20.000 km² a expérimenté des 1982 une torrencialité. On a appliqué le méthode du "centile" exposé par le professeur J. Tricart de Strasbourg, année 1953.

ANTECEDENTES

Las crecidas reiteradas de los ríos Mapocho y otros situados más al S., que culminan con la cuenca del río Teno, unos 200 km al S. de Santiago, han movido el interés por analizar no sólo las causas de estos acontecimientos, sino ubicar geográficamente los sitios de las cuencas, donde se originan estos procesos catastróficos.

Entre los años 1982 y 1987 todos los sistemas hidrográficos situados en Chile Central han funcionado con características de alta torrencialidad.

PROCEDIMIENTOS

Los estudios han sido realizados sobre el terreno de la cuenca del río Mapocho, sobre sus tributarios superiores. Se han analizado las laderas, desde un punto de vista de su forma, pendiente, exposición, litología, espesor del manto detrítico, todo ello bajo tres niveles de zonificación: zona nival, torrencial y gravitacional. Se han analizado los lechos de escurrimiento fluvial torrencial, en cuanto su aporte de arrastre sólido, considerando el aspecto granulométrico y petrográfico.

Todos estos procedimientos han sido acompañados de cartografía a escala de terreno 1:5.000 y puesta en gabinete a escala 1:25.000 con cartografía final de síntesis a escala 1:50.000 (Figura 1).

METODOLOGIA

Para el estudio del arrastre sólido se ha empleado el método Tricart-Cailleux, llamado del "Penecentil", mediante el cual se ha detectado la granulometría dominante en cada sector del perfil longitudinal del río y las características litológicas de los materiales.

En laderas, se ha aplicado el método del "metro cuadrado", el que consiste en determinar el espesor de la capa detrítica, parentesco petrográfico, tamaño dominante de los materiales, naturaleza de la matriz fina, etc. En este método, terminadas estas identidades, se procede a pesar el material por rangos de tamaño en relación kilogramos/superficie. Así, por ejemplo, en una ladera de altura relativa de 500 metros, aplicando el metro cuadrado en tres o cuatro secciones de esta ladera, en un perfil vertical, se puede determinar el potencial de carga sólida que sería arrastrado hacia el nivel de base local, con ocasión de una pérdida de equilibrio de dicha ladera, por deforestación, sobrepastoreo, o por factores naturales que restrinjan la capa vegetal. Mediante este método también se determina el relativo grosor de la capa detrítica, siguiendo el perfil de la ladera.

Los trabajos de terreno han sido completados con análisis cartográficos sobre cartas a escala 1:50.000 del IGM. De estos análisis se destacan: trama de drenaje enriquecida con fotolectura de imágenes aéreas de un vuelo especial contratado por Disputada de Las Condes y el tradicional

* Proyectos DIUC 45/88: 44/83

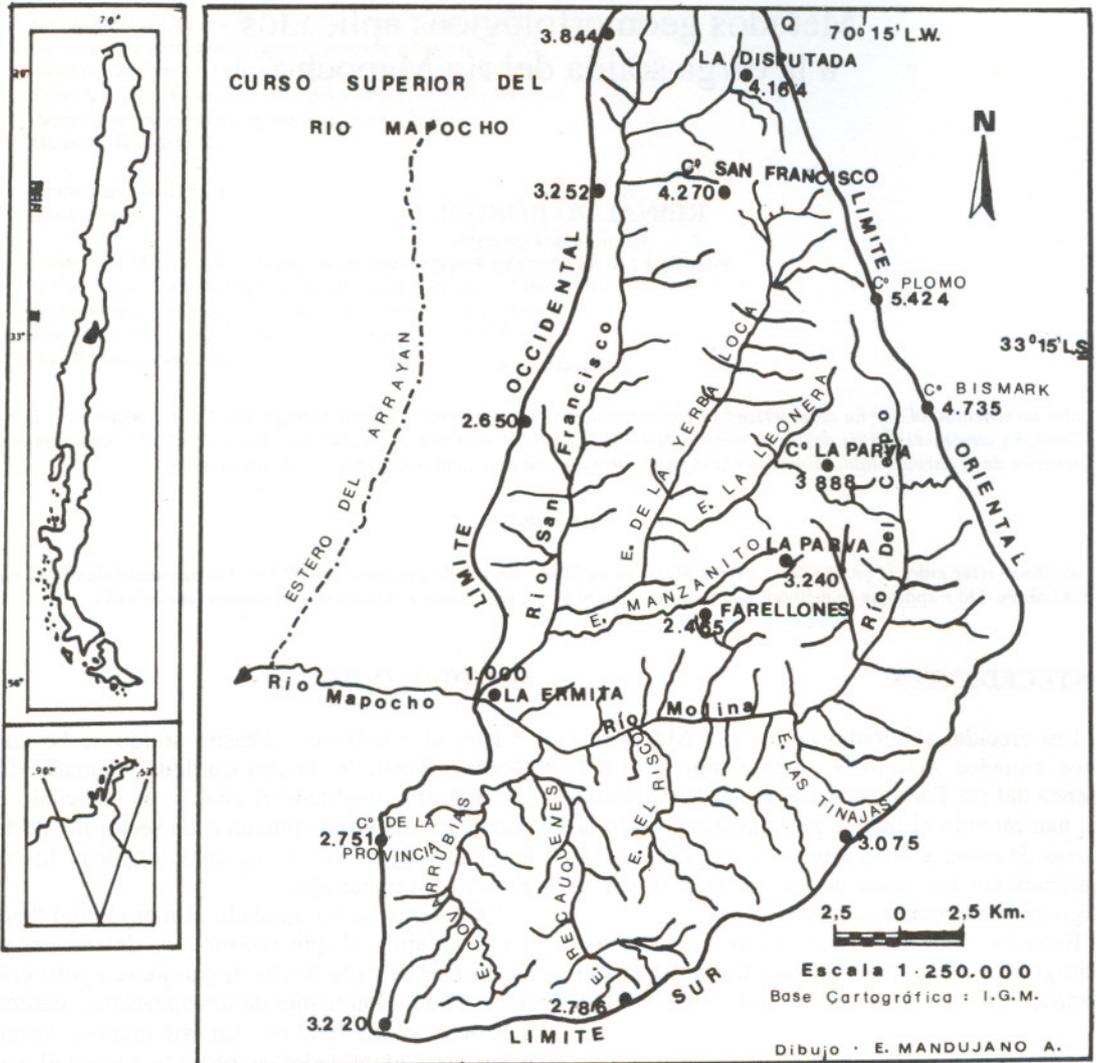


Figura 1: Red hidrográfica del río Mapocho sobre la cota 1.000 m.

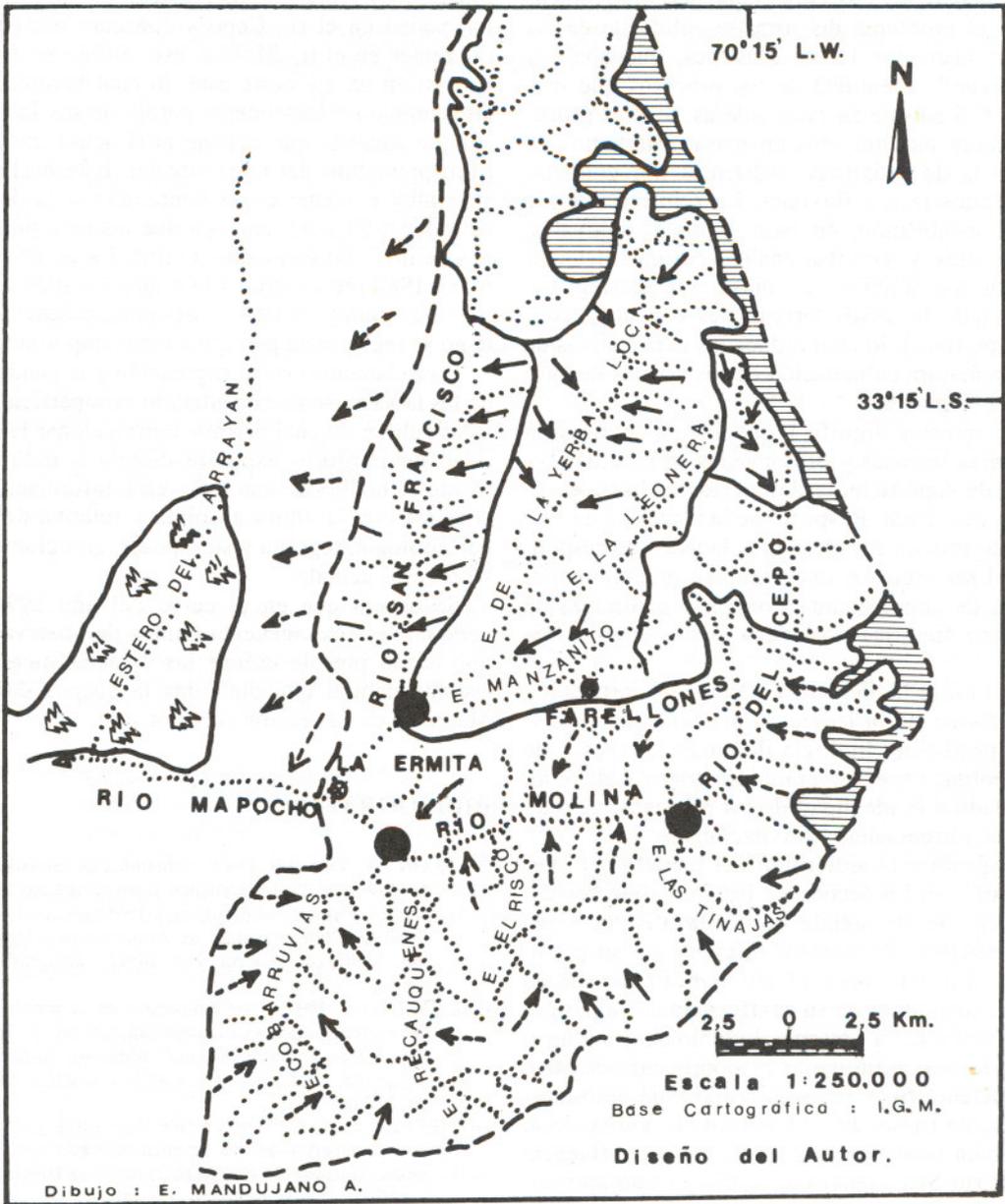
vuelo Hycon a escala aproximada 1:70.000; además se ha extraído de las cartas topográficas la orientación de laderas según vectores a 16 direcciones diferentes; las superficies correspondientes han sido medidas mediante planímetro electrónico, levantándose una carta temática con las divisiones correspondientes entre aéreas con diferente orientación de fachada de laderas. Igualmente, se ha obtenido, mediante una técnica propia, la proyección del relieve de toda la cuenca, determinando de este modo las divisorias de aguas más relevantes, de aquellas menores.

El laboratorio de geomorfología ha entregado resultados significativos, visualizando las curvas granulométricas acumulativas diferentes en el comportamiento de cada sistema afluente, variando de escurrimientos torrenciales a fluviales moderados.

Todo este conjunto de información, aún insuficiente, dada la magnitud de los problemas existentes en la cuenca alta del río Mapocho, se ha sometido a diversas correlaciones; sólo algunas de ellas ofrecen resultados admisibles, las restantes están en proceso de análisis.

RESULTADOS

Deben ser considerados a nivel sectorial, esto es, conclusiones que se desprenden del análisis puntual de alguno de los métodos aplicados. Así, por ejemplo, la aplicación del método del metro cuadrado en la ladera de exposición SEE que encierra al Estero de la Yerba Loca, aguas arriba de Villa Paulina, muestra a 2.000 m.s.n.m. un perfil de 500 metros de altura relativa, con un regolito de 18 cm de profundidad media, un potencial de



- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|----------------------------------------------------------|
| | Sistema glacial | | Sistema gravitacional - derrumbes |
| | Sistema nival periglacial seco | | Sistema gravitacional - difuso, masa |
| | Sistema gravitacional - barro | | Zonas de concentración de energía - obstrucciones |

Figura 2: Río Mapocho, cuenca hidrográfica superior. Sistemas morfogénéticos mayores.

sólidos de arrastre, estimado en ciento cincuenta y dos kilos doscientos cincuenta gramos, en faja de un metro de ancho. Si multiplicamos esta cantidad por el total de la fachada de la ladera con

esta exposición, estimada en 50 ha obtendríamos un arrastre sólido susceptible de caer al lecho del río, calculado en 15.000 toneladas métricas de regolito.

Habiendo llegado a cifras que permiten dimensionar el problema del arrastre sólido desde las laderas hacia los lechos fluviales, quedaba por establecer la identidad de los procesos que modelaban el paisaje en estas laderas. Si tales procesos fueran movimientos en masa, estaríamos en presencia de próximas catástrofes por colmatación de los lechos fluviales. La zonificación que hemos establecido, en base a procesos nivales, torrenciales y gravitacionales, permite detectar que los movimientos en masa son restringidos, dominando procesos torrenciales con clara connotación lineal, lo cual reduce las expectativas de una prematura colmatación de los niveles de base locales (Figura 2).

Lo anterior significa que sólo con ocasión de lluvias intensas y prolongadas se moviliza regolito de superficie desde las laderas hacia el nivel de base local. Respecto de la identidad de este regolito movilizado desde las laderas, corresponde realizar registros que indiquen granulometría, grados de angulosidad, litología y naturaleza de la matriz fina que acompaña dichos cuerpos sólidos.

Aún no se ha llegado a la etapa de correlación entre forma de la ladera, altura relativa, exposición, pendiente, litología dominante, espesor de la regolita, espectro granulométrico; todo ello, vinculado a la identidad de los procesos, ya sean nivales, torrenciales o gravitacionales.

Respecto a la aplicación del método del "Penecentil", en los lechos de los ríos afluentes del Mapocho se desprende que cada afluente tiene características de arrastre diferente en su petrografía. Es así como el río San Francisco en las inmediaciones de su confluencia con el Estero de la Yerba Loca presenta dominio de gravillas y rípios finos con litologías predominantes de pizarras metamórficas en las gravillas y de limos silicatados en rípios. En el Estero de la Yerba Loca, unos cien metros aguas arriba en la confluencia con el río San Francisco, se observa un alto dominio de rípios finos y de gravas con litología de pizarras en las dos granulometrías indicadas. En este último caso, la disminución de granulometrías mayores y de litologías resistentes, como basaltos, por ejemplo, y por el contrario, el alto dominio de granulometrías pequeñas y de litología de débil resistencia, pronostica que la torrencialidad de este sistema es baja, no es permanente y, al mismo tiempo, acusa una temporada seca extendida en el tiempo, mayor que la estación de aguas lluvias.

Respecto de los resultados en los trabajos de gabinete se observa que la disposición general del sistema de drenaje orientado en el sentido N-S provoca situaciones opuestas de humedad-sequedad muy notorias, particularmente en los ríos San

Francisco y Estero de la Yerba Loca; con menor intensidad en el río Cepo y con caracteres muy diferentes en el río Molina; este último se dispone casi en un eje oeste-este, lo cual favorece un arrasamiento relativamente parejo de sus laderas, aunque aquellas que expone al N acusa un deterioro prematuro del tapiz vegetal. Este hecho ha sido muy evidente en la temporada seca de los años 1988-89 y 90, años en que las precipitaciones de invierno han caído a cifras bajas; en efecto, en 1988 precipitaron 139,6 mm, en 1989 cayeron 302,3 mm y en 1990, hasta julio, prácticamente no se registraban precipitaciones importantes.

Paralelamente con la exposición y la pendiente de las laderas, se ha considerado la superficie que éstas cubren, lo cual permite correlacionar la cantidad de territorio expuesta directa o indirectamente a la lluvia, entrando esta información a cruzarse con la altura absoluta y relativa del lugar, litología, regolita y su espesor, granulometría y procesos actuales.

Se espera que en el curso del año 1994 se completen unos cincuenta puntos de observación que hagan posible definir las características del sistema natural que dinamiza la cuenca del río Mapocho en su sección superior.

BIBLIOGRAFIA

- BAILLON, M.; DIAZ, S. 1987: "Dinámica de las laderas y fondos de valle de la cuenca superior del río Mapocho". Informe final de práctica Profesional - Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Santiago: 104 pp. con anexo cartográfico, 5 mapas.
- GALLARDO, A. 1991: "Determinación de la procedencia del arrastre sólido en el curso superior del río Mapocho: Estero Yerba de la Loca". Memoria: Instituto de Geografía, Pontificia Univ. Católica de Chile, Santiago, 132 pp.
- GUTIERREZ, F. 1982: "Descripción geomorfológica de la cuenca superior del río Mapocho-río El Cepo". Memoria: Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago: 156 pp.
- HORMAZABAL, P. 1991: "Determinación de áreas de riesgos en la cuenca superior del río Mapocho". Memoria Instituto de Geografía: Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago: 105 pp.
- KISHINO, MIDORI 1991: "Definición de áreas de erosión a través del método del levantamiento geomorfológico en la zona del Arrayán, comprendida entre el Estero Ortiga y el río Mapocho". Memoria: Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago: 95 pp. y anexos.
- TESSER, C. 1993: "Reconocimiento morfodinámico de la cuenca superior del río Mapocho para la definición de áreas de riesgo: río Molina". Memoria: Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago: 136 pp. Anexos cartográficos y nueve cartas Escala 1:50.000.
- TRICART, J. et CAILLEUX, A. 1953: "Détermination du centile en granulométrie". *Boletín Sociedad Geológica de Francia*, Paris: pp. 747-759.