

Distribución geográfica de los deslizamientos de tierras asociados a desastres en Chile

GUILLERMO A. ESPINOSA, ERNST R. HAJEK Y EDUARDO R. FUENTES

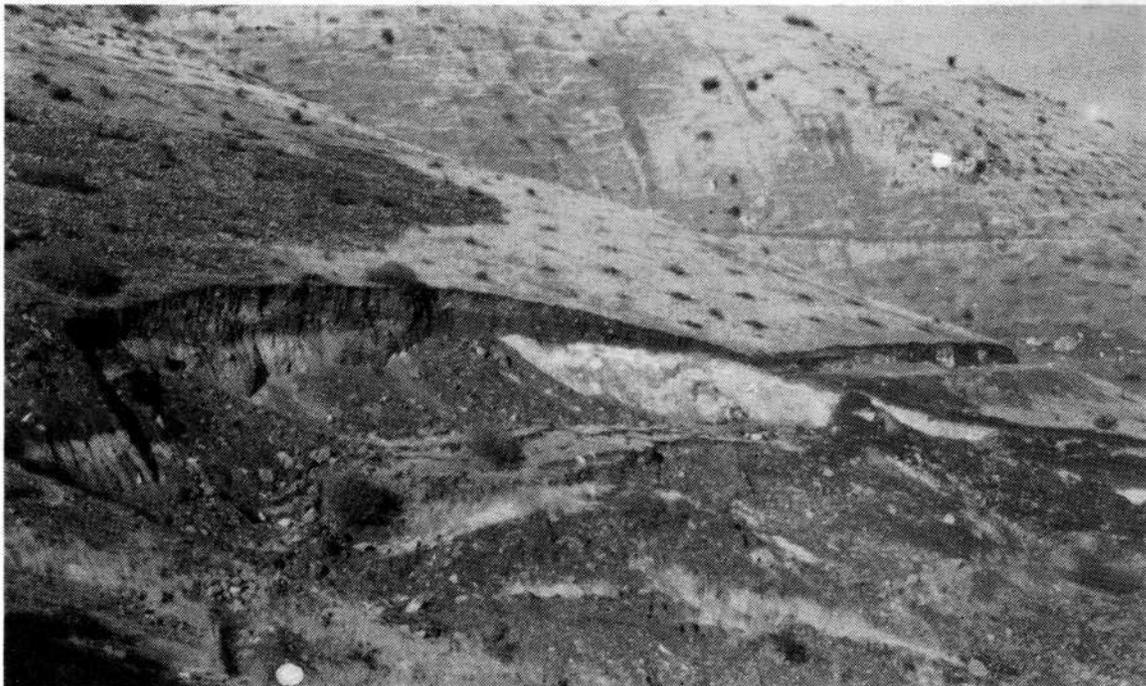
Laboratorio de Ecología
Pontificia Universidad Católica de Chile

INTRODUCCIÓN

La superficie terrestre se encuentra en un proceso de cambio más o menos gradual y permanente. Se conjugan aquí los procesos de formación de rocas y movimiento de la

corteza con los agentes atmosféricos para incidir en la ruptura, desgaste y traslado de los materiales.

Así, la faz de la Tierra está en diferentes etapas de lo que es una constante generación y cambio en los relieves (Derruau 1966, Holmes 1960, Tricart 1962), procesos que en



la mayoría de los casos son imperceptibles para el ojo no entrenado.

Uno de los elementos importantes en la evolución gradual de los paisajes naturales es el ciclo de erosión. Este se compone de tres fases fundamentales: la meteorización inicial de las rocas, el transporte de los materiales granulados y la depositación final.

Aunque las tres etapas son importantes, en este trabajo se enfocará la fase correspondiente al transporte de los materiales. Aun cuando son habitualmente imperceptibles, en algunas oportunidades ocurren desplazamientos importantes de materiales en un corto período de tiempo, y que adquieren relevancia para las actividades humanas.

En países que muestran una fuerte irregularidad topográfica, es más frecuente que este tipo de procesos de transporte implique un traslado de elevados volúmenes de materiales. Este es el caso particular de Chile, país eminentemente montañoso, que presenta un territorio compuesto en más de un 80% por cerros y montañas (Cunill 1970, Börgel 1983).

De acuerdo a las características de los diversos ambientes naturales del país, no todos estos acarreo de materiales son iguales, ni en su composición, ni en su génesis. La acción combinada de los mecanismos de transporte, tales como el agua de escorrentía, el hielo, oleaje y viento, ligados a los diversos procesos de desintegración de rocas, provocan una gran variedad de formas de deslizamientos de tierra. Esta diversidad es aun mayor si se considera la influencia de los movimientos tectónicos, las condiciones del subsuelo, las pendientes del terreno y todos los factores asociados a la actividad de la población humana, como son el sobrepastoreo, la agricultura, las grandes obras de ingeniería, las actividades mineras y construcción de asentamientos, entre otros.

No es de extrañar, entonces, que violentos procesos de transportes de materiales puedan generar aquí desastres con una frecuencia lo suficientemente alta como para incentivar un estudio sistemático.

Siguiendo a Morello (1983), definiremos

los desastres como "eventos naturales o fenómenos que mostrando características excepcionales afectan a uno o más sectores productivos e imponen daños de consideración a la infraestructura física y de servicios, empeorando con ello las condiciones de vida de amplios sectores de población".

En ese sentido interesa conocer el comportamiento que han tenido los deslizamientos de tierras en el país, considerando especialmente aquellos eventos que implican pérdidas materiales y de vidas humanas.

En la mayoría de los desprendimientos intervienen múltiples factores, entre los cuales generalmente es posible destacar un proceso más conspicuo que permite clasificar los fenómenos. Es necesario aclarar aquí que este proceso puede cambiar, tanto entre localidades como para un mismo sitio, a través del tiempo; de allí que resulta interesante averiguar el comportamiento espacial y temporal que han tenido los deslizamientos en el país.

Es necesario reconocer que un estudio acabado que contemple la génesis de los deslizamientos y su pronóstico conlleva el empleo de una enorme cantidad de tiempo y de recursos económicos. Más aún si hay múltiples procesos y formas de deslizamientos que se superponen dificultando la definición exacta de determinado fenómeno. No obstante, hoy es posible hacer al menos una evaluación histórica preliminar que permita comenzar a entender la geografía del fenómeno y postergue, al menos por ahora, el estudio de sus génesis.

Materiales y Métodos

Este estudio se desarrolló sobre la base de la información obtenida a partir de la revisión de medios de prensa publicados durante los últimos 73 años (1910-1982) y de la consulta de publicaciones especializadas. Se definieron así varios tipos de deslizamientos de tierras que pudiesen reconocerse fácilmente a partir de la información disponible. Se consideraron los siguientes pro-

cesos: aluviones, derrumbes y avalanchas, ya que son los que tradicionalmente han provocado desastres.

Posteriormente, se procedió a la confección de un formulario-tipo, con el cual se recogió en forma unitaria y sistemática toda la información extraída desde los medios de prensa. Así se contó con un medio único de almacenamiento de información y que fue, a la vez, la base para el vaciado de los datos de un archivo computacional¹.

El formulario se sectorizó en 5 partes, lo que permitió un manejo de la información en forma cruzada y complementaria; ellas son: 1. Fecha del suceso. 2. Datos del lugar. 3. Tipo de suceso. 4. Desencadenantes del suceso. 5. Daños provocados.

1. Fecha del suceso:

Acá se señaló información correspondiente al año, mes y día de ocurrencia. Estos antecedentes permitieron conocer la frecuencia temporal con que se producen los eventos y, a la vez, establecer su distribución estacional y repetición en el tiempo cronológico.

2. Datos del lugar:

Esta sección permitió la ubicación de la información por región, provincia y comuna (división político-administrativa), utilizando los datos de latitud, longitud y altitud. En caso de lugares relativamente poco conocidos se usó su cercanía a los asentamientos humanos principales. Estos datos posibilitaron tanto el otorgarle un carácter regional a la información como también visualizar la variación espacial de los fenómenos. En aquellas localidades en que no existía información sobre las coordenadas geográficas, se usó los nombres toponímicos para, a través de diversas fuentes, establecer su localización geográfica. Para ese efecto el material consultado fue: a) Atlas de Chile editado por el Instituto Geográfico Militar, edición 1970. b) Atlas regionalizado de Chile. Instituto Geográfico Militar 2a. ed. 1981. c) Chile.

¹Los datos se incorporaron a los archivos de un computador Commodore PET/2001 y se procesaron en total 1208 fichas de información recopilada.

Second edition. 1967. Standard Names Gazetteer N° 6. United States Board on Geographic Names. Office of Geography. Department of the Interior. Washington D.C.

3. Tipo de suceso:

Aun cuando los deslizamientos de tierras analizados fueron las avalanchas de nieve, los aluviones de barro y agua, los derrumbes de piedras y rocas, en el formulario de encuesta hubo posibilidad de agregar otros sucesos que aparecieran como importantes en las diversas regiones.

4. Desencadenantes del suceso:

Los factores desencadenantes de los deslizamientos de tierras se dividieron en naturales y humanos. Entre los primeros se incluyeron básicamente precipitaciones y sismos, pero se dio la oportunidad de agregar otros que no hubiesen sido considerados previamente. Además, se ofreció la posibilidad de agregar información respecto a la concentración de las precipitaciones en 24 horas y de indicar la intensidad del sismo; ambos factores en principio importantes en condicionar la magnitud de los deslizamientos de tierra. En el caso de los desencadenantes de tipo humano, se hizo una división en aquellos asociados a deforestación, construcción de caminos y posibles obras civiles.

5. Daños provocados:

Los daños se dividieron en humanos (señalándose muertos, heridos y damnificados) y materiales (casas dañadas, animales muertos, superficie agrícola dañada), dándose la posibilidad de indicar daños adicionales o una mayor explicación de los anteriores.

Resultados

El resultado del catastro general nacional se muestra en la Tabla 1. En los 73 años de registro, un total de 1208 eventos está desigualmente distribuido en las 13 Regiones del país. Las Regiones Quinta, Octava, Déci-

Tabla 1
NUMERO TOTAL DE DESLIZAMIENTOS
DE TIERRAS POR REGION
POLITICO-ADMINISTRATIVA DE CHILE

Región	Total	%
I	49	4.0
II	55	4.5
III	25	2.1
IV	94	7.7
V	307	25.3
VI	62	5.2
VII	66	5.4
VIII	186	15.3
IX	56	4.9
X	147	11.8
XI	25	2.1
XII	14	1.2
(RM)	122	10.0
Total país	1208	

Tabla 2
NUMERO DE ALUVIONES (AL),
AVALANCHAS (AV) Y DERRUMBES (DE)
Y OTROS (OT) POR REGION
POLITICO-ADMINISTRATIVA DE CHILE

Región	AL	AV	DE	OT	Total Región
I	15	1	32	1	49
II	21	1	29	4	55
III	5	0	20	0	25
IV	10	8	70	6	94
V	46	60	197	4	307
RM	12	23	85	2	122
VI	5	19	36	2	62
VII	11	1	48	6	66
VIII	35	1	143	7	186
IX	8	2	31	15	56
X	28	2	115	2	147
XI	3	2	18	2	25
XII	2	4	8	0	14
Total país	201	124	832	51	1208

ma y Metropolitana que concentran gran parte de la población, reúnen el 62.4% de los deslizamientos. Las Regiones geográficamente extremas y menos pobladas del territorio (i, II, xi y xii) tienen, como es de esperar, los menores porcentajes de registros de ocurrencias de deslizamientos. Las Regiones iv, vi, vii y ix tienen en promedio alrededor de un 5.8% del total de eventos; pero el segmento central del país que alberga a mucho más población, se destaca por sus altos porcentajes de deslizamientos. Compárese, para estos mismos propósitos, la iv y vi Regiones versus la v Región; o bien la vii y ix con la viii Región.

En la tabla 2 se observa la distribución de los deslizamientos según el tipo de suce-

so. Allí se ve que los aluviones son menos importantes en la iii, vi, xi, y xii Regiones; las avalanchas se ubican sólo entre la iv y vi Regiones y los derrumbes se encuentran prácticamente en todo el país, aunque principalmente en la iv, v, Metropolitana, viii y x Regiones.

A nivel nacional se ve una correlación entre el año calendario (y por tanto la densidad poblacional en el período en que se reportan), y el número de deslizamientos en ellos (Fig. 1). A comienzos de siglo, cuando la población era menos numerosa (datos de INE) y los medios de información más deficientes, se reportan en promedio menos deslizamientos que a mediados de siglo o

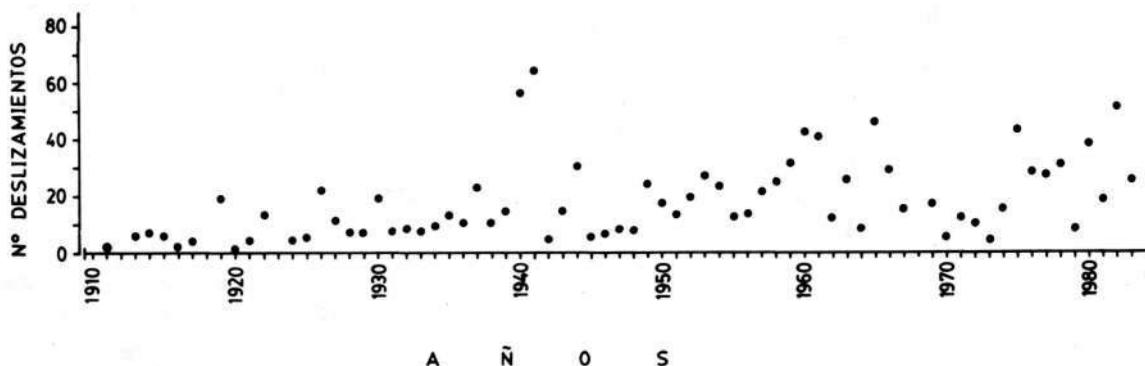


Fig. 1. Número anual de deslizamientos de tierras ocurridos en el período 1910-1983 en Chile.

que en los últimos 30 años. Hecha esta salvedad, cabe destacar, que en los distintos períodos interanuales el número de deslizamientos ha sido muy desigual, sucediéndose secuencias de uno o más años con muchos y pocos deslizamientos (llaman la atención los años 1919, 1930, 1940, 1941, 1960, 1961, 1965, 1975, 1980 y 1982).

Desde el punto de vista estacional y en un análisis a nivel nacional, los meses de mayo, junio, julio y agosto tienen, por lo menos, tres veces más deslizamientos que aquellos que son generalmente más secos (septiembre a abril). Eso es en gran parte debido a que la mayoría de los deslizamientos reportados ocurre en la zona central chilena, con un clima de tendencia mediterránea, en que las lluvias se concentran en invierno (Fig. 2). En esta misma Figura puede observarse que en la i y ii Regiones (con lluvias en verano) hay una ligera tendencia a que el número de deslizamientos sea mayor en enero y marzo, coincidiendo con el período de mayores precipitaciones. En el mismo sentido, en la zona de clima con tendencia

oceánica (Regiones xi y xii), en que la precipitación se distribuye a lo largo de todo el año, los deslizamientos no muestran una estacionalidad marcada.

Confirmando este patrón geográfico, una inspección de la Tabla 3 muestra que son las lluvias el principal desencadenante de la mayor parte de los deslizamientos. En las Regiones ii a xi, entre un 44% y 85% de los eventos está asociado a ellas. Si se correlaciona el monto anual de las precipitaciones para una Estación-tipo, con el número de deslizamientos por Región se encuentra que ellas son significativas solamente entre la II y iv a viii Regiones (véase Tabla 4).

En la i Región el 43% de los eventos está ligado a sismos y sólo un 29% a las precipitaciones, mientras que en la xii, la otra excepción, ambos desencadenantes contribuyen con un 14% cada uno (Tabla 3).

Además de sismos y lluvias, hay otras causas importantes de desastres tales como las nevazones en la iii, v y xii Regiones, el deshielo en la xii Región, las erupciones volcánicas en la ix Región y los accidentes mi-

Tabla 3
DISTRIBUCION REGIONAL DE LOS DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS EN CHILE
SEGUN EL FACTOR DESENCADENANTE MAS IMPORTANTE*

Región	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Lluvia	28.6	43.6	40.0	45.2	65.6	57.9	57.1	80.3	71.5	76.4	73.8	84.6	14.3
Sismos	42.9	16.4	28.0	15.1	4.6	6.6	7.9	1.5	6.5	2.0	6.2	0	14.3
Lluvia y Sismos					0.3				1.6	2.0	2.8		
Nevazones		1.8	32.0	3.2	14.1	3.3	3.2	0	0.5	0	0	0	21.4
Deshielo	6.1	5.5		3.2	1.6	0.8	1.6	0	0	0	0.7	0	14.3
Actividad Volcánica									0	13.0	2.1		
Aguas Subterráneas				3.2									
Sedimentos										2.0			
Glaciar												7.7	
Maremotos y Oleajes					0.3						3.1		
Mina	8.2	20.0		30.1	3.9	8.3	12.7	4.5	3.2	0			
Otras activ. del Hombre	2.0	3.6		1.1	6.8	11.6	1.6	3.0	4.1		4.9		
No especificado	12.2	9.1	0	0	2.8	11.5	15.9	10.7	12.6	4.6	7.4	7.7	50.0

*En por cientos.

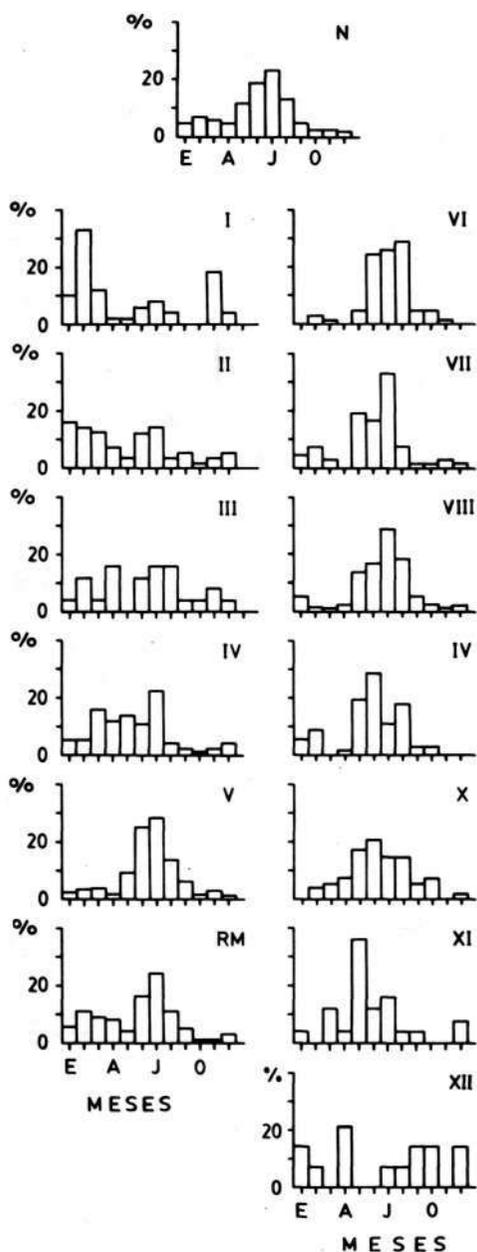


Fig. 2. Distribución mensual de los deslizamientos de tierras, en las diversas regiones político-administrativas del país. En la sección superior se muestra el total nacional y en la parte inferior, las regiones por orden correlativo. RM= Región Metropolitana.

ñeros en la ii, iv y vi Regiones. Los demás factores mostrados en la Tabla 3, por lo general, explican porcentajes bajo el 10% de los deslizamientos en cada región.

Hacemos la salvedad que no en todos los casos se ha podido identificar el factor

Tabla 4
VALORES DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL NUMERO DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS Y EL MONTO ANUAL DE PRECIPITACIONES, POR REGION POLITICO-ADMINISTRATIVA DE CHILE

Región	r	P
I	0.120	NS
II	0.490	<0.001
III	0.095	NS
IV	0.209	<0.05
V	0.550	<0.001
RM	0.197	<0.10
VI	0.470	<0.001
VII	0.373	<0.01
VIII	0.375	<0.01
IX	0.153	NS
X	0.045	NS
XI	0.045	NS
XII	0.107	NS

desencadenante para determinado deslizamiento. Si bien es cierto, este porcentaje en general es bajo (menor al 15%) en la xii Región el 50% de los casos cae en esta categoría.

Es preciso recordar acá que en la Tabla 3 se indica el factor desencadenante más conspicuo para cada Región, pero que de ninguna manera da cuenta en forma única de la presencia de un deslizamiento. En realidad existe una serie de factores asociados que complementan la acción de aquellos señalados como desencadenantes principales. De hecho, un deslizamiento se presenta como un problema complejo ya que los distintos factores no actúan independientemente los unos de los otros. Así, por ejemplo, erupciones volcánicas, deshielos y derretimientos de glaciares se han mostrado causalmente correlacionados; tal como pueden estarlo las altas precipitaciones y las grandes construcciones de ingeniería en cuencas deforestadas o bajo procesos de desertificación.

En general, los desencadenantes están asociados a altas precipitaciones y sismos, pero no pretendemos ni podemos excluir con ello el papel que puedan jugar las acciones del hombre, como por ejemplo obras civiles, deforestación, desertificación o incendios forestales. Bien podría ser que, de no haberse producido deforestación o in-

cendios forestales o alguna acción humana, una determinada lluvia o sismo no hubiese generado el deslizamiento aquí reportado.

De modo que la información volcada en la Tabla 3 debe tomarse sólo en un sentido general y como una primera aproximación al problema. Estudios detallados futuros pueden contribuir para entender, con mayor precisión, si en una Región dada los deslizamientos están asociados a la actividad humana, y como es esa relación.

Hay una serie de elementos, como la vegetación, que pueden actuar como frenos compensadores o, incluso, aceleradores de los procesos de deslizamientos. Sin embargo, el desconocimiento cuantitativo de esos efectos impide, por el momento, evaluar el aporte de los procesos antropogénicos tales como la deforestación en la intensidad y frecuencia de los movimientos en masa.

Es complementario en este sentido el verificar que los daños producidos por los deslizamientos de tierra (Tabla 5) muestran que el número de personas afectadas también está correlacionado con la densidad poblacional. Regiones como iv, v, x y Metropolitana poseen el más alto número de personas damnificadas, mientras que regiones como la VIII y ix tienen las más grandes cantidades de heridos. El mayor número de muertos se concentra en las regiones ii, vi y x.

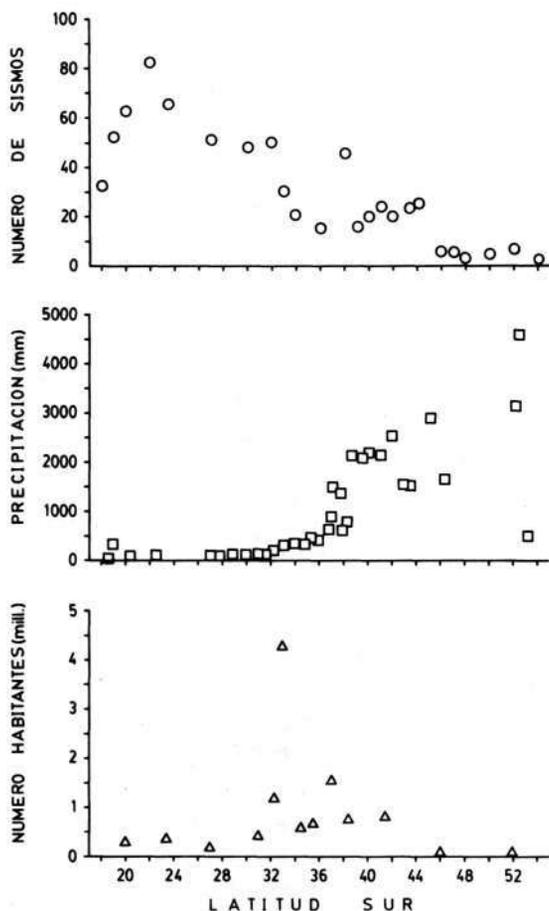


Fig. 3. Número de sismos, montos de lluvias y número de habitantes entre los 18 y 54 grados de latitud sur. Para mayores detalles, vease ONEMI (1980, Sismos), ONEMI (1981-82, Precipitaciones), INE (1980, Censo de población).

Tabla 5
DAÑOS PRODUCIDOS POR LOS DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS EN CHILE*

Región	Muertos	Heridos	Damnificados personas	familias	Sup. Agr. dañada (há)	Animales muertos	Casas dañadas
01	19	8	270		500		
02	197	216	205				18
03	19	19	30				18
04	58	46	3.500				1
05	92	69	2.935	20		2	85
06	147	62	150	52			52
07	30	18	10		901		3
** 08	85	173	5	4	50		17
09	77	202			4.000		39
** 10	155	31	35.432		80	6	17
11	9		38			1.500	26
12	3						4
RM(13)	98	44	1.019	3.955			5
Totales	989	888	43.594	4.031	5.531	1.508	285

*En los casos de daños debe considerarse un número adicional no especificado (NE)

**No considera muertos por derrumbe de casas debido a sismos.

Discusión

La distribución geográfica de los registros de deslizamientos de tierra en Chile parece estar asociada, en una primera instancia con tres grandes complejos de factores: sismos, precipitaciones y presencia humana (Fig. 3).

Estos factores se comportan de manera diferente a lo largo del territorio nacional. Se ha mostrado (ONEMI 1980) que los epicentros sísmicos de magnitudes superiores o iguales a 5 grados, tienen una clara disminución con el incremento latitudinal, de manera tal que a 30-32° S tienen aproximadamente la mitad de la frecuencia encontrada a 20-22° S. Entre los 40-42° S esta es, a su vez, aproximadamente la mitad de lo descrito para el Norte Chico (30-32° S). A partir de los 46-48° S la frecuencia sísmica se hace uniformemente baja y constante.

Las lluvias, en contraste, muestran un aumento latitudinal que se hace más conspicuo a partir de los 30° S. En concomitancia con este incremento de las precipitaciones, aumenta la productividad primaria potencial y la fitomasa potencial por unidad de área (vegetación leñosa). De modo que, si bien a mayores precipitaciones corresponde un mayor riesgo de deslizamientos, el hecho que aumente la vegetación, con su consabido papel frenador de las pérdidas del sustrato, hace pensar que en realidad lo que cambia en el gradiente N-S es el equilibrio en la relación sustrato-planta-clima. Por ejemplo, en la zona central del país hay bajas precipitaciones, un menor riesgo de deslizamientos asociados a ellos y, a la vez, una disminución del efecto de freno por parte de la vegetación, si se compara con la zona sur del país. En cambio en la zona austral, hay mayores precipitaciones y alto potencial erosivo, pero también una densa cubierta vegetal que modula el riesgo de deslizamientos. Así se alcanzarían entonces distintos equilibrios a lo largo del gradiente latitudinal.

Un hecho interesante y que refuerza el esquema anterior es el que durante los años de sequía, por ejemplo, 1923, 1924, 1968, no

haya habido registros de movimientos de tierras.

El gradiente de precipitaciones y el potencial de deslizamientos por su causa se encuentra ligado con los efectos estabilizadores de la vegetación de manera compleja. Las lluvias no sólo generan deslizamientos sino también contribuyen a dar forma a una cubierta vegetal que potencialmente los reduce con respecto a lo esperable en su ausencia. Además, la vegetación, y por ello indirectamente las precipitaciones, también podrían modular los efectos producidos por los movimientos sísmicos de menor intensidad. Se trata, por lo tanto, de un sistema en que dependiendo de los umbrales de respuesta y de las magnitudes involucradas, pueden contraponerse los efectos de la vegetación y los de sismos y precipitaciones.

El tercer factor que permite entender la frecuencia de desastres asociados a movimientos de tierras en Chile, es la distribución de la población humana y sus actividades.

En realidad, el factor humano cumple un papel dual. Por un lado, perturba los procesos morfodinámicos que están modelando los relieves locales y, por otro lado, con su presencia puede transformar, por definición, un proceso natural en un desastre.

Una acción más directa del hombre sobre el paisaje, tiene que ver con la desestabilización de algunos equilibrios geomorfológicos como, por ejemplo, cuando en un desierto construye caminos en una ladera, instala asentamientos en la base de pendientes pronunciadas o cuando, con fines mineros, remueve grandes volúmenes de materiales. Este efecto es separable en principio, aunque no siempre en la práctica, del efecto también antropogénico que se produce cuando además se altera la cubierta vegetal.

Es aquí cuando cobran significado para los deslizamientos, impactos antropogénicos tales como incendios forestales, deforestación, desertificación, sobrepastoreo, y la presencia humana ahora como detectora y receptora indirecta de los procesos que el mismo ha acelerado. Es decir, en la medida en que el hombre elimine, impida o retarde la instalación de una cubierta vegetal, estará

favoreciendo procesos de remoción en masa con mayor o menor intensidad.

Así se podría explicar, en parte, que en el relativamente despoblado territorio austral chileno hayan aun pocos testimonios de deslizamientos de tierras y de desastres por ellos causados, a pesar de las altas precipitaciones que caracterizan la zona. Pero, dada la potencialidad que existe allí para procesos de remoción en masa, asociados a las altas precipitaciones, sería esperable que en la medida que se incremente la densidad de la población, la infraestructura, la deforestación y los incendios forestales, también se comience a registrar un mayor número de desastres asociados a deslizamientos. Evidencia de este juicio es, por ejemplo, que en la XI Región los informes sobre estos desastres los localizan mayoritariamente en la cuenca del río Aysen, que es precisamente el área que registra la mayor densidad de población.

En el otro extremo también relativamente despoblado del país, la potencialidad de deslizamientos debido a la actividad sísmica es relativamente alta. Al igual que lo que sucede en el sur recién discutido, su expresión en desastres alcanza también niveles muy bajos, y podría deberse precisamente al bajo poblamiento. Nuevamente, como en el caso austral recién descrito, es en los pocos asentamientos de alta actividad humana donde se concentran los focos con problemas de deslizamientos. Es así como la mayor parte de las evidencias provienen de los principales centros poblados (Chuquicamata, Arica, Iquique, Calama y Taltal).

Por otro lado, los aluviones que han caracterizado históricamente el extremo norte del país, también son registrados sólo en los sitios en que hay poblamiento humano, a pesar de que estos deslizamientos tienen un origen altiplánico extenso y se producen en zonas más amplias. Es posible que, al igual que lo descrito para el extremo austral, un aumento en la densidad poblacional en el extremo septentrional del país conlleve un incremento fuerte en la notificación de los deslizamientos y desastres. En esa zona se conjugan las altas precipitaciones altipláni-

cas con la escasez de vegetación y la actividad sísmica.

Muy en consonancia con este esquema geográfico de deslizamientos y de la distribución de sus factores asociados, está el alto número de registros publicados para la zona central de Chile. Si bien aquí los promedios de lluvias no son altos, la variación interanual es relativamente pronunciada, dándose una frecuencia no despreciable de años con alta precipitación —como en el sur— y años con bajos montos —como en el norte—. Puesto que la cantidad de vegetación leñosa responde más al promedio de los años secos que de los lluviosos, no es de extrañar que en años de altos escurrimientos se pueden producir deslizamientos naturales. Ya historiadores como Vicuña Mackenna (1876) habían descrito este tipo de situaciones para los primeros años de la colonización en Chile, en que el grado de intervención antrópica era aun bajo.

Esta situación natural se ha visto agravada recientemente por el aumento del tercer factor del modelo, es decir, la infraestructura y los asentamientos humanos. Como es sabido, esta zona del país alberga a la mayor parte de sus habitantes y ha sido fuertemente alterada por obras de distinto tipo; de modo que es de esperar que aquí no sólo se produzca más deslizamientos sino que también una mayor proporción de ellos tengan el carácter de desastres. Se explica así el relativamente alto número de registros en ciudades como Valparaíso, Viña del Mar, Santiago, (especialmente el cerro San Cristóbal), El Volcán y Concepción.

Este esquema de las tendencias nacionales a base de sismos, precipitaciones y ocupación humana, creemos que da cuenta a grandes rasgos del comportamiento de los deslizamientos registrados. De ningún modo, sin embargo, un modelo como el expuesto, impide el que se le agreguen otros factores en la medida que ellos sean necesarios. Por ejemplo, en la zona central-sur del país aparecen algunas fuentes "puntuales" de deslizamientos asociadas al volcanismo, maremotos o desprendimientos de glaciares. Pero en todos estos casos se trata de desestabilizadores que por ser muy locales

deben agregarse sólo cuando el nivel de resolución sea puntual. En el mismo nivel de resolución caben también las salvedades y enriquecimientos que pueden hacerse al modelo debido a la detección de particularidades geomorfológicas locales que incrementen o reduzcan la frecuencia de deslizamiento, con respecto a lo esperable del análisis de las grandes tendencias nacionales.

Finalmente, cabe mencionar que en este esquema global no hemos incluido a las avalanchas de nieve, puesto que a pesar de ser arrastres de material, tienen un origen distinto. De todos modos, a pesar de esta característica y de tratarse sólo de un manto estacional que cubre las altas cumbres a lo largo de todo el país, sus desprendimientos o derretimientos pueden también estar ligados a sismos, lluvias y la vegetación. Además, al igual que para los deslizamientos de tierra antes vistos, su denominación como desastres está ligada a la presencia del hombre. Se explica así la frecuencia de catástrofes por avalanchas en los centros invernales de esquí, los pasos fronterizos y los asentamientos mineros de altura. También, de aumentar la ocupación de las montañas en Chile, se esperaría que la frecuencia de desastres por avalanchas aumentase significativamente, tanto en su dispersión geográfica, como en su intensidad.

La gran variabilidad temporal y espacial del ambiente físico (clima, geotectónica, pendientes, subsuelo, etcétera), de la vegetación y del impacto humano, le da características tan peculiares a cada sitio, que obligan a desarrollar estudios específicos en cada uno de ellos. Estos deben contemplar tanto una definición y cuantificación de los procesos involucrados, como el uso de metodologías uniformes, a fin de poder comparar los resultados.

Nuestro estudio contribuye en este sentido, a la localización geográfica de sitios y a la identificación de posibles factores que podrían ser importantes de verificar en las

distintas Regiones del país. Trabajos futuros, a menor escala, aportarán, sin duda, mejor evidencia en cuanto al papel real que cumplen los distintos desencadenantes y los factores asociados que hemos podido detectar y, particularmente, acerca de los tipos de deslizamientos ocurridos en cada lugar.

Agradecimientos

Este trabajo es el resultado de un convenio entre la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, Chile (ONEMI), y la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los autores agradecen a ambas instituciones.

BIBLIOGRAFÍA

- BÖRGEL, R. 1983. *Geografía de Chile: Geomorfología*. Instituto Geográfico Militar, Chile. Santiago.
- CUNILL, P. 1970. *Geografía de Chile*. Ed. Universitaria. Santiago.
- DERRUAU, M. 1966. *Geomorfología*. Ed. Ariel. Barcelona.
- HOLMES, A. 1960. *Geología física*. Ed. Omega. Barcelona.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas) 1940, 1952, 1960, 1970, 1980. Censos de Población de Chile. Santiago.
- MORELLO, J. 1983. *Riesgos, daños y catástrofes*. Bol. de Medio Ambiente y Urbanización. CLACSO. Buenos Aires. Año 1(3-4): 1-11.
- ONEMI. Chile. 1980. *Ocurrencia histórica de sismos, inundaciones, incendios urbanos e incendios forestales*. Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), Ministerio del Interior, Chile: Programa Nacional de Riesgos y Prevención de Catástrofes. Santiago.
- TRICART, J. 1962. *L'épidémie de la Terre*. Masson et Cie. Paris.
- VICUÑA MACKENNA B. 1970 (re-ed.) *El clima de Chile*. Ed. Fco. de Aguirre. Buenos Aires-Santiago.