Capítulo 9. OCUPACION DE LADERAS: INCREMENTO DEL RIESGO POR DEGRADACION AMBIENTAL URBANA EN QUITO, ECUADOR

Othón Zevallos Moreno

Quito está ubicado al pie del maciso del Volcán Pichincha, en la Cordillera Occidental de los Andes, a una altitud entre 2.800 y 3.200 msnm. El volcán genera una amenaza a la ciudad por el peligro de erupción, aluviones e inundaciones. Adicionalmente, el riesgo sísmico de la ciudad es muy alto.

Un número de 85 quebradas bajan desde las laderas del volcán a la ciudad. Las diferencias de elevación desde la cumbre del denominado "Rucu Pichincha" (4.627 msnm) hasta la parte baja de la ciudad a 2.700 msnm, se presentan en distancias muy cortas comprendidas entre 1.0 hasta 10.0 Km. Por ello resultan pendientes muy pronunciadas, entre el 30 y 60%. Las lluvias intensas producen flujos torrenciales que debido a la alta erosionabilidad de las laderas, han provocado cauces profundos de 10 a 30 o más metros.

La geología está constituida por un basamento rocoso de los denominados "volcánicos Pichincha (Lavas andesíticas, aglomerados y tobas), recubiertos de gruesas capas de ceniza volcánica ("Cangaguas") limoarenosas, lapillis, etc, materiales todos ellos fácilmente erosionables.

La pluviosidad media anual varía entre 1.200 mm en la zona plana urbana hasta 1.500 mm en la parte alta. El número de días promedio con lluvias es de 177. El periodo lluvioso es de enero a mayo, siendo abril el de más alta precipitación, con casi el 20% del total de las lluvias. Las intensidades más altas registradas están en el orden de los 40-45 mm en 1 hora. La temperatura media es 14° C hasta los 9.5° C a 3.400 msnm,

con mínimas entre 0° y 4° C y máximas entre 24° a 26° C. Los vientos son moderados con velocidades medias entre 3 y 4 m/s dirección predominante norte (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito - EMAAP-Q, 1995).

CRECIMIENTO URBANO Y GESTION TERRITORIAL

Quito ha incrementado su población cuatro veces en los últimos 30 años. En 1960, la ciudad tenía 330.000 habitantes y hoy tiene 1'400.000. En poco más de un siglo, desde 1888 hasta la fecha, la ciudad ha crecido en superficie 40 veces (Peltre, 1989). Según cifras del "Plan Quito", el área urbana era de 174 Ha a inicios de siglo, en 1950 era de 1.335 Ha, llegando a 6.300 Ha en 1974 y a 11.760 Ha, en 1980, es decir, un crecimiento exponencial.

Un estimado de 55.000 personas oficialmente viven en las laderas⁴, aunque el número real es posiblemente mayor. El explosivo crecimiento urbano en esta zona, a una impresionante tasa de 17.5% anual, y el inadecuado manejo ambiental, la están convirtiendo en una amenaza seria para la ciudad.

Como capital del país, Quito ha sido tradicionalmente una ciudad de élite ligada al poder político y a la burocracia gubernamental. La ciudad se ha caracterizado por sus buenas administraciones municipales y un crecimiento ordenado. A partir de la década del setenta, la ciudad pasa de una organización territorial con tres polos de centralidad a una de carácter más bien irregular y disperso, consecuencia de la promulgación de la Ley de Reforma Agraria de 1964 que provoca la acelerada lotización de las antiguas haciendas que rodeaban la ciudad. Este proceso, que no considera las regulaciones municipales, origina que el Municipio pierda el control de la expansión urbana (Barreto, 1994).

El crecimiento en la década del ochenta, de por medio la crisis de la deuda externa, aceleró la ocupación ilegal y desordenada de las laderas, principalmente en los bosques de propiedad estatal, vía invasiones favorecidas desde los partidos políticos representados por los concejales del cabildo de la ciudad.

USO ACTUAL DEL SUELO

El uso del suelo en las laderas está cambiando rápidamente y en la actualidad es el siguiente (EMAAP-Q, 1995):

Los páramos (entre los 4,200 y 3,200 msnm) ocupan el 26.6% de la superficie y son utilizados en ganadería extensiva en las 24 haciendas existentes. Los bosques naturales secundarios, se extienden al 9.7% del área total, en asociación a pajonales, pastos y matorrales y en condición muy degradada debido al pastoreo. Las plantaciones forestales cubren el 21.6% de la superficie, principalmente con eucaliptos que, aunque ofrecen una buena cobertura contra la erosión, están sometidas a pastoreo de ovinos, bovinos y caprinos que acaban con la vegetación de los estratos inferiores. Los cultivos agrícolas corresponden apenas al 2.1% de la superficie de las laderas, sin embargo tienen importante impacto en la erosión por hacerse sin prácticas de conservación. Los pastos artificiales ocupan el 12.1% del área asociados con leguminosas rastreras ubicadas en terrenos ondulados. Las zonas urbanas, el 27.9% del total, presentando diverso grado de consolidación, constituyéndose ya en el principal uso en las cuencas de las quebradas.

INTERVENCION HUMANA Y DEGRADACION AMBIENTAL

A pesar de que existe la declaratoria de bosque protector, por parte del Distrito Metropolitano de Quito-DMQ, las laderas siguen siendo ocupadas legalmente o invadidas de manera ilegal. Hasta la fecha el DMQ tiene inventariado 22 barrios, de éstos 8 son poblamientos tradicionales con más de 20-30 años y el resto con alrededor de 10 años. De ellos, 6 son barrios populares, 3 son residenciales medios y 5 altos.

A la fecha, continúa la urbanización desordenada. El autor constató, en julio de 1995, que mas de 80 volquetadas de tierra y restos de troncos eran removidos y arrojados a la Quebrada San Lorenzo para construir la urbanización San Vicente Ferrer, taponando el drenaje existente. Es suficiente visitar algunos barrios para ver la febril actividad constructiva, principalmente autogestionada, que se da en la zona.

El elevado costo, debido a las dificultades topográficas, hace que en la mayoría de barrios irregulares haya falta de servicios de agua, alcantari-lado, pavimentación, electrificación, recolección de basura, control de erosión, accesos, salud, etc. El ciclo de deforestación, desalojo, apertura de calles, construcción y ocupación, plantea serias consecuencias ambientales.

La deforestación ocurre a causa de los requerimientos de urbanización y para aprovechamiento de madera, leña, combustible y construcción. La tasa de desaparición del bosque para ocupación urbana se ha estimado en

100 Ha/año, o más. A este ritmo, el bosque en las laderas desaparecería en no más de 15 años.

Las basuras y escombros que se arrojan a las quebradas, a más del problema sanitario, implica altos costos de operación y mantenimiento. Según EMAAP-Q, 1995, en las laderas se recoge sólo el 36.8% de la basura que se genera; el 31.5%, aproximadamente 3.200 Ton/año, se depositan en la quebradas. Al provocar el taponamiento de la entrada de los colectores, se incrementan las inundaciones y el riesgo de aluviones sobre la ciudad.

La fabricación de ladrillos artesanales en 152 sitios ubicados principalmente en la zona norte, producen 143.500 unidades diarias y generan 37 millones de sucres anuales al sustento de 456 personas (EMAAP-Q, 1995). Esta industria consume 274.000 m³ de tierra y 63.000 m³ de madera para combustible, equivalente a la desaparición de 67.5 Ha anuales de bosque en las laderas.

Los numerosos caminos de acceso se ligan a las actividades principales en la zona. Ninguno de ellos es revestido ni posee obras de arte. Como ejemplo de la irresponsabilidad y caos en el uso de las laderas, hace poco más de un año, un hacendado de la cuenca alta de la Quebrada Rumiurco, construyó un camino de 23 Km de largo hasta los 4.300 msnm, en materiales volcánicos muy frágiles y en pendientes laterales de más del 60-70%. Además de quedar inutilizado en poco tiempo, este camino será una fuente enorme de sedimentos y un peligro de desestabilización de estas laderas ubicadas justamente en una zona de alta peligrosidad geomorfológica (Costales, 1995).

La falta de alcantarillado de aguas servidas y aguas lluvias en algunos barrios, por encima de los problemas sanitarios y de erosión, ocasionan importantes problemas de inundación: se han registrado 39 inundaciones de significación en los últimos seis años.

Cada año, en el periodo seco de "verano" (julio-septiembre), se producen incendios causados principalmente por descuido de excursionistas o por quemas intencionales que realizan ganaderos con propósito de renovación de pastizales.

Existen en la zona también otros usos, como la instalación de más de 30 estaciones de antenas para radio y televisión y el cruce de una línea de alta tensión, para lo cual ha sido talada una franja de 30 metros de ancho y 13 Km de largo. La existencia de antiguas canteras de explotación de materiales de construcción era otro severo peligro que, afortunadamente, ha sido prohibido.

IMPACTOS Y CONSECUENCIAS

Aumento de escorrentía y de la capacidad erosiva del flujo. Fleming (1995), mediante aplicación del Modelo SWRRB (Storm Water Run-off for Rural Basins) a la cuenca de la Quebrada Rumiurco, ha estimado que la tasa de erosión se incrementaría de 20.000 a casi 40.000 T/Ha/año, en los próximos 10 a 20 años, si se duplica el área urbana en las partes altas. Mediante pruebas con el modelo hidrológico HIDRO1, se estima que el caudal máximo y el volumen de crecida se incrementarían en un 50%.

Erosión y desestabilización de laderas por efecto de la apertura de calles, caminos, cortes, zanjas, canales, etc. Aunque este impacto no ha sido cuantificado, debido a las fuertes pendientes y alta erosividad de los materiales, se forman grandes cárcavas de varios metros de profundidad que aportan gran cantidad de sedimentos a las quebradas y desestabilizan aún más las laderas, incrementando la probabilidad y la magnitud de ocurrencia de deslizamientos.

Deterioro de la calidad del agua en las quebradas. Fleming (1995) ha realizado mediciones preliminares de varios parámetros de calidad de agua en dos estaciones de la quebrada Rumiurco. El primer punto de monitoreo fue en la cota 3300 msnm, sitio arriba del cual existe poca intervención, y el otro en la cota 2.900 msnm, justo antes del ingreso al colector de la avenida occidental.

	TURBIDEZ	SÓLIDOS TOTALES	FOSFATOS	NITRATOS	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD
	[NTU]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[-]
A.ARRIBA	5.6	30.0	1.2	3.7	35
A.ABAJO	65	260	1.8	7.6	0

La enorme diferencia en turbidez y sólidos disueltos es una medida del deterioro de la calidad del agua por erosión de los suelos debido a intervención humana. Es tan evidente el deterioro de esta cuenca, que es posible ver cómo el agua cambia su calidad física en apenas 500 metros,

tan pronto empieza la zona urbana. Incluso es posible mirar las fuentes de producción de sedimentos junto al río. La desaparición total de vida acuática en el tramo aguas abajo es consecuencia no sólo del sedimento, sino de la descarga directa de aguas servidas al río.

Desaparición del paisaje, que es uno de los mayores bienes de la ciudad y el encanto de quienes la habitan y la visitan.

A pesar de todo este panorama de caos y desaliento, aún es posible encontrar, en las partes altas de las cuencas, lugares apacibles, olores del bosque húmedo, aguas cristalinas; se puede aún cerrar los ojos y recordar el sonido de las aves.

AMENAZAS MORFODINAMICAS

Debido a la preocupación existente, distintos organismos han ejecutado estudios de amenazas en las laderas. En estos estudios se identifican los siguientes tipos de amenazas: erosión superficial, como movimientos en masa, derrumbes, deslizamientos; y erosión fluvial, es decir, flujos de lodos y escombros e inundaciones. Si bien estos fenómenos se originan en las laderas, las principales áreas de afectación estarían en la parte baja y más consolidada de la ciudad.

Inundaciones

Las inundaciones son los más frecuentes desastres sobre la ciudad. Aunque su incidencia se limita a daños de poca o mediana gravedad circunscritos a algunos barrios, los daños acumulados son muy importantes. Es un problema ligado a la capacidad del sistema de alcantarillado y su solución es el mejoramiento de la red de drenaje.

Erosión

La erosión superficial y la erosión fluvial constituyen la principal causa de producción de sedimentos y de los problemas de mantenimiento del sistema de colectores en la parte baja de la ciudad. El manejo inadecuado de las laderas, a más de incrementar la pérdida de suelo, aumenta la escorrentía y el riesgo de desestabilización de los taludes.

Mediante la Ecuación de Pérdidas de Suelos Modificada y mediante estimaciones volumétricas en base a la cantidad de sedimento limpiado

anualmente en las entradas de los colectores, se ha estimado una tasa promedio de producción de sedimentos de 8 Ton/Ha/año y tasas máximas de hasta 100 Ton/Ha/año. La pérdida de suelos promedio es de 0.6 mm/año, con una producción anual de 36.000 m³ de sedimentos. En un solo evento lluvioso, con periodo de recurrencia de 1 vez en 50 años, se pueden producir hasta 45.000 m³ de sedimentos (Zevallos, 1995).

Deslizamientos

Los deslizamientos y flujos de lodos y escombros, por sus características y magnitud, constituyen una amenaza muy importante sobre la ciudad, por lo cual se analizan con mayor detalle.

Basabe (1993) dirigió un estudio regional de peligrosidad de terrenos inestables en Quito, que resumió en un mapa a escala 1:50.000. Realizó, además, un estudio piloto a escala 1:10.000 para las Quebradas de mayor peligrosidad, como son la Rumipamba y Rumiurco, y un análisis geotécnico de estabilidad de laderas por el método de Morgensten/Price. A partir del análisis de estabilidad efectuado en 15 perfiles en deslizamientos activos, determina que, incluso en condiciones secas, el 33% de los taludes se encuentran bajo el límite crítico con factor de seguridad menor a 1.0. Si el nivel freático se eleva, este porcentaje sube al 60%, y si se saturan los suelos, el 87% de estas laderas estarían en condición crítica. Si estos desastres no han ocurrido todavía es por el efecto favorable de las raíces de la vegetación. El riesgo de ocurrencia de desastres es muy alto si se presentan años lluviosos, y se torna inevitable si continúa la deforestación.

Costales (1995) coincide con Basabe en la peligrosidad de las dos quebradas e identifica volúmenes entre 100.000 y 2'500.000 m³ de materiales susceptibles de deslizarse.

Flujos de lodos y escombros

Los flujos de lodos o escombros, comúnmente conocidos como aluviones, son coladas viscosas, compuestas por mezclas de agua, suelo, piedras, bloques, troncos, etc, que se originan en las cuencas altas y se desplazan torrencialmente por los cauces de las quebradas de fuertes pendientes, causando destrozos a su paso. Cuando llegan a zonas de menor pendiente se depositan, formando conos de deyección o abanicos aluviales

de gran poder destructivo. Los flujos de lodos y escombros se diferencian básicamente por el tamaño de los materiales de la mezcla y la concentración de sedimentos. El flujo de escombros contiene un alto porcentaje de gruesos, mientras el de lodos está compuesto, en un 50% por lo menos, de arenas, limos y arcillas. En Perú y Bolivia, a estos flujos se les conoce con la palabra quichua HUAYCOS. Cuando los flujos son producto de la erupción de volcanes, como el caso del Nevado del Ruiz, se denominan LAHARES.

El origen de estos fenómenos puede deberse a deslizamientos o derrumbes, erosión del lecho o de los taludes, represamientos temporales y rotura de presas, y hasta por erosión superficial en las laderas. Los mecanismos que desatan estos fenómenos pueden ser lluvias intensas o períodos lluviosos prolongados, terremotos, erupciones, factores antrópicos o una combinación de ellos. En las laderas del Pichincha están presente todos estos factores y mecanismos.

El autor ha estudiado de manera preliminar las características, magnitud y frecuencia de los flujos de lodos y escombros de origen hidrometeorológico para las 33 quebradas del sector norte de la ciudad (Zevallos, 1995). Mediante un procedimiento presentado por Ishikawa (1989) y utilizando la ecuación de Bagnold, se determina la pendiente de inicio, el volumen y la concentración de los flujos de lodos y escombros. En base a la interpretación de eventos históricos y a la comparación de curvas I-D-F de la estación La Chorrera con las ecuaciones de Caine y Cannon-Allen (Keefe et al, 1987), el autor estima que umbrales posibles de disparo de flujos de lodos y escombros los constituyen tormentas con 50 a 100 o más años de retorno.

En el cuadro de la siguiente página se presentan las principales características de los probables flujos de lodos y escombros, con periodo de retorno $T_r = 100$ años, para algunas quebradas seleccionadas. Por el mayor grado de deterioro y el tamaño de las cuencas, el sector norte de la ciudad presenta el mayor riesgo.

Peltre (1989) ha realizado un análisis aproximado de los lahares secundarios debidos a la caída de cenizas luego de una erupción del Pichincha. En el caso extremo, considerando una lámina uniforme de 20 cm de cenizas sobre toda la cuenca, él ha estimado volúmenes de aluvión de hasta 1'270.000 m³ para la quebrada Rumiurco, 772.000 m³ para la Rumipamba y 358.000 m³ para Atucucho, es decir, en promedio 2.7 y 4 veces mayor que las de origen hidrometeorológico.

Quebrada	Area	Q max hidrol	Concen	Factor lodos	Q max equival	Volume total
[Km2]	[m3/s]	[%]	[-]	[m3/s]	m3x103	
Singuna	7.9	52.2	40.5	1.7	88.7	308.1
Rumiurco	11.5	71.4	37.4	1.6	114.2	436.5
Atucucho	2.2	15.6	53.7	2.2	34.3	75.5
San Carlos	2.5	20.8	47.7	1.9	39.5	85.0
Habas Corral	3.4	22.0	46.1	1.9	41.8	97.1
Rumipamba	7.1	45.2	62.9	2.7	122.0	305.0
El Tejado	1.2	7.2	77.6	4.5	32.4	52.2

ESTUDIO DEL RIESGO

Los lahares de origen volcánico, aunque pueden ser de gran magnitud, tienen una probabilidad de ocurrencia menor ($p = 0.003$) que los de origen hidrometeorológico ($P=0.01$). La magnitud de flujos y deslizamientos de origen sísmico, combinados con lluvias, podría ser aún más peligrosa, pero con una probabilidad menor que las otras.

El autor ha estudiado las principales zonas de afectación por flujos de lodos, cuantificando mediante un modelo matemático simplificado el tránsito y depósito de agua, lodos y escombros en las zonas urbanas amenazadas por las 33 quebradas de la zona norte (Zevallos, 1995a). La ruta de los flujos se determinó topográficamente en un plano a escala 1:2.000. El grado de severidad del riesgo en las zonas de afectación se determinó calculando la profundidad de los flujos transitados y de los depósitos de sedimentos en cada tramo afectado. El mapa de riesgos indica tres grados de severidad: alto, medio y bajo (Fig. 1). Los sitios de riesgo son localiza-

dos y relativamente reducidos, sin embargo, existen importantes impactos directos e indirectos que ocasionarían serios problemas para la ciudad.

Aproximadamente 532 Ha urbanas son susceptibles de afectación con lodos y escombros y 600 Ha adicionales, con agua. Cientos de viviendas particulares, de nivel socioeconómico alto y medio, serían dañadas. Varios Km de calles se verían interrumpidas. Los más importantes ejes viales norte-sur, son altamente vulnerables. Aun la Avenida 10 de Agosto, la más importante de la ciudad, sería interrumpida entre uno y dos días. El tráfico de la ciudad, de por sí caótico, se vería completamente alterado al quedar sólo dos rutas de circulación norte-sur. Cuatro de los Hospitales más importantes de la ciudad, por lo menos tres colegios y varias escuelas están en la zona de afectación de los flujos de lodos y escombros. El Aeropuerto de la ciudad sufriría la paralización del tráfico aéreo, por inundación de las salas de pasajeros y aun de la pista, como ya ocurrió el 31 de abril de 1983 y en mayo de 1995. El sistema telefónico, actualmente deteriorado, sufriría un colapso en las zonas afectadas. Las líneas eléctricas y sobre todo el alcantarillado quedarían inutilizados.

PROPUESTAS DE CONTROL Y MITIGACION

La EMAAP-Q, con el financiamiento del BID, está ejecutando un Proyecto de Protección de las Laderas del Pichincha, con varios componentes de carácter estructural y no estructural, el mismo que cubre únicamente las 33 quebradas del norte de la ciudad. El principal de alrededor de 17 millones de dólares, consiste en la construcción de un complejo de 15 reservorios de regulación, 18 entradas a colectores y 4 cruces de caminos adecuados como reservorios, 5 túneles de desvío y trasvases, 6 diques de contención de lodos, etc., cuyo propósito es regular las crecidas y retener los sedimentos transportados por las quebradas.

Un monto de aproximadamente 2.5 millones de dólares servirá para ejecutar obras de control de escorrentía y de erosión en las laderas, tales como cunetas, drenajes, cruces de caminos, diques, etc. Hay también previsto un monto para estabilización del lecho de las quebradas y para mediciones de escorrentía y tasas de sedimentación y erosión. Se ha calculado una cantidad de cerca de un millón de dólares destinada a compra de equipo para implementar un sistema de monitoreo y alerta de flujos de lodos y escombros.

Otro componente muy importante, aunque con un monto de apenas 250.000 dólares, es el programa de manejo y control de las laderas. Para

ello se propone la creación de una Unidad de Manejo de las Laderas del Pichincha, con personal especializado a cargo de capacitación, extensión y vigilancia.

CONCLUSIONES

Visto así el problema, resulta ser una oportunidad para demostrar los nexos entre degradación del medio ambiente urbano, riesgos y desastres.

Las laderas de Quito son el caso típico de incremento del riesgo de desastres por mal manejo del medio ambiente urbano. La degradación de los denominados bienes comunes, como el suelo, el agua, el paisaje, la seguridad, etc. (ver P. Metzger en este volumen), desembocan en la gestación de situaciones de riesgo y de ocurrencia de desastres.

La amenaza, inicialmente de origen natural (geodinámica, hidrometeorológica), se ha convertido en socio-natural e incluso antrópica (contaminación de agua, basura, etc), como consecuencia de la falta de planificación municipal, de la ausencia de servicios y, en último término, de las condiciones socio-económicas del país (ver A. Lavell en este volumen).

El riesgo no se manifiesta sólo en el aumento de la probabilidad y magnitud de la ocurrencia de deslizamientos o aluviones que afecten a la población de la zona baja, sino también en las condiciones de vulnerabilidad física, social, económica y ambiental en que vive la población de las laderas.

La ocupación de las zonas altas por parte de los sectores populares, deriva involuntaria e inconscientemente en una especie de desquite social hacia los sectores pudientes ubicados en las zonas bajas. Las soluciones concebidas, de carácter fundamentalmente estructural, no hacen sino disminuir el riesgo hacia la parte baja, dejando los sectores populares librados a su propia suerte. Como mencionan Herzer y Gurevich en este volumen, el riesgo será siempre objeto de intereses encontrados. Como lo confirma Barreto (1994) las laderas son todavía una zona en disputa.

El énfasis del proyecto de protección de las laderas está puesto en evitar el "gran desastre" (periodo de retorno, 100 o 500 años) y no en atender el "proceso de gestación del desastre", mitigando las amenazas y vulnerabilidades construidas socialmente (pobreza, educación, servicios básicos, trabajo, gestión ambiental).

El proyecto confirma la visión de los organismos internacionales: la amenaza como un problema de origen puramente natural, la vulnerabili-

dad como un problema de infraestructura expuesta a daños y el riesgo, esencialmente, como un problema económico (análisis beneficio-costos, TIR y VAN).

La tendencia de los municipios a considerar la solución como un problema de recursos económicos y de construcción de obras, debe revertirse para que sea la gestión y el manejo del medio ambiente el principal mecanismo de prevención y mitigación del riesgo de desastres. La gestión municipal debe incorporar la participación comunitaria para que la población sea parte de las soluciones y no mera espectadora o causante del problema.

Se hace necesario que las autoridades y la sociedad reenfoquen sus políticas sociales y su visión desarrollista. Necesariamente, los aspectos del desarrollo sostenible y la equidad no pueden ser soslayados si se quiere verdaderas soluciones.

Si bien los riesgos son altos para ciertos sectores, la zona amenazada no excede el 7% del total del área urbana. Mucho más catastrófico podría ser el riesgo por la ocurrencia de un sismo severo. Por tanto, es necesario que la ciudad acometa como otra de sus prioridades la disminución del riesgo de sus habitantes. Quito debe continuar siendo no sólo una ciudad hermosa, sino vivible y segura.

NOTAS

- 1 En adelante, se denomina laderas a toda la zona intervenida sobre la cota 3,000 msnm, que amenaza a las partes bajas de la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

- BASABE, P. 1993. Peligrosidad de Terrenos Inestables en Quito, Detección y Mitigación. CODIGEM, DHA/UNDRO.
- BARRETO, R. 1994. "Manejo Ambiental y Prevención de Desastres Naturales con Participación Comunitaria: el caso de los Barrios Populares del Noroccidente de Quito". En LAVELL, A. (compilador). Viviendo en Riesgo. La Red.
- COSTALES, S. 1995. Estudios Geomorfológicos. Proyecto Protección de las Laderas del Pichincha, mayo. EMAAP-Q/BID.
- EMAAP-Q. 1995. Estudio de precipitaciones diarias en Chorrera y DAC Aeropuerto. Proyecto Sishilad (no publicado).

- EMAAP-Q. 1995 a. Plan de Manejo de las Cuencas de las laderas del Pichincha.
- FLEMING, W. 1995. Application of a Watershed Simulation Model for Management Scenarios in the Rumiurcu Watershed near Quito. (Personel communication).
- ISHIKAWA, Y. 1989. Debris Flow. Textbook for the Group Training Course in Vulcanology and Sabo Engineering, vol. III.
- KEEFER, D.K., WILSON, R.C., MARK, R.K. et al. 1987. "Real-Time Landslide Warning During Heavy Rainfall". En Science, vol. 238, pp. 921-925.
- PELTRE, P. (coordinador). 1989. Riesgos Naturales en Quito. Lahares, Aluviones y Derrumbes del Pichincha y Cotopaxi. Estudios de Geografía, vol 2.
- ZEEVALLOS, O. 1995. Estudios de Limpieza y Mantenimiento de las Estructuras de Control y Reservorios. Proyecto de Protección de las Laderas del Pichincha, julio. EMAAP-Q/BID.
- ZEEVALLOS, O. 1995 a. Estudios Hidrológicos Complementarios y Areas de Afectación por Flujo de Lodos y Escombros. Proyecto de Protección de las Laderas del Pichincha, setiembre. Informe final. EMAAP-Q/BID.