

Modificar la definición del riesgo para que la investigación sea verdaderamente aplicable

Sébastien
Hardy

Demostración a partir del caso de *Managua*

Resumen: Los daños son un problema recurrente en la ciudad de Managua (Nicaragua). Es frecuente que los procesos físicos, en particular los sismos, a menudo sean la explicación. Los estragos son también resultado de arbitrajes entre varios elementos estratégicos que exponen a Managua al peligro. Los trabajos de investigación de los equipos de ciencias humanas y sociales lo demostraron en sucesivas ocasiones. Sin embargo, a menudo no han estado en condiciones de proponer a los gestores de los riesgos soluciones aplicables para reducir el daño. Por lo tanto, estos últimos han preferido solicitar los trabajos de las ciencias de la tierra y de la ingeniería, sin obtener mejores resultados. En realidad, la definición del riesgo es lo que a menudo plantea un problema. Sólo modificándolo se puede producir una investigación verdaderamente aplicada.

Abstract: Damage is persistent in the city of Managua (Nicaragua). While the physical processes, in particular earthquakes are very often summoned to explain them, this damages are also the result of arbitrations between several strategic elements which expose Managua to damage. Research by teams of social scientists has showed this on several occasions. Nonetheless, they were often unable to propose applicable solutions to reduce damage to risk managers. Consequently, risk managers have preferred to request research from earth sciences and engineering, without obtaining much better results. In fact, it is the definition of risk which very often poses problems. By modifying it, one can hope to truly produce applicable research.

Résumé : Les dommages sont récurrents dans la ville de Managua (Nicaragua). Si les processus physiques, en particulier les séismes sont très souvent évoqués pour les expliquer, ces dommages sont aussi le résultat d'arbitrages entre plusieurs enjeux qui exposent Managua à l'endommagement. Les travaux de recherche des équipes de sciences humaines et sociales l'ont démontré à plusieurs reprises. Pour autant, elles n'ont souvent pas été en mesure de proposer aux gestionnaires des risques des solutions applicables pour réduire l'endommagement. Par conséquent, ces derniers ont préféré solliciter les travaux des sciences de la terre et de l'ingénierie, sans en obtenir de meilleurs résultats. En fait, c'est la définition du risque qui bien souvent pose problème et c'est en la modifiant, qu'on peut espérer produire une recherche véritablement appliquée.

[riesgo, vulnerabilidad, elementos esenciales, ciudad, Managua]

La investigación sobre los riesgos, que sobre todo ha estado dedicada al conocimiento de las amenazas, comenzó a diversificarse en los años 1980 y sobre todo en los años 1990, particularmente bajo el impulso del Decenio Internacional de Reducción de las Catástrofes (Morel & *et al.*, 2006). A pesar de estos decenios de reflexiones y de trabajos, la temática de los riesgos de origen natural o antrópico continúa, como siempre, apareciendo cada día como más actual. Efectivamente, los daños que generan aumentan año tras año (Blaikie 1994; Dubois-Maury, Chaline 2002; Pelling 2003; Pigeon 2007) y cuestionan los modelos de desarrollo a través del mundo (Davis 2006a).

Esta tendencia es bastante lógica ya que sigue al aumento de la población mundial: cuanto más habitantes hay, mayores son los elementos esenciales al funcionamiento de las sociedades que están expuestos a los daños (Dauphiné 2001; d'Ercole, Metzger 2004). Como siempre la población se concentra más en las ciudades (Davis 2006b; Pigeon 2007); son éstas las que todavía sufren los daños más importantes.

Frente a esta situación, la respuesta más usual se construye a partir de una definición comúnmente admitida del riesgo establecido alrededor del par amenaza-vulnerabilidad (Pigeon 2005), que consiste esencialmente en intervenir sobre la amenaza. Por esta razón, una gran

parte de los trabajos de investigación científica se dedican a establecer un mejor conocimiento de los procesos físicos de daños. Es así que en Managua, ciudad destruida en dos ocasiones por terremotos (1931 y 1972), las autoridades han impulsado, sobre todo desde los años 1960, numerosos estudios geológicos y sísmicos. Paralelamente, instalaron una red de observación vulcano-sísmica compuesta de aparatos muy técnicos y generalmente costosos, para registrar los movimientos de las fallas y de esta manera se espera anticipar los sismos (Hardy 2003). Cualesquiera que sean los países considerados en el mundo, este doble aspecto ha desembocado en la construcción de obras de protección destinadas a resistir los procesos físicos de los daños (Hardy & Musset 2008).

Pues bien, hasta ahora las obras de protección, por más útiles que sea en ciertos casos, han mostrado límites considerables (Dauphiné, Provitolo 2007; Davis 2006a: 274). Incluso han planteado algunos interrogantes respecto a sus efectos no previstos sobre el aumento de los daños (Pigeon 2005; Hardy 2009a). Y sin embargo, los gestores de los riesgos han continuado privilegiando esta doble gestión.

Este hecho ha conducido a interrogarse en este artículo sobre las razones de esta situación y, en particular, a establecer el rol que aquí juega la definición del riesgo. Para ello, nos interesamos particularmente en los trabajos sobre el riesgo de origen sísmico llevados a cabo por diferentes disciplinas sobre el terreno de Managua, sobre todo en torno a los sismos de 1931 y 1972, sin limitarnos sin embargo en dar otros ejemplos para apoyar la demostración.

En una primera parte, nos hemos dedicado a mostrar que las disciplinas que están interesadas en establecer los conocimientos sobre los procesos físicos -la mayor parte de las ciencias de la tierra- raramente han presentado sus trabajos en vista de las numerosas incertidumbres que los acompañan, a pesar de que se les considera como ciencias exactas. Por ejemplo, hasta ahora en Bolivia ningún estudio hidrológico ha reconocido que es difícil integrar todos los datos necesarios en los cálculos de los caudales de los cursos de agua -sin hablar de la calidad inicial de los datos disponibles para los cálculos-. En consecuencia, a pesar de los desafíos (financieros, humanos, etc.), los ingenieros que calibran las obras de protección (encauzamiento de las aguas, etc.) contra la inundación nunca tomaron suficientemente en cuenta las incertidumbres. Las obras no siempre dieron los resultados esperados (Hardy 2009a).

Luego, se ha establecido en una segunda parte que los trabajos de investigación sobre los riesgos llevados a cabo por las ciencias sociales frecuentemente no han logrado demostrar su completa legitimidad. Desde luego, se ha sabido establecer los mecanismos de la construcción de la vulnerabilidad de una sociedad. Por ejemplo, en el caso de Managua, éstos han probado que son las rivalidades entre las ciudades (León y Granada) y entre los grupos sociales (elite tradicional Somozista luego Sandinista) las que explican la permanencia de la exposición de la capital nicaragüense a los daños de origen natural (Hardy 2003). Sin embargo, las conclusiones de los trabajos de investigación en ciencias sociales por lo general no han superado la fase de las recomendaciones, como el desplazamiento de las poblaciones para eliminar su exposición a la amenaza (Haas 1973b). La mayor parte del tiempo estas recomendaciones se han mostrado difícilmente aplicables para los gestores de los riesgos.

El fracaso bastante general en términos de operatividad de los resultados de las investigaciones científicas sobre los riesgos -cualquiera sea la disciplina considerada- ha conducido a operar en una tercera parte un esfuerzo de reflexión sobre la definición comúnmente admitida del riesgo, ya que ésta parece ser el origen del problema. Aquí no se trató de alimentar una polémica sobre la calidad de los trabajos científicos, sino por el contrario de contribuir al mismo tiempo "a revelar la amplitud de los problemas a los cuales muchos se acomodan como *en el peor de los casos*" (Pigeon 2008: 1) y reflexionar sobre la utilidad social de los trabajos de investigación. En esta perspectiva, en el marco de dos programas del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) en los países andinos, se ha construido una reflexión conceptual sobre

el riesgo, acompañada de metodologías, para intentar resolver ciertos problemas mencionados. Asimismo, se ha definido el riesgo no de manera tradicional –la amenaza frente a la vulnerabilidad– sino como la posibilidad de perder aquello a lo que se da importancia. Este enfoque conceptual ha permitido no tanto concentrarse en la amenaza sino en el funcionamiento de una sociedad urbana. De esta manera, esto ha orientado los resultados más hacia una planificación preventiva eficaz de acuerdo con las necesidades de los gestores y de las poblaciones.

LA GESTIÓN CIENTÍFICA SOBRE LOS RIESGOS DE LAS CIENCIAS LLAMADAS EXACTAS

Las manifestaciones del riesgo de origen sísmico en Managua

La capital nicaragüense ha sido dañada en numerosas ocasiones por procesos físicos variados de origen natural: sismos, huracanes, ríos fangosos, inundaciones (véase figura 1). Se puede

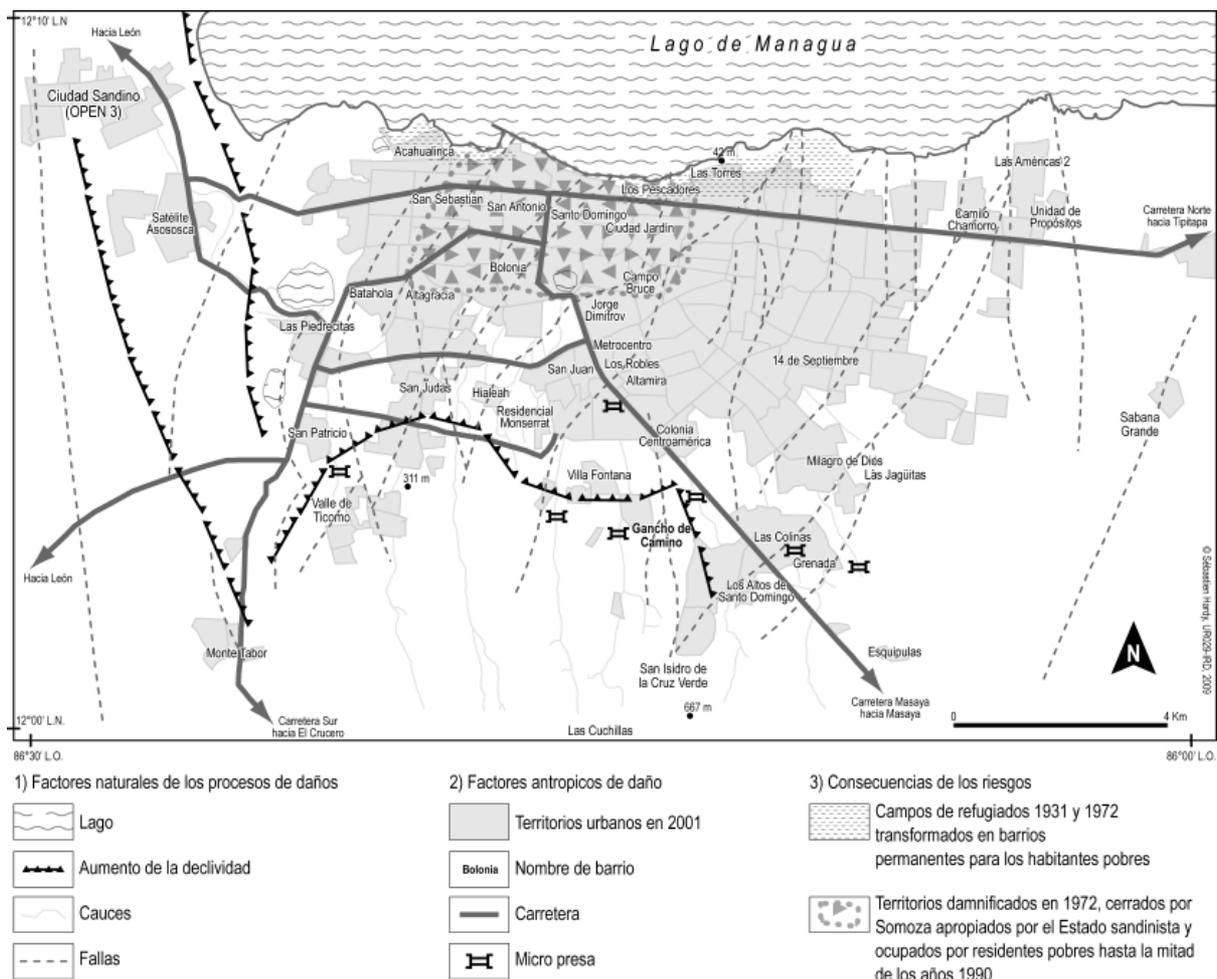


Figura 1 - Espacios de Managua afectados por las catástrofes de origen natural.

establecer el catálogo a partir de diversas fuentes documentales y/o de entrevistas que reflejan el daño de elementos esenciales para el funcionamiento urbano: los desafíos (D'Ercole & Metzger 2004).

Dos eventos se destacan del catálogo de los sismos (véase figura 2), porque han destruido Managua casi enteramente: el sismo del 31 de marzo de 1931 y el del 23 de diciembre de 1972.

<i>Proceso físico de daño</i>	<i>Daños reconocidos</i>
1670: erupción del volcán Masaya Derramamiento de lava en dirección de Managua	Dstrucción de cultivos
1772: 16 de marzo: erupción del volcán Masaya Derramamiento de lava en dirección de Managua	Dstrucción de cultivos
1852: 8 de junio: sismo	Pánico de deslaves
1859: 8 de diciembre: sismo	?
1866: 3 de febrero: sismo	?
1870: 26 de julio: sismo	?
1881: 28 de abril: sismo, seguido de 3 réplicas	Numerosos daños en los edificios de adobe
1881: 11 de octubre: sismo IX Mercalli, seguido de réplicas (¿hasta mayo de 1886?)	Pánico de los habitantes. Las iglesias están dañadas, al igual que el Palacio Nacional. Uno o dos muertos, y unos heridos
1898: 29 de abril: sismo VII o VIII Mercalli, seguido de réplicas hasta el 12 de mayo de 1898	Caída de la torre de la catedral y del techo del Banco de Londres
1919: 29 de junio: sismo	Se observan daños en el Palacio Nacional y en numerosos edificios
1922: 15 de febrero: sismo	?
1926: 4 de octubre: sismo	?
1926: 5 de noviembre: sismo	Fisura de la mitad de las paredes de los edificios, caída de una de las torres de la catedral, y deslizamientos entre Las Piedrecitas y Casa Colorada. Se observa daños en números edificios de El Crucero, zona cafetal de la periférica de la capital. Dos muertos
1930: 29 de julio: sismo	Pánico de los habitantes y daños en las casas antiguas
1930: 22 de octubre: sismo	?
1931: 31 de marzo: sismo 5,6 Richter Desplazamiento de la falla El Estadio 1931: 7 de abril: réplica sísmica	Se observan daños importantes en una zona de 23 km ² . Es la parte occidental de la ciudad que ha sido la más afectada. Numerosos edificios en adobe se cayeron formando nubes asfixiantes de polvo. Los incendios destruyen muchos de los edificios aún no destruidos. El Palacio Nacional, los dos mercados, el teatro Variedades, la Casa del Águila, las iglesias Candelaria, San Antonio, y San Pedro, la cárcel, el Palacio de comunicaciones han sido destruidos
1933: 11 de julio: sismo, seguido de réplicas por lo menos hasta el 24 de agosto	Ligeros daños
1938: 7 de mayo: sismo	Pánico de habitantes
1938: 11 de mayo: sismo	Las paredes del Banco nacional, del Ministerio del interior, de la Alcaldía y de otros edificios se han fisurados, y ciertos edificios se cayeron. Deslizamientos en Batahola y en los alrededores de Las Piedrecitas
1955: 4 de abril: sismo	?
1955: 24 de octubre: sismo	Ligeros daños
1960: 10 de julio: sismo	?
1961: 23 de mayo: sismo	El estuco se cayó en ciertos edificios
1965: 20 de octubre: sismos	Ningún daño reportado
1966: 15 de enero: sismos	?

Figura 2 - Algunos testimonios de daños vinculados a los procesos sísmicos.

El sismo del 31 de marzo de 1931

El sismo del 31 de marzo de 1931 provocó daños importantes sobre una superficie de 23 km² de la capital nicaragüense (Leeds 1973: 33). A pesar de la amplitud del espacio afectado, las fuentes consultadas no precisaron el daño y/o la pérdida de algunos elementos. Se ha deducido que se trataba de elementos considerados como esenciales para el funcionamiento urbano. Se los ha reunido en tres categorías. Primero están los elementos del funcionamiento político: el Palacio Nacional (edificio donde sesionaba el Parlamento), el Palacio presidencial, terminado en 1930, el hotel de la ciudad y el Palacio de las Comunicaciones inaugurado el 15 de septiembre de 1930, quedaron destruidos (Leeds 1973: 33). Por otro lado, todos los archivos del gobierno se quemaron, incluidos los que se conservaban en las cajas fuertes. El sismo también destruyó elementos del funcionamiento económico como los dos mercados de aprovisionamiento de la ciudad, así como elementos del funcionamiento cultural: el teatro Variedades, la Casa del Águila; las iglesias de Candelaria, de San Antonio y de San Pedro (Hardy 2003).

La pérdida de estos elementos ha explicado ampliamente la crisis desencadenada por el sismo. Efectivamente, algunos solamente eran simples infraestructuras urbanas: representaban también elementos de importancia nacional. Cuando Managua fue elegida en 1852 como capital de Nicaragua (Traña 2000: 53-56), fue designada a encarnar la unidad del Estado-nación nicaragüense. La construcción de ciertos elementos –el Palacio Nacional, el Palacio Presidencial, etc.– ha simbolizado la reconciliación de las fuerzas políticas centrífugas que durante el siglo XIX habían conducido a múltiples guerras civiles. Su destrucción en 1931 ha

Proceso físico de daño	Daños reconocidos
1968: 4 de enero: sismo 4,8 Richter. Desplazamiento de la falla Centroamérica	Daños en los barrios residenciales Centroamérica y 14 de Septiembre, en escuelas de estos barrios y en un orfanato. Ningún muerto
1970: 6 de noviembre: sismo, seguido de 5 réplicas	Pánico de los habitantes de los barrios Centroamérica y Altagracia d'Este
1972: 5 de enero: serie de sismos (uno de VI Mercalli)	Caída de una casa en adobe en Los Brasiles y fisura de numerosos edificios, en particular en los barrios OPEN 3, Bella Vista y Centroamérica
1972: 23 de diciembre: sismo 6,2 Richter. Desplazamiento de la falla Tiscapa y activación de las fallas El Estadio, Los Bancos, Chico Pelón. 1973: marzo, 31: réplica sísmica 4 Richter	Daños de 27 km ² de la ciudad. Es la parte occidental de la ciudad que ha sido la más dañada. La Alcaldía, el Palacio presidencial, el Hospital general, los edificios gubernamentales están destruidos. 250 000 personas han sido desplazadas, es decir por lo menos 50 % de los habitantes
1975: 15 de junio sismo 3 Richter	Ningún daño reportado pero pánico en los barrios Altagracia y San Judas
1977: 7 de enero: sismo	Pánico en los barrios Altagracia, Altamira d'Este y Monseñor Lezcano
1991: sismo.	Pánico de habitantes
1997: julio: sismo	Pánico de habitantes
2000: 1° de mayo: sismo 3,7 Richter, precedido de sacudidas	Ningún daño reportado
2000: julio: sismo 5,4 Richter, seguido de réplicas hasta septiembre	Ningún daño reportado
2001: 13 de enero: sismo, seguido de réplicas	Pánico en Ciudad Sandino y fisura de numerosas paredes de edificios
2001: 12 de abril: sismo III Mercalli	Ningún daño reportado
2001: 6 de julio: sismo 5 Richter	Ningún daño reportado
2002: 17 de marzo: sismo.	Ningún daño reportado
2002: 3 de septiembre: sismo 4,3 Richter, seguido de réplicas alrededor de la Carretera Sur hasta el 21 de septiembre	Pánico en los barrios Las Colinas, Ariel Darce y Presidente Schick, pero ningún daño reportado

Figura 2 - Continuación.

reanimado las brasas de las antiguas rivalidades políticas, provocando una severa crisis hasta el 18 de abril de 1931 en que la reconstrucción de Managua fue aceptada por unanimidad (Hardy 2004; Hardy 2005).

El sismo del 23 de diciembre de 1972

El 23 de diciembre de 1972, cuando 27 km² de la ciudad fueron dañados por el terremoto (13 km² fueron completamente destruidos y 14 km² fueron seriamente deteriorados), las fuentes consultadas subrayaron la pérdida de los mismos elementos que en 1931 que habían sido reconstruidos: edificios gubernamentales, nacionales y locales como el Palacio Presidencial, el cuartel de la Guardia Nacional (Rugama 1973) y el Hotel de Ciudad (Caján 1973: 769); edificios de actividades económicas y culturales. En este caso también su pérdida ha provocado una crisis que el dictador Anastasio Somoza Debayle ha solucionado durante el año 1973 optando por la reconstrucción *in situ* de Managua (Hardy 2003).

Convocación de las ciencias llamadas exactas para resolver el problema del riesgo sísmico

Ante el daño y/o la pérdida de elementos esenciales al mismo tiempo para el funcionamiento urbano y nacional, y por sus incidencias en términos de crisis (Hardy 2004), las autoridades convocaron muy rápidamente a los científicos para intentar obtener explicaciones al respecto y poder remediar la situación. Desde la Conquista, los eruditos y luego los científicos construyeron conocimientos destinados a comprender mejor los procesos de deterioro en el Nuevo Mundo (Musset 2002). Sin embargo, fue necesario esperar hasta el siglo xx para que los conocimientos científicos pudieran estar progresivamente en medida de explicar mejor los fenómenos. Los primeros adelantos fueron operados esencialmente por las ciencias de la tierra, como lo dejan ver los trabajos en torno al sismo de Managua del 31 de marzo de 1931.

En su sermón del 5 de abril de 1931, el Obispo de Granada evocó el “castigo [divino] sobre la ciudad más culpable de la República” (Palacio, 1952: 155), pero sus propósitos fueron inmediatamente condenados por los eruditos locales de la época que explicaron el evento por el simple “proceso de la naturaleza [...] [ligado a las] rocas [...] americanas” (Palacio 1952: 168). Hay que recordar aquí que los trabajos de Alfred Wegener sobre la deriva de los continentes fueron publicados en 1912, pero hubo que esperar hasta 1962 para que estos resultados sean retrabajados por el oceanógrafo Harry Hammond Hess para llegar a la explicación de los sismos por la tectónica de las placas.

A lo largo de estos trabajos, las informaciones disponibles sobre el sismo de 1931 fueron reinterpretadas progresivamente por los científicos para construir los conocimientos del evento. Éstas emanan esencialmente de un informe de la Cruz Roja estadounidense presentado ante el Congreso (Bois 1932: 279-280). En esa época, Nicaragua no poseía ningún sismógrafo y a partir de los que instalaron los Estados Unidos los científicos localizaron el epicentro del sismo cerca de Matagalpa, con una magnitud de 5,6. En un estudio de 1973 –posterior al evento y en consecuencia tomó en cuenta la naturaleza de los daños a través de los testimonios existentes– Leeds ha considerado que el epicentro estuvo más próximo de Managua. Según las fuentes consultadas por Leeds, el sismo provocó una ruptura superficial a lo largo de una línea de falla denominada El Estadio. El investigador estableció también que la zona de ruptura tuvo una amplitud de aproximadamente 50 mm por un desplazamiento vertical de 100 mm (Leeds 1973: 33). Confirmó las conclusiones de Bois (Bois 1931a), a saber, que la primera

sacudida sísmica había tenido lugar a las 10:22 horas, con una duración comprendida entre 4 y 6 minutos. Los pocos trabajos de 1931 y los siguientes concluyeron el hecho que réplicas sísmicas posteriores, principalmente las experimentadas el 7 de abril de 1931, terminaron de destruir los edificios dañados (Bois 1931b: 143; Leeds 1973: 34) y provocaron derrumbamientos alrededor del lago Asososca y de la colina Motastepe (Palazio 1952).

A partir de los años 1960, los nuevos eventos sísmicos fueron mejor conocidos y estudiados. De esta manera los científicos mostraron que 10 sismos de magnitud 4 y más se produjeron entre 1961 y 1972, en un círculo de 35 km alrededor de Managua (Matumoto 1973). Por ejemplo, Leeds señaló que una serie de 54 sacudidas fue sentida en 12 horas sobre la costa pacífica el 20 de octubre de 1965, sin cobrar víctimas ni hacer daños materiales en Managua (Leeds 1973: 35). Se dedujo que a mediados de los años 1960, las autoridades nicaragüenses manifestaron interés por los trabajos de investigación realizados por las ciencias de la tierra permitiendo la instalación de una red de sismógrafos sobre la costa pacífica del país. Gracias a estos adelantos, el sismo de fuerte intensidad que dañó a Managua el 4 de enero de 1968 fue minuciosamente analizado por Brown. Sus trabajos determinaron el epicentro del sismo en la falla conocida con el nombre de Colonia Centroamericana que atraviesa Managua de sureste a noroeste, por una magnitud de 4,8. Asimismo, también se ha establecido explícitamente que el sismo fue provocado por el deslizamiento local de una falla (Brown 1973). Por otro lado, en sus trabajos sobre este evento, Hansen y Brown señalaron un cambio del nivel del suelo de 37 mm, así como numerosas fracturas del terreno (Wheelock 2000: 90). A continuación de estos trabajos, por primera vez, se emprendió un estudio geológico para comprender mejor el daño constatado. Este permitió poner en evidencia el rol del perfil de los suelos en el daño: los barrios en los cuales los daños fueron más importantes fueron edificados en suelos compuestos de escorias volcánicas moldeados por las aguas y los vientos. Gracias al interés acrecentado de los gestores urbanos por los trabajos de las ciencias de la tierra, Leeds pudo trabajar en el establecimiento de una serie de una centena de sacudidas sísmicas que comenzó el 5 de enero de 1972 y de las cuales solamente un cuarto fueron sentidas.

En Managua la intensidad más fuerte fue de VI (Leeds 1973: 35). A pesar de los muchos trabajos detallados realizados en los años 1960 y el comienzo de los años 1970 –en parte a solicitud de los gestores urbanos– que mostraron los signos antes de ocurrir un fuerte sismo, los científicos no pudieron prever el evento del 23 de diciembre de 1972.

Durante la noche del 22 al 23 de diciembre de 1972, los habitantes de Managua sintieron dos pequeñas sacudidas sísmicas: la primera a las 21:30 y la segunda a las 22:15. Estas sacudidas cuyos procesos comenzaban a estar bien documentados, no alarmaron a nadie. De hecho, nada permitió prever la tercera, el 23 de diciembre a las 0:31. Su magnitud fue calculada en 6,2 por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); en 5,6 por Brown (Brown 1973). *A posteriori*, esta diferencia ha marcado la incertidumbre de los resultados de los trabajos de las ciencias de la tierra. La sacudida fue descrita como un intenso movimiento vertical de una duración de 7 segundos cuyo epicentro fue localizado a 2 km al norte de Managua, en el lago Xolotlán, entre 8 y 10 km de profundidad, al noroeste de la estación eléctrica instalada en la Carretera Norte. En cuanto al hipocentro, éste fue localizado a 6 km de profundidad, en la litosfera. Una ruptura se produjo a lo largo de un plano de falla –falla Tiscapa– de 6 km de largo, en dirección del noreste, con un desplazamiento horizontal oblicuo hacia el suroeste hasta 38 cm de largo y algunos centímetros en cuanto al componente vertical. Otras fallas, localizadas a proximidad de la falla de Tiscapa, también fueron activadas: El Estadio, Los Bancos, Chico Pelón (Martínez Bermúdez 1996). El establecimiento de un mapa de intensidad microsísmica ha revelado una vez más ciertas diferencias, aunque mínimas, en el comportamiento de los suelos entre las diferentes zonas de Managua: las zonas más afectadas se situaron alrededor de las fallas activas. Los trabajos científicos también han

establecido que la aceleración a proximidad de las fallas activas fue mucho más importante que en otras partes e incluso pudo sobrepasar un g en el centro de Managua. El sistema de fallas localizado bajo la ciudad y su movimiento tectónico de baja profundidad ha provocado la deformación superficial de las rocas y de los movimientos de terreno. El deslizamiento a lo largo del plano de falla ha generado daños en los edificios.

En un lapso de tiempo de menos de una hora, hubo dos réplicas: la primera a la 1:18 y la segunda a la 1:20, respectivamente de magnitud de 5 y 5,2 en la escala de Richter. Los numerosos científicos invitados a ir a trabajar a Managua a partir del 23 de diciembre midieron enseguida que la actividad sísmica continuaba varios meses después del terremoto: en un periodo de 20 días después del terremoto del 23 de diciembre de 1972, más de 300 sismos fueron registrados con magnitudes que podían alcanzar 3 en la escala de Richter. Una réplica excepcionalmente fuerte de una magnitud de 4 tuvo lugar el 31 de marzo de 1973, cuando la frecuencia y la intensidad de los sismos posteriores disminuían progresivamente (Martínez Bermúdez 1996).

Las razones del interés por los trabajos de las ciencias de la tierra

A invitación de los gestores urbanos, el evento de 1972 fue estudiado de manera detallada por equipos de diversas nacionalidades, esencialmente compuestos por las disciplinas de las ciencias de la tierra y, en relación con éstas, de la ingeniería de la construcción. Así, se ha enumerado no menos de 39 equipos de geólogos, sismólogos e ingenieros que han efectuado trabajos sobre Managua durante los meses siguientes al sismo. Mejorando indiscutiblemente el conocimiento de los procesos físicos del daño sísmico, los trabajos permitieron a los gestores disponer de manera progresiva de elementos para crear herramientas de gestión del riesgo para la planificación urbana.

La evolución del interés de los gestores urbanos por los resultados de los trabajos de las ciencias de la tierra y de la ingeniería es flagrante. Por ejemplo, después del terremoto de 1931, no se decidió hacer ningún estudio geológico. Se levantó un mapa elemental de localización de las líneas de fallas, con los sitios de los deslizamientos de terreno (Saint-Amand 1973), pero sólo fue publicado en la revista *Engineering News Records* del 23 de abril de 1931 y no pareció haber despertado el interés de los gestores.

En cambio, a partir de 1966, éstos comenzaron a manifestar su interés por las mediciones sísmicas. Favorecieron la instalación de los primeros acelerógrafos en Managua en el sitio del Banco Central. Después del sismo del 4 de enero de 1968, numerosos aparatos fueron instalados en el sitio del hospital Zacarías Guerra, en el espacio del epicentro, para luego ser movidos hacia el sitio de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN). A mediados del año 1969, el sitio de la refinería ESSO también fue equipado con un acelerógrafo y con dos sismógrafos (Knudson 1973). Paralelamente, de 1968 a 1972, se levantaron mapas geológicos a escala 1/50000, recubriendo el 15% del territorio nacional incluyendo Managua. A pesar de ello, fue necesario el sismo del 23 de diciembre de 1972 para que las autoridades nicaragüenses hayan tomado la decisión de crear el Instituto de Investigaciones Sísmicas (IIS) fijándole el objetivo de mejorar la precisión de los estudios geológicos. Las investigaciones nicaragüenses se desarrollaron entonces bajo el encargo de las autoridades nacionales y publicaron algunos trabajos: por ejemplo, la revista de la asociación nicaragüense de los ingenieros y arquitectos ha publicado, en 1974, los resultados de estudios sobre el comportamiento del suelo en Managua (*Alcance del estudio geológico y sismológico para el área de Managua y zona del Pacífico de Nicaragua*).

A partir del 23 de diciembre de 1972, los gestores urbanos también favorecieron la constitución de bases de datos para apoyar los estudios comparativos. Por ejemplo, invitaron a científicos

a utilizar una serie de fotografías aéreas cubriendo todo Managua, al 1/10 000, tomadas por las fuerzas aéreas nicaragüenses al amanecer del 23 de diciembre de 1972. Esta cobertura de fotografías aéreas permitió identificar las zonas más destruidas de la ciudad (Anstead 1973). Permitted a los gestores justificar de manera recurrente, pruebas en mano establecidas por científicos, las ayudas solicitadas a la cooperación internacional frente a la magnitud de las destrucciones. Secundariamente, orientó nuevas investigaciones sobre el comportamiento de ciertas fallas. El equipo dirigido por Knudson ha realizado registros sísmicos en algunas fallas previamente establecidas. Por su lado, Saint-Amand orientó sus investigaciones sobre estructuras geológicas y su comportamiento en caso de sismos (Saint-Amand 1973). Este aspecto del comportamiento local de los terrenos fue complementado por Valera (Valera 1973). Todos estos trabajos fueron aprovechados por el equipo de Chávez para delimitar zonas en la ciudad en función de la susceptibilidad del comportamiento sísmico de los terrenos (Chávez 1973).

En mayo de 1973, los primeros resultados de los diferentes equipos permitieron a Federico Mooser, proveniente del grupo mexicano de ayuda a Nicaragua, presentar a los gestores urbanos un plano de la ciudad de Managua con el trazado de las principales fallas geológicas. De ahí, Wallace les propuso una zonación del espacio urbano con el objetivo de reducir los daños futuros (Wallace 1973) ligados a las manifestaciones de los procesos físicos de origen sísmico.

Estos trabajos científicos han alimentado progresivamente las decisiones de los gestores urbanos. Paulatinamente éstos se transformaron en gestores de los riesgos iniciando una planificación urbana preventiva. Ciertamente, un poco antes del terremoto de 1972, el informe Brown preparado por cuenta de las Naciones Unidas, que se apoyaba en los primeros estudios sísmicos realizados en Managua, ya había iniciado el movimiento, recomendando al gobierno de Nicaragua trasladar la capital hacia una zona más segura (Brown 1973). No obstante, sólo después del sismo de 1972 los estudios científicos comenzaron realmente a ser tomados en cuenta por los gestores urbanos, e influyendo mejor en sus decisiones.

En efecto, varias investigaciones realizadas a inicios de 1972 aunque no concluyeron en el traslado de la ciudad por lo menos sí en su descentralización. Por ejemplo, el estudio geológico de Schmoll concluyó en la necesidad de trasladar la ciudad para evitar daños futuros (Schmoll 1973). En la proposición del Plan regulador para la reconstrucción y el desarrollo de Managua, el equipo de geólogos expresó la necesidad de reubicar la ciudad a una distancia de 8 a 10 km hacia el sureste en relación a su centro de 1972 (*Managua: Proposición de plano regulador para su reconstrucción y desarrollo*, 1973). La idea de este traslado fue suficientemente tomada en serio para que, por ejemplo, las autoridades de la Universidad Centroamericana (UCA) hayan comprado terrenos en el kilómetro 17½ de la carretera hacia Masaya a fin de reconstruir la universidad (*La UCA en la agenda*, abril 2000: 3).

De hecho, los trabajos de los científicos fueron ampliamente aprovechados por el primero de los gestores urbanos de la época: el general Anastasio Somoza Debayle. Le permitieron anunciar públicamente una voluntad de gestionar los riesgos imponiendo la toma en cuenta de ciertos conocimientos científicos producidos por los documentos de planificación urbana, bajo pretexto de una planificación preventiva. Esta posición no solamente ha permitido a Somoza volver al mando del país, sino que reforzó considerablemente su dominación. En realidad, Somoza comprendió el provecho que podía sacar valiéndose de la idea del plan mexicano (Mann 1973) de repartir la población de la capital de manera menos densa utilizando normas de construcción antisísmicas. A la cabeza del Comité Nacional de Emergencia (CNE), entró en posesión de un juego de diferentes mapas que planificaban las etapas de la reconstrucción en función del adelanto de los resultados de los estudios científicos, principalmente realizados por los geólogos. También sacó provecho de la recomendación de profundizar los estudios de las fallas sísmicas del sector central de la ciudad (Haas 1973b), para prohibir las operaciones de bienes raíces

en la espera de resultados que tardaron varios años en ser publicados. De esta manera, él pudo imponer a los propietarios de este sector de la ciudad la reconstrucción en terrenos que él había comprado de manera dudosa en las zonas periféricas previstas para este efecto. Esta explotación de los trabajos científicos por Somoza, bajo pretexto de prevención de los riesgos de origen sísmicos, desembocó en realidad en una situación inversa: una fuerte incoherencia de la reconstrucción por la repartición y fragmentación de la ciudad (Hardy 2003).

LA GESTIÓN CIENTÍFICA DE LAS CIENCIAS SOCIALES SOBRE LOS RIESGOS

Un amplio panorama de trabajos

Las ciencias humanas y sociales también han realizado trabajos relacionados a los riesgos en Managua. Sin embargo, sus resultados no despertaron tanto el interés de los gestores urbanos que a menudo no vieron las aplicaciones que podían utilizar. Además, la mayoría del tiempo, estos trabajos emitieron críticas sobre la gestión urbana, sobre los riesgos en particular, menos cuando se trató de los mandos. Por ejemplo, inmediatamente después del terremoto del 23 de diciembre de 1972, los economistas estuvieron muy solicitados por los gestores del sismo para evaluar los perjuicios económicos y el costo de la reconstrucción. El desafío era obtener, con evaluaciones en mano, ayuda de parte de los organismos de cooperación internacional, a nivel de las pérdidas y necesidades. Así, el Instituto de Administración Económica (INCAE) publicó en 1975 un análisis sobre las opciones de inversión en la perspectiva de la reconstrucción (INCAE 1975). Otros trabajos en microeconomía se interesaron en la variación del valor de los bienes en Managua antes y después del terremoto (Pastor Montenegro 1976). Un equipo de investigadores también realizó análisis sobre las actividades económicas, en relación con la estructura espacial de Managua. Su objetivo fue el de orientar la distribución de las actividades económicas en la nueva trama urbana emergente después del terremoto para hacerla lo más adecuada posible a la repartición de las poblaciones en función de sus ingresos (Carvajal 1975).

Junto a los trabajos de los economistas, investigadores –generalmente médicos– se interesaron en las consecuencias médicas y sanitarias del terremoto de 1972. En 1973, Neyton Boltodano describió los defectos de operatividad del sistema de salud durante la fase de urgencia en diciembre de 1972 y como influyeron considerablemente en el aumento del número de víctimas (Boltodano 1973). Pero la mayoría de los trabajos sobre las consecuencias médicas del sismo de 1972 fueron efectuados con el objetivo de mejorar la gestión de la fase de urgencia y la de la reconstrucción (Whittaker 1974; Saavedra 1976). Emitiendo recomendaciones operativas, estos trabajos se implicaron en la vía de la investigación aplicada. No obstante que la gestión de la fase de urgencia y de recuperación era una fuerte preocupación de las autoridades, gestionada por Anastasio Somoza Debayle quien aprovechó para demostrar su capacidad de dirigir, las recomendaciones emitidas por los trabajos de los investigadores fueron rápidamente enterradas desde la fase de reconstrucción.

Sin ser específicamente de ciencias sociales, algunos trabajos de ingeniería se acercaron, en sus conclusiones, a las perspectivas sociales. Por ejemplo, los trabajos de Adán Caján sobre los efectos del terremoto en el sistema de aprovisionamiento de agua potable informaron indirectamente sobre las disfunciones urbanas a partir del 23 de diciembre de 1972 (Caján 1973) provocadas por el daño de este elemento esencial. Sin formalizarlo, mostró las transmisiones de vulnerabilidad de un elemento del funcionamiento urbano –el sistema de aprovisionamiento de agua potable de Managua– a otros como el sistema de salud cuyos establecimientos no estaban aprovisionados de agua potable. Estas transmisiones de vulnerabilidad han favorecido

ampliamente el desencadenamiento de la crisis como resultado del sismo (Hardy 2003). Pero, de la misma manera que en los diversos trabajos sobre el funcionamiento del sistema de salud durante la fase de urgencia y de recuperación, las conclusiones de los trabajos de Caján no fueron explotadas más tarde por los gestores urbanos.

Las investigaciones más interesantes llevadas a cabo por un equipo de ciencias sociales, y que fueron muy difundidas, son indiscutiblemente las de Haas. Su equipo, que estaba compuesto por sociólogos, geógrafos y politólogos, trabajó en Managua de 1973 a 1977, primero sobre el comportamiento de las poblaciones durante la fase de urgencia (Haas 1973a), luego sobre las decisiones que se efectuaron durante la fase de reconstrucción y sus consecuencias (Haas 1973b; Haas 1977). Sus resultados mostraron como las decisiones de reconstrucción reflejaron los propios intereses del general Somoza Debayle. Comparando las declaraciones oficiales y los hechos, este equipo de investigadores puso de manifiesto los desfases y se cuestionó sobre la razón.

Por ejemplo, el equipo de Haas logró demostrar que el fin de las discusiones sobre la oportunidad de desplazamiento de la capital correspondió a las primeras compras especulativas de terrenos por Somoza y sus aliados en la periferia de la zona destruida, las cuales también coincidieron con el informe de los primeros estudios sobre las posibilidades de reconstrucción *in situ* realizados por los investigadores en ciencias de la tierra y de la ingeniería.

Asimismo, el equipo se cuestionó sobre el desfase entre las obligaciones estipuladas por el código de la construcción decretado en enero de 1973 y el gran número de construcciones realizadas sin autorización después (Haas 1977: 138). Dedujo que esto materializó el sistema de corrupción que permitió a los somozistas, principalmente a los oficiales de la Guardia Nacional, imitar a su jefe para enriquecerse explotando las oportunidades ofrecidas por la situación post sismo.

Haas y sus investigadores demostraron finalmente que la reconstrucción en Managua, a pesar de los planes previstos por las agencias de cooperación internacional, no implicó la reducción de la vulnerabilidad. En su conjunto, los planes estaban bien pensados por los expertos que se basaron en los trabajos de los científicos, principalmente los de las ciencias de la tierra. Sin embargo, sus objetivos fueron desviados sobremedida por los dirigentes políticos y sus aliados para saciar la sed de enriquecimiento y de poder. Por ejemplo, la necesidad científica de estudiar más en detalle las fallas del centro de Managua, para conocer mejor el comportamiento y así estar en medida de hacer propuestas adecuadas de reconstrucción en esta parte de la ciudad, fue enteramente explotada por Somoza para socavar una de las bases del poder de la élite económica tradicional, en su propio beneficio. Asimismo, obstaculizando el proceso de reconstrucción, él transformó los refugios de la fase de recuperación en viviendas permanentes de millares de habitantes, cuando incluso su carácter provisorio sólo fue para reducir la vulnerabilidad de los beneficiarios, por ejemplo evitando su exposición al daño (Haas 1977; Bähr 1989).

¿Por qué los trabajos de las ciencias sociales interesaron tan poco a los gestores?

Los trabajos de las ciencias sociales permitieron mostrar ciertas disfunciones, pero a menudo no han propuesto a los gestores urbanos solución de reducción del riesgo, contrariamente a las ciencias de la tierra que, poniendo de relieve el rol de la amenaza, dejaron la impresión de poder reducir el riesgo, incluso eliminarlo.

Excepto cuando se trató de mandos específicos, las conclusiones de los trabajos de investigación de los equipos de ciencias sociales fueron críticas con respecto a los gestores. Haciendo hincapié en las disfunciones, a menudo los equipos han revelado los factores de la vulnerabilidad estructural de la sociedad de Managua y más ampliamente, nicaragüense. Esa fue, por ejemplo,

la tarea del equipo de Haas en la obra *Reconstruction following disaster* (Haas 1977), que puso en evidencia el comportamiento de Somoza en la reconstrucción, y sus consecuencias a corto plazo sobre la vulnerabilidad de fondo de Managua. Sus conclusiones fueron confirmadas un decenio más tarde por los trabajos de Bähr que mostraron que la vulnerabilidad no disminuyó porque los factores de vulnerabilidad estructural fueron muy poco modificados después de 1972, cuando simplemente no aumentaron (Bähr 1989). Posteriormente, se mostró que esta persistencia de la vulnerabilidad estructural obedece en parte al hecho de que tiene sus raíces en el largo plazo de la construcción de la sociedad nicaragüense (Hardy 2003).

Estos trabajos han resonado como una crítica evidente de las políticas de gestión urbana y de los riesgos, sin por ello proporcionar reales soluciones aplicables para disminuir la vulnerabilidad estructural. En favor de la mayoría de los equipos de investigación, les fue muy difícil proponer soluciones, incluso a través de acciones de corto plazo, a causa de la vulnerabilidad estructural de largo plazo. Si se toma el ejemplo de los trabajos sobre el sistema de salud durante la fase de urgencia, éstos han señalado las disfunciones de gestión de crisis. El sistema de salud no fue óptimo en la fase de urgencia porque los establecimientos no pudieron operar a causa de infraestructuras dañadas o destruidas, porque el personal no pudo ser fácilmente movilizado, etc. Pero estas disfunciones reveladas por la crisis y que fueron documentadas por los investigadores, hicieron eco en los factores de la vulnerabilidad estructural. La corrupción de los peldaños más altos de la decisión política puesta de manifiesto por los otros trabajos de investigación ha explicado por qué los establecimientos de salud no fueron construidos respetando normas parasísmicas y por qué no fueron reconstruidos de este modo a pesar de la experiencia de 1972. Las dificultades para movilizar el personal médico fueron explicadas a la vez por las medidas de seguridad tomadas por los militares de la Guardia Nacional –sobre todo destinadas saquear más fácilmente las viviendas dañadas con la aprobación silenciosa de Somoza Debayle– y por la estructuración misma de la sociedad nicaragüense en la cual la familia prima en relación a lo colectivo. En consecuencia, los trabajos de las ciencias sociales sólo pudieron intentar agujijonear a los gestores sobre las disfunciones, sabiendo que las soluciones eran antes que todo de orden más profundo, difíciles de modificar en el corto plazo.

Sin embargo, estas constataciones no exoneraron a los científicos –provenientes de las ciencias de la tierra como de las ciencias sociales– de reflexionar también en una perspectiva de investigación-acción. Pero para ello la definición del riesgo, tal cual es frecuentemente construida, constituye un verdadero freno que hay que levantar teniendo en perspectiva su redefinición.

REDEFINICIÓN DEL RIESGO PARA UNA MAYOR OPERATIVIDAD DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

El problema del par amenaza-vulnerabilidad

El par amenaza-vulnerabilidad, casi siempre movilizada para definir el riesgo, plantea verdaderos problemas, tanto en el plano conceptual como en el de la operatividad y sobre todo de la aplicabilidad de los resultados de los trabajos de investigación (d'Ercole & Metzger 2004; Pigeon 2005). Al privilegiar con frecuencia la amenaza en la definición del riesgo, los gestores tuvieron la impresión de obtener herramientas para gestionar los riesgos aunque no más eficazmente al menos con más compromiso en el plano social.

No obstante, amenaza y vulnerabilidad están en estrecha interacción. Apoyándose en los análisis realizados por el equipo de Haas sobre el estado de la reconstrucción en 1977 (Haas 1977), se observa que los resultados de los equipos de ciencias de la tierra, a pesar de ser

considerados útiles por ser más operativos, no fueron realmente aplicables, esencialmente por razones políticas (Hardy 2003; Hardy 2004). Efectivamente, a pesar de los conocimientos que estos equipos han creado para llegar a normas de construcción parasísmica, una gran parte de los edificios fueron reconstruidos sin aplicarlas.

Este ejemplo prueba que en la gestión del riesgo no son las soluciones de ingeniería de reducción de exposición a la amenaza, provenientes de los resultados de las investigaciones de las ciencias de la tierra, las que han planteado el problema. Es su no aplicación, la cual está vinculada al funcionamiento de la sociedad nicaragüense.

El deseo de los habitantes de Managua de reconstruir no aplicando todas las soluciones técnicas aconsejadas se explica por un abanico de factores que han construido la situación en 1973. Managua fue debilitada en su funcionamiento por el sismo. Este debilitamiento es explotado por la ciudades que la rodean, como en 1931 (Hardy 2004). Evacuaron Managua 350 000 habitantes entre el 23 y el 25 de diciembre de 1972 hacia las ciudades vecinas. Los habitantes de Masaya –ciudad situada a unos 40 km al sureste de Managua– sacaron provecho de la situación para alquilar viviendas a los damnificados a precios muy elevados. Los alquileres de las viviendas en las ciudades de Granada y de León también aumentaron considerablemente. En este contexto, los damnificados no tuvieron otra opción que regresar y reconstruir su vida en Managua. El general Anastasio Somoza Debayle tomó rápidamente consciencia del desamparo en el cual se encontraban los damnificados y supo explotarlo en una forma de arreglo impuesto: la reconstrucción rápida de Managua, a cambio de aceptar alteraciones a las soluciones técnicas recomendadas por los científicos para su propio beneficio (Hardy 2003). La gestión del riesgo por Somoza y sus aliados se mostró hábil para controlar la reconstrucción en todas sus dimensiones (Hardy 2004). El terremoto les permitió realizar un golpe político, lo que Somoza ha calificado de “revolución de las oportunidades” (Foucher 1980).

El análisis del caso de Managua revela que los resultados de las investigaciones realizadas por las ciencias de la tierra y las ciencias de la ingeniería no han permitido llegar a una reducción del riesgo por el sesgo de una mejor resistencia a la amenaza. No es la operatividad de los resultados que hay que poner en tela de juicio, sino la aplicabilidad, aquello que las conclusiones de los trabajos de las ciencias sociales deberían haber anticipado. Para que las conclusiones de los trabajos hubieran podido ser aplicables, las ciencias sociales deberían haber guiado previamente los trabajos de las ciencias de la tierra en ciertos elementos esenciales.

El caso demuestra también que a pesar de las evidentes interacciones amenaza-vulnerabilidad, raramente son tomadas en consideración. Durante los pocos años que siguieron al terremoto de 1972, los equipos de ciencias de la tierra y de ciencias sociales trabajaron cada uno por su lado. La interacción no se materializó sino a través de la reagrupación por yuxtaposición de los trabajos dentro de un mismo documento de síntesis. Esta constatación subraya las contradicciones e implícitos de la definición del riesgo construida alrededor del par amenaza-vulnerabilidad.

Una redefinición del riesgo a través de los elementos esenciales

La dicotomía de los trabajos, ligada a la definición del riesgo construida alrededor del par amenaza-vulnerabilidad, a menudo no ha permitido conducir a la aplicabilidad de resultados no obstante operacionales tomados individualmente. Se deduce que si las políticas de gestión de los riesgos han sido hasta ahora tan poco eficaces, en Managua como en otra parte del mundo, es porque los trabajos de los científicos no han estado en medida de definir eficazmente el riesgo y de esta manera responder a la demanda social, que sin embargo es su razón de ser. En consecuencia, hay que reflexionar de nuevo sobre la definición del riesgo y sus incidencias

conceptuales. Para llegar a hacerlo, se utilizará el método del análisis en retrospectiva de una experiencia de construcción de viviendas, nuevamente tomada en Managua.

A fines de los años 1990, la Comisión Europea ha financiado un programa de construcción de viviendas: Provivienda. Se dirigió a familias de funcionarios (del Estado y de establecimientos médicos) con bajos ingresos pero regulares. Para responder a la voluntad del gobierno de reinvertir en el centro de Managua destruido en 1972, el equipo del proyecto mandó realizar estudios geológicos y geotécnicos (Bolognini 1998). Entonces decidió hacer construir viviendas en el barrio San Sebastián, que fueron destruidas en 1972, respetando normas parasísmicas estrictas y muy costosas.

Sin embargo, sólo algunas semanas después de la entrega de las llaves a los beneficiarios se constató la existencia de problemas. Cuando los contratos de los beneficiarios con proyecto Provivienda estipulaban, entre otros, que los beneficiarios no tenían derecho a modificar la estructura de las viviendas a causa de su localización en un espacio expuesto a la amenaza sísmica, algunas comenzaron a ser transformadas. ¿Por qué?

Las entrevistas realizadas ante habitantes de San Sebastián revelaron que ellos están plenamente conscientes de la exposición al daño de origen sísmico en esta zona de Managua. Cuando se pudo interrogar a los beneficiarios que han transformado su vivienda por las razones que los obligaron a hacerlo, la razón económica fue la principal respuesta (Hardy 2003). Efectivamente, a causa de sus ingresos módicos experimentaron la necesidad de complementarlos, a menudo con ingresos obtenidos de actividades comerciales efectuadas dentro de la vivienda misma por miembros de la familia sin empleo fijo. Sin estos ingresos, las familias no parecieron estar en medida de funcionar. De ello se deduce que para ellas el alojamiento representa múltiples elementos esenciales (De Soto 2000). Se trata primero de un lugar de residencia pero que puede permitir al mismo tiempo una actividad de orden familiar generadora de ingresos; finalmente, da acceso a ciertos servicios (sistema de salud, sistema educativo y sistema de aprovisionamiento). Su ubicación en el espacio urbano determina la jerarquía de estos elementos esenciales.

Para el equipo Provivienda, el elemento esencial consistió en proporcionar a poblaciones, elegibles por ciertos criterios, viviendas que expusieran lo menos posible a sus ocupantes al daño de origen sísmico. Esta diferencia en la definición de los elementos esenciales entre los



Figura - 3 Inmueble construido dentro del marco de un programa financiado por la Unión Europea según normas parasísmicas en el barrio de San Sebastián en el 2000. Un año más tarde, el propietario del inmueble ya había emprendido de manera completamente ilegal trabajos de ampliación, lo que hacía a su vivienda muy peligrosa en caso de sismo (Foto: S. Hardy 2001).

beneficiarios y las autoridades gestoras de la ciudad explicó las divergencias sobre el riesgo. Efectivamente, para los beneficiarios de una vivienda en San Sebastián, el riesgo no solamente es perder la vida el día del sismo. No tener ingresos complementarios en lo cotidiano es también considerado como un riesgo. Los diseñadores del proyecto Provivienda no estuvieron en condiciones de tomar en cuenta los otros elementos esenciales ni cómo influyen en definir el riesgo para estas poblaciones. Consecuentemente, no estuvieron en condiciones de prever las modificaciones de la estructura de la vivienda por los beneficiarios; de ahí su ineficacia previsible para proteger del daño de origen sísmico.

Este ejemplo prueba que el daño depende también de las decisiones sociales que guían las formas de urbanización (Pigeon 2005: 130). Por lo tanto, las sociedades no son víctimas sino parcialmente de las amenazas “naturales” pues preparan abundantemente su perjuicio. El ejemplo de las viviendas Provivienda en San Sebastián rechaza la expresión de riesgo natural, que supone que el riesgo no existe sino en función de una amenaza natural (activo) que se ejercería sobre sociedades humanas (pasivas) (Pigeon 2008: 2). Este obliga a modificar la definición del riesgo.

Desde hace algunos años, algunos autores han subrayado la necesidad de definir el riesgo. Por ejemplo, Patrick Pigeon ha demostrado ampliamente que “la lógica general del enfoque amenaza-vulnerabilidades hace aparecer elementos de vulnerabilidad como soportes sensibles pasivos, consecuencias de presiones llamadas naturales” (Pigeon 2005: 27). El empleo de la expresión presiones llamadas naturales ha permitido al autor subrayar cuán abusivo era, por ejemplo, “calificar de natural un deslizamiento de terreno en que la dinámica actual está muy influenciada por las mutaciones de poblamiento” (Pigeon 2005). La bibliografía anglosajona reciente sobre los riesgos también ha intentado superar las contradicciones reconociendo la importancia de las interacciones entre los diferentes parámetros del riesgo gracias a un enfoque más integrador, menos segmentado. Debido a las interacciones, los elementos de vulnerabilidad no son pasivos: éstos modifican los procesos físicos, los cuales influyen en los elementos de vulnerabilidad en retorno. Ciertamente, hay amenazas cuyo origen o las trayectorias no son antropizables (Pigeon 2005: 90), pero la urbanización antropiza los sitios utilizados y tiende a antropizar también ciertos procesos físicos a gran escala aunque su origen sea natural, incluso en el momento en que interactuaran con la población humana.

Para Robert d’Ercole y Pascale Metzger, una de las soluciones para superar esta contradicción en el par amenaza-vulnerabilidad, ha consistido en reflexionar en el riesgo a partir de la noción de elemento esencial, en el marco de un programa de investigación del IRD en asociación con la municipalidad de Quito. Para estos autores, lo que define al riesgo, es simplemente la posibilidad de perder aquello a lo que se le da importancia. La posibilidad de perder incorpora al mismo tiempo las nociones de amenazas y de vulnerabilidad. En aquello a lo que uno le da importancia entran necesariamente la noción de elemento esencial y las representaciones y valores sociales que esta noción implica (d’Ercole & Metzger 2004). Con esta definición, la pérdida está ligada tanto a la exposición a la amenaza como a los factores humanos. Lo que obliga a tomar en cuenta las diferentes representaciones sociales que pueden afrontarse y llegar a una mala toma en consideración del riesgo.

Esta definición del riesgo presenta la ventaja para los gestores del riesgo de ser más operativa ya que es fácilmente aplicable (d’Ercole *et al.* 2009). Efectivamente, el análisis territorial propone identificar los elementos esenciales, su repartición, para luego medir su vulnerabilidad. Así, el análisis de vulnerabilidad territorial busca comprender dónde y cómo se genera la vulnerabilidad y se difunde a partir de espacios de la ciudad. Termina en proposiciones de planificación territorial susceptibles de reducir las pérdidas de elementos esenciales, determinando, para mayor eficacia, los espacios de intervención en función del grado de perturbación que éstos pueden provocar. Este paso es también interesante en la medida que proporciona

una pista para repensar los riesgos de manera radical, librándose de la sujeción conceptual y operativa impuesta por la primacía de las amenazas en el enfoque de los riesgos (d'Ercole *et al.*, 2009). De este modo, los trabajos sobre los riesgos se presentan más aplicables para los gestores, en tanto ellos respondan mejor a la demanda social.

Por ejemplo, en La Paz (Bolivia), se establece que la pérdida del abastecimiento de agua potable es capaz de provocar disfunciones hasta provocar una crisis por contagio en otros elementos esenciales para el funcionamiento urbano de la ciudad, como la población, las infraestructuras de salud, etc. Poner en evidencia la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable ha permitido intervenir en puntos débiles para anticipar las crisis y sus posibles transmisiones a otros elementos de funcionamiento de la ciudad (Hardy 2009b). Asimismo, tratar de pensar lo mejor posible en las eventuales disfunciones y permite gestionar mejor los riesgos, anticipándolos.

CONCLUSIÓN

A partir del estudio del caso de Managua, se ha constatado que los trabajos de investigación de las ciencias de la tierra han mostrado interés sobre todo en oponerse al daño de origen sísmico. En esta óptica, han adoptado una actitud de resistencia que ha consistido en conocer mejor la amenaza para oponerse mejor a ella (Dauphiné & Provitolo 2007: 124). Este paso ha desembocado en un código de construcción elaborado por las ciencias de la ingeniería a partir de los resultados de las investigaciones de las ciencias de la tierra, que se considera que permite evitar grandes estragos estructurales en caso de terremoto.

Esta estrategia de resistencia sería interesante si no comprendiera un margen de error. Efectivamente, las medidas son “eficaces cuando es posible predecir el impacto preciso de la amenaza. Pero esta situación es excepcional. Múltiples razones aniquilan a menudo la esperanza de disponer de resultados precisos, y por lo tanto de calibrar bien las obras” (Dauphiné & Provitolo 2007: 115). Desde luego que la elaboración de los cálculos de resistencia parasísmica de los edificios ha permitido poner un umbral por debajo del cual el sistema urbano es resistente. Pero en el caso de Managua, los cálculos se hicieron a partir de un análisis de retroalimentación del terremoto de 1972 y de sus réplicas las siguientes semanas. En consecuencia, los cálculos se hicieron a partir de un umbral evento, interrogando su significado. Por otro lado, las medidas efectuadas en Managua el 23 de diciembre de 1972 no fueron de buena calidad: cuando había cuatro estaciones de mediciones sísmicas, un solo sismógrafo registró las aceleraciones del sismo del 23 de diciembre, el de la refinería ESSO (aceleración horizontal de 0,39 g en ESSO) (Martínez Bermúdez 1996). El equipamiento instalado en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua no funcionó, parece, a causa de baterías defectuosas. Se tuvo que recurrir a las mediciones efectuadas por la NOAA para detener la intensidad oficial de la sacudida (Martínez Bermúdez 1996).

Por su lado, los investigadores dirigidos por los equipos de ciencias sociales tampoco dieron resultados verdaderamente satisfactorios en términos de gestión del riesgo. Han demostrado que el riesgo no se redujo, a pesar de los planes de reconstrucción que se supone habían tomado en cuenta, pero que no fueron capaces de proponer a los gestores las soluciones de reducción del riesgo, aún en los decenios que siguieron al fin de la dictadura.

Estas mostraron por ejemplo que las poblaciones más pobres siguieron siendo las más vulnerables. En efecto, la mayoría del tiempo, reconstruyeron con materiales de mala calidad vendidos por las fábricas creadas para estos casos por Somoza (Ardí 2003: 219). Otro ejemplo: durante el decenio de 1980, la política del gobierno sandinista ha favorecido la ocupación de edificios abandonados por estar dañados por el sismo de 1972 y el mantenimiento de las

poblaciones en las viviendas inicialmente previstas como temporales (Hardy 2003), cuando la peligrosidad de esta situación ya había sido denunciada bajo el régimen de Somoza (Haas 1977: 139). Las investigaciones en ciencias sociales demostraron la ambigüedad de la política de gestión del riesgo llevada a cabo por los Sandinistas: por una parte las autoridades solicitaron estudios geológicos para planificar mejor la ciudad reduciendo la exposición al daño de origen sísmico; por otra parte, aceptaron que poblaciones se expongan al daño esencialmente para cuidar una base electoral, a pesar de la contradicción flagrante con los estudios solicitados (Hardy 2003).

A su manera, estos dos modos de investigación determinaron unos elementos esenciales, pero sin ligarlos suficientemente a la demanda social, explicando su débil incidencia sobre el riesgo. Pues bien, modificando la definición del riesgo construida alrededor del par amenaza-vulnerabilidad, las perspectivas de la investigación pueden cambiar. Definiendo el riesgo como la pérdida de lo que se considera importante, los científicos son capaces de hacer más aplicables los resultados de las investigaciones para los gestores. En efecto, si los trabajos de las ciencias sociales logran determinar lo que hace el riesgo en las poblaciones, ellos pueden enseguida guiar los trabajos de las ciencias de la tierra hacia estos elementos esenciales. Por ejemplo, las entrevistas con las poblaciones que viven en las viviendas que inicialmente se previeron como temporales, revelaron que están conscientes de exponerse a la amenaza sísmica quedándose allí. Pero también indicaron las ventajas compensatorias que encuentran: acceso fácil, por la Carretera Norte a las zonas de actividades de las maquiladoras, fuentes de empleos; acceso fácil al gran mercado de aprovisionamiento del este de la ciudad, etc. (Hardy 2003). La carretera y el mercado son claramente apuestas. Su pérdida volvería muy vulnerables a las poblaciones. En consecuencia, a partir de esta identificación, las ciencias de la tierra y las ciencias de la ingeniería podrían trabajar para evitar su pérdida, aumentando la resistencia de estas infraestructuras o las alternativas por ejemplo. De esta manera, se aporta a los gestores de los riesgos herramientas aplicadas en base a la demanda social.

BIBLIOGRAFÍA

- 1973 – *Managua. Proposición de plano regulador para su reconstrucción y desarrollo*. Secretaría de Obras Públicas, México.
- 1974 – Alcance del estudio geológico y sismológico para el área de Managua y zona del Pacífico de Nicaragua. *Revista oficial de la asociación nicaragüense de ingenieros y arquitectos* 22: 65. Managua.
- Amrhein, J. E. et al. 1973 – Performance of native constructions, masonry structures and special structures in the Managua, Nicaragua earthquake of december 23, 1972. *Managua, Nicaragua earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 342-403. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Anstead, Leroy 1973 – A study of seismic damage patterns by photointerpretations. *Managua, Nicaragua earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 265-270. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Bähr, Jürgen 1989 – The consequences of the 1972 earthquake on the urban structure and population distribution of Managua. *Population and disaster, Special publications series* 22: 34-53. University of Bristol, Bristol.
- Blaikie, Piers, Terry Cannon & Ben Wisner 1994 – *At Risk. Natural people's vulnerability and disasters*. Routledge, London.
- Bois, Charles 1931a – Chroniques sismologiques du 1^{er} janvier au 1^{er} avril 1931. *Matériaux pour l'étude des calamités* 25 (I): 52-56. Société de géographie, Genève.
- 1931b – Chroniques sismologiques du 1^{er} avril au 1^{er} juillet 1931. *Matériaux pour l'étude des calamités* 26 (II): 143-145. Société de géographie, Genève.
- 1931 – Bibliographie: Managua earthquake. Official report of the relief work in Nicaragua after the earthquake of March 31, 1931. *Matériaux pour l'étude des calamités* 27 (III): 279-280. Société de géographie, Genève.
- Bolognini, Marcelo 1998 – Apoyo a la construcción de vivienda en Managua. *Informe final geológico, geotécnico y sísmico sobre las dos áreas donde Provivienda debe construir los dos barrios previstos (San Sebastián y Villa Soberena)*. Provivienda, Managua.

- Boltodano, Neyton 1973 – Aspectos médicos del terremoto de Managua de 1972. S/ed., Managua.
- Brown, R. D *et al.* 1973 – Aspectos geológicos y sismológicos de los terremotos del 23 de diciembre de 1972 en Managua, Nicaragua. El terremoto de Managua y sus consecuencias, UNAN. *Cuadernos universitarios* 8 (octubre): 97-123. León.
- Caján, Adán 1973 – The Managua earthquake and its effects on the water supply system. *Managua, Nicaragua, earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 768-790. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Carvajal, Daniela & Julián Velasco 1975 – «Ingreso, empleo y estructura espacial urbana de Managua. Análisis de los patrones de ubicación de la actividad económica de la población por niveles de ingreso. Tendencias y pronósticos». Proyecto NIC/73/018, Informe económico 2. VMPU, PGDM, Managua.
- Chávez, V. M. *et al.* 1973 – *Isosistas de Managua. Terremoto del 23 de diciembre*. Catastro e inventario de recursos naturales. Ministerio de economía, industria y comercio, Managua.
- Davis, Mike 2006a – *Génocides tropicaux. Catastrophes naturelles et famines coloniales. Aux origines du sous-développement*. Éditions La Découverte, Paris.
- 2006b – *Le pire des mondes possibles. De l'explosion urbaine au bidonville global*. Éditions La Découverte, Paris.
- Dauphiné, André 2001 - *Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer*. Éditions Armand Colin, Paris.
- Dauphiné, André & Damienne Provitolo 2007 – La résilience: un concept pour la gestion des risques. *Annales de géographie* (654): 115-125.
- d'Ercole, Robert & Pascale Metzger 2004 – *La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito*. MDMQ/IRD, Quito.
- 2009 – La vulnérabilité territoriale: une nouvelle approche des risques en milieu urbain. *Cybergeo*, mis en ligne le 31 mars 2009. URL: <http://www.cybergeo.eu/index22022.html>
- d'Ercole, Robert *et al.* 2009 – Vulnérabilités urbaines dans les pays du Sud. Présentation du dossier. *Cybergeo, Vulnérabilités urbaines au Sud*, mis en ligne le 06 avril 2009. URL: <http://www.cybergeo.eu/index22151.html>
- De Soto, Hernando 2000 – *The mystery of capital: why capitalism triumphs in the West and fails everywhere else*. Basic Books, New York.
- Dubois-Maury, Jocelyne & Claude Chaline 2002 – *Les risques urbains*. Éditions Armand Colin, Paris.
- Foucher, Michel 1980 – Managua, ville éclaté. *Hérodote* (17): 32-51.
- Haas, Eugene *et al.* 1973a – Early human response to the 1972 Managua earthquake. *Managua, Nicaragua, earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 929-954. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco,
- 1973b – Human impact of the Managua earthquake. *Science* (182): 981-999. New-York.
- 1977 – *Reconstruction following disaster*. The MIT Press, Cambridge.
- Hardy, Sébastien 2003 – «Processus de fragmentation urbaine et risques dits 'naturels' dans la ville de Managua (Nicaragua)». Thèse de doctorat nouveau régime en géographie, EHESS, non publiée.
- 2004 – Destruction, déplacement, polémique et politique. Managua, capitale immobile. *Cahiers des Amériques latines* (43): 143-161. IHEAL, Paris.
- 2005 – *Les risques dits naturels, élément de territorialisation de la capitale nicaraguayenne? Espaces tropicaux et risques*: 197-206. IRD, Orléans.
- 2009a – *Explorer la construction de la résilience. Expériences de recherche à La Paz. Vulnérabilités sociétales, risques et environnement*. Éditions L'Harmattan, Paris.
- 2009b – La vulnérabilité de l'approvisionnement en eau dans l'agglomération pacénienne. Le cas du sous-système El Alto. *Cybergéo*, article 1057. URL <http://www.cybergeo.eu>
- Hardy, Sébastien & Alain Musset 2008 – Zentralamerika: Naturbedingte Risiken und soziale Verwundbarkeit. In Sabine Kurtenbach, Werner Machenbach, Günther Maihold & Volker Wunderlich (ed.), *Zentralamerika Heute*: 85-102. Vervuert Verlag, Frankfurt am Main.
- INCAE 1975 – *Análisis de algunas opciones sobre adquisición de tierras y recuperación de inversiones en la reconstrucción de Managua*. Managua.
- Knudson, Charles & Francisco Hansen 1973 – Accelerograph and seismoscope records from Managua earthquakes. *Managua, Nicaragua, earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 180-205.. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Leeds, David 1973 – Destructive earthquakes of Nicaragua. *Managua, Nicaragua, earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 26-51. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Mann, Lawrence & Wilhelm Molke 1973 – «Informe sobre un proceso de planificación y diseño urbano para la reconstrucción y desarrollo de Managua». Doc. n°. NI/PL-010. Centro de Asesoramiento, INCAE, Managua.
- Martínez, William 1996 – Los siete segundos que destruyeron Managua en 1972. *Tierra, revista del Centro de Investigaciones Científicas* (CIGEO) 2 (1): 6, 7. UNAN, Managua.
- Matute, Eddy 1977 – Impacto social del problema de la vivienda en Managua. UCA, Managua.
- Morel, Vincent *et al.* 2006 – Regard rétrospectif sur l'étude des risques en géographie à partir des publications universitaires (1980-2004). *L'information géographique* (70): 6-24.

- Musset, Alain 2003 – *Villes nomades du Nouveau Monde*. Éditions de l'EHESS, Paris.
- Palazio, Apolonio 1952 – La catástrofe de Managua de marzo de 1931. TIP, Atenas, Managua.
- Pastor, Justo & Julián Velasco 1976 – «Valores y características de la tierra urbana en Managua». Proyecto NIC 73/018. Informe económico 4. VMPU, PGDM. Managua.
- Pelling, Mark 2003 – *The vulnerability of cities-natural disasters and social resilience*. James/Earthscan, London.
- Pigeon, Patrick 2005 – *Géographie critique des risques*. Economica/Anthropos, Paris.
- 2007 – *L'environnement au défi de l'urbanisation*. PUR, Rennes.
- 2008 – *Contradictions et implicites liés à la nature en géographie: éléments de débats*. URL: http://www.cafe-geo.net/article.php3?id_article=1230.
- Rugama, Cristóbal 1973 – Activities of the national emergency committee. *Managua, Nicaragua, earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 913-928. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Saavedra, Francisco 1976 – Experiencias de desastres en Nicaragua. *Manual del 2º seminario sobre ingeniería sanitaria en situación de catástrofe*: 245-282. Ciudad de Guatemala.
- Saint-Amand, Pierre 1973 – The seismicity and geologic structure of the Managua, Nicaragua area. *Managua, Nicaragua, earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 8-25. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco,
- Schmoll, Henry R. 1975 – Geologic considerations for redevelopment planning of Managua, Nicaragua, following the 1972 earthquake. *Geological Survey Professional Paper* 914.
- Traña, Marcia 2000 – *Apuntes sobre la historia de Managua*. Aldilá editor, Managua.
- Valera, Julio 1973 – Soil conditions and local soil effects during the Managua earthquake of december 23, 1972. *Managua, Nicaragua earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 232-264. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Wallace, Robert 1973 – Plan for zoning Managua, Nicaragua to reduce hazards of surface faulting. *Managua, Nicaragua, earthquake of december 23, 1972. Conference proceedings* (november 29-30): 173-179. Earthquake Engineering Research Institute, San Francisco.
- Wheelock, Jaime 2000 – Desastres naturales de Nicaragua. *Guía para conocerlos y prevenirlos*. Hispamer, Managua.
- Whittaker, Richard *et al.* 1974 – Earthquake disaster in Nicaragua: reflections on the initial management of massive casualties. *The Journal of Trauma* (14): 37-43.