

CEPAL, SEDE SUBREGIONAL EN MÉXICO

Distr.
LIMITADA
LC/MEX/L.957
28 de febrero de 2010
ORIGINAL: ESPAÑOL

EL SALVADOR: IMPACTO SOCIOECONÓMICO, AMBIENTAL Y DE RIESGO POR LA BAJA PRESIÓN ASOCIADA A LA TORMENTA TROPICAL IDA EN NOVIEMBRE DE 2009

2010-003



GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery



ÍNDICE

	<u>Página</u>
AGRADECIMIENTOS	iii
PRESENTACIÓN.....	1
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	3
I. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	5
A. Antecedentes	5
B. El evento de noviembre de 2009 – causas y caracterización.....	6
1. Descripción de los tipos de deslizamiento	9
2. Detonadores.....	11
C. ¿Qué tan inusual es este evento? evidencia histórica de eventos similares	16
D. Respuesta nacional	19
1. Sector privado y sociedad civil	20
2. Cooperación internacional	21
II. POBLACIÓN Y ÁREAS AFECTADAS	22
A. Análisis de daños y pérdidas ocasionadas por el desastre.....	23
1. Recapitulación de los efectos del desastre	23
B. Daños y pérdidas sectoriales	29
1. Sectores productivos	29
C. Sectores de industria y comercio.....	41
D. Sectores sociales.....	45
1. Sector vivienda.....	45
2. Sector educación y cultura	51
3. Cultura.....	59
E. Sector salud	61
1. Antecedentes	61
2. Efectos del desastre	62
3. Cuantificación de los efectos del desastre en el sector salud	70
4. Conclusiones y recomendaciones.....	70
F. Sectores de infraestructura	72
1. Sector agua y saneamiento	72
2. Sector de electricidad	80
3. Sector de transporte.....	82
4. Sector de comunicaciones	88

	<u>Página</u>
III. TEMAS TRANSVERSALES	89
A. Sector ambiente	89
1. Daños y pérdidas	91
B. Impacto del desastre en las mujeres	94
C. Marco para la recuperación	97
IV. IMPACTO ECONÓMICO GLOBAL.....	99
A. El impacto del desastre causado por la tormenta IDA y la Depresión Tropical en 2009.....	99
1. Impacto global de los daños y pérdidas	99
B. Impacto del desastre sobre los ingresos personales.....	107
V. GESTIÓN DE RIESGO	110
A. Perfil de riesgos de desastres.....	110
B. Marco legal e institucional	112
C. Marco estratégico para la gestión de riesgos	114
1. Pilar 1: Identificación de riesgo y evaluación	114
2. Pilar 2: Mitigación de riesgo para reducir exposición a los peligros naturales	115
3. Lahares en el volcán Chinchontepec (San Vicente).....	116
4. Laderas de Alta Pendiente en el Lago de Ilopango	117
5. Sedimentación y colmatación de ríos principales	117
6. Pilar 3: Fortalecer y mejorar la preparación para emergencia.....	118
7. Pilar 4: Fortalecimiento institucional	119
8. Pilar 5: Financiación de reconstrucción, recuperación y de riesgos catastróficos a largo plazo	120
D. Resumen de necesidades para la gestión de riesgo.....	122
VI. ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RECUPERACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DESPUÉS DEL DESASTRE.....	124
A. Antecedentes	124
B. Necesidades de recuperación.....	126
C. Necesidades de reconstrucción.....	128
D. Necesidades de reducción del riesgo	129
E. Necesidades de recuperación temprana.....	130
1. Enfoque básico de la recuperación temprana	130
2. Evaluación de necesidades de recuperación temprana en El Salvador por los efectos del huracán Ida	131
3. Análisis de necesidades por sectores para la recuperación temprana.....	133

AGRADECIMIENTOS

Se desea expresar su sincero agradecimiento a los muchos hombres y mujeres que hicieron posible esta evaluación. Este informe fue preparado con el Gobierno de El Salvador a solicitud y bajo la coordinación de la Secretaría Técnica de la Presidencia, con el aporte fundamental de la Dirección General de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres. Durante la evaluación y la capacitación realizada como parte de la misma se contó con la presencia y pleno apoyo de funcionarios de los diversos ministerios e instituciones del sector público relevantes y las autoridades departamentales y municipales, sin cuyo aporte este informe no habría sido posible.

El equipo transversal de instituciones del estado que participaron incluyó a:

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, (ANDA).
 Banco Central de Reserva, (BCR).
 Centro Nacional de Registro, (CNR).
 Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, (CENTA).
 Comisión de Acreditación, (MH CDA).
 Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa, (CEL).
 Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma, (CEPA).
 Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa, (CONAMYPE).
 Dirección General de Estadística y Censos, (DIGESTYC).
 Dirección General de Protección Civil, (DGPC).
 Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal/ Ministerio de Agricultura y Ganadería, (GSVA / MAG).
 Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego (DGOFCR).
 Dirección General de Economía Agropecuaria, (GEA).
 Centro de Desarrollo Pesquero y Acuícola, (ENDEPESCA).
 Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local, (FISDL).
 Instituto Salvadoreño de Turismo, (ISTU).
 Instituto Salvadoreño del Seguro Social, (ISSS).
 Instituto Salvadoreño para el Desarrollo de la Mujer, (ISDEMU).
 Instituto Salvadoreño para el Desarrollo Integral de la Niñez y la Adolescencia, (ISNA).
 Ministerio de Agricultura y Ganadería, (MAG).
 Ministerio de Economía, (MINEC).
 Ministerio de Educación, (MINED).
 Ministerio de Gobernación.
 Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (MARN).
 Ministerio de Obras Públicas, (MOP).
 Ministerio de Salud Pública y Asistencia de El Salvador, (MSPAS).
 Ministerio de Trabajo y Previsión Social, (MTPS).
 Ministerio de Turismo, (MITUR).
 Oficina de Políticas y Planificación Sectorial, (OPPS).
 Secretaria de la Cultura.
 Secretaria Técnica de la Presidencia, (STP).
 Servicio Nacional de Estudios Territoriales, (SNET).
 Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, (SIGET).
 Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, (VMVDU).

El equipo de apoyo externo lo constituyeron expertos y técnicos provenientes del Banco Mundial, la Comisión Europea y del sistema de las Naciones Unidas (ONU), particularmente de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Fondo Global para la Reducción de Desastres y

la Recuperación (GFDRR)¹, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Oficina de Prevención de Crisis y Recuperación (BCPR), la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), LA Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC) y el Norwegian Geotechnical Institute (NGI), con los esfuerzos coordinados de otros organismos internacionales. Se sumaron a la evaluación funcionarios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Fondo Monetario Internacional (FMI).

La coordinación del estudio se constituyó por el Dr. Alexander Segovia, presidente de la Secretaría Técnica de la Presidencia, la Coordinadora Residente del Sistema de Naciones Unidas para El Salvador y Belice, Jessica Faieta, y el representante en El Salvador del Banco Mundial, Alberto Leyton y del Fondo Global para la Reducción y Recuperación tras Desastres encabezado por Armando Guzmán y Doekle Wielinga, y Ricardo Zapata de la CEPAL. La misión la integraron las siguientes personas:

- Acosta, Alicia, CEPAL (Sede Subregional en México), Unidad Agrícola.
- Bambarén, Celso, OPS, Impacto en salud, agua y saneamiento.
- Baraqui, Jaime, Consultor en infraestructura de transporte y comunicaciones.
- Barathe, Richard, Representante Residente Adjunto, PNUD, El Salvador.
- Corrales, Luis, Gestión de riesgo y evaluación en infraestructura de agua y saneamiento.
- Dickson, Eric, Vivienda, Banco Mundial (sede en Washington).
- Gerhardinger, Andrea, Global Security and Crisis Management Unit, (JRC).
- Guzmán, Armando, Jefe de misión del equipo de evaluación del Banco Mundial y especialista en gestión de desastres para América Latina y el Caribe, Banco Mundial (sede en Washington).
- Jovel, Roberto, Fondo Global para la Reducción y Recuperación tras Desastres, Banco Mundial (Sede en Washington), consultor en evaluación de daños y pérdidas y experto en evaluación en energía.
- Orrego, Juan Carlos, Consultor, (PNUD), Oficina de de Prevención y Reducción de Crisis (BCPR).
- Ortega, Liudmila, Consultora en impacto en medios de vida y de género.
- Rivas, Juan Carlos, Análisis macroeconómico, CEPAL (Sede Subregional en México).
- Salomón, Emilio, (OIT), estimación de medios de vida y programas de recuperación intensivos en empleo.
- Sandersen, Frode, Deputy Division Director - Discipline Leader Avalanche, Norwegian.
- Geotechnical Institute (NGI).
- Trianni, Giovanna, Global Security and Crisis Management Unit, (JRC).
- Urzúa, Myriam, Punto Focal de Evaluación de desastres (Sede Subregional en México). Unidad de Desarrollo Social.
- Velasco, Osmar, Banco Mundial, Gestión de riesgo y vivienda (Representación en Guatemala).
- Villarreal, Francisco, Análisis macroeconómico, CEPAL (Sede Subregional en México), Unidad de Desarrollo Económico.
- Wielinga, Doekle, Especialista Principal en Gestión de Riesgo de Desastres, Fondo Global para la Reducción y Recuperación tras Desastres, Banco Mundial (Sede en Washington).
- Zapata, Ricardo, Coordinador de la Unidad Regional de Evaluación de Desastres, CEPAL (Sede Central en Santiago de Chile).

El apoyo financiero para esta evaluación fue proporcionado por la Comunidad Europea, el GFDRR y las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Adicionalmente el Real Gobierno de Noruega aportó su generoso apoyo al GFDRR en la realización de la PDNA. Las fotografías utilizadas en esta publicación fueron tomadas por el equipo de evaluación a menos que se indique lo contrario.

¹ Desde su creación en septiembre de 2006, GFDRR se ha convertido en una asociación de 25 países, organizaciones regionales e internacionales que se han comprometido a ayudar a los países en desarrollo a reducir su vulnerabilidad a los riesgos naturales y adaptarse al cambio climático.

PRESENTACIÓN

A petición del Gobierno de El Salvador a través de la Secretaría de la Presidencia se llevó a cabo una misión de evaluación conjunta de daños y necesidades entre el 18 de noviembre y el 4 de diciembre del 2009, la cual fue constituida por un equipo de expertos y técnicos externos e internos.

La evaluación se llevó a cabo mediante la aplicación de la metodología de evaluación de daños y pérdidas desarrollada por CEPAL y la evaluación de necesidades humanitarias y comunitarias que incorpora metodologías de agencias del Sistema de Naciones Unidas y PNUD, para la recuperación temprana. La misión aporta al gobierno elementos para la estrategia y plan de Rehabilitación y Reconstrucción.

Con el liderazgo del gobierno y en contacto directo con la Comisión de Rehabilitación y Reconstrucción, así como con el aporte de los demás ministerios e instituciones pertinentes se hace una evaluación sectorial pormenorizada. Para la misma se realizaron talleres de capacitación y coordinación convocados por la STP; se sostuvieron diálogos con ministros de los distintos ramos y se realizaron visitas de campo por equipos especializados. En la parte científica se contó con imágenes satelitales y un análisis técnico sobre las avalanchas del Instituto Geotécnico de Noruega.

Este informe presenta el resultado de una evaluación integral, sobre la base de la información de que dispuso la misión hasta la fecha de cierre del mismo. Las opiniones expresadas no comprometen al Gobierno de El Salvador, ni a las instituciones patrocinadores y participantes en el mismo.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de la metodología de evaluación de daños y pérdidas desarrollada por CEPAL y la evaluación de necesidades humanitarias y comunitarias que incorpora metodologías de agencias del Sistema de Naciones Unidas y PNUD, para la recuperación temprana, la misión aporta al gobierno elementos para la estrategia y plan de Rehabilitación y Reconstrucción.

Con el liderazgo del gobierno y en contacto directo con la Comisión de Rehabilitación y Reconstrucción, así como, con el aporte de los demás ministerios e instituciones pertinentes se hace una evaluación sectorial pormenorizada. Para la misma, se realizaron talleres de capacitación y coordinación convocados por la STP y se sostuvieron diálogos con ministros de los distintos ramos.

El número de desastres generados por eventos de origen natural en El Salvador conforme a datos de estudios nacionales y los recopilados en bases internacionales, así como por evaluaciones realizadas por la CEPAL, devela el alto riesgo que enfrenta el país, sobre todo dada su vulnerabilidad económica y social. Datos históricos¹ confirman el alto índice de riesgo frente a desastres de El Salvador y el alto peso de los eventos climáticos en este total, con costos en general no suficientemente medidos. Si se toman los datos de bases de información, como la del Centro de Epidemiología de los Desastres (CRED) en la Universidad de Lovaina en Bélgica y las evaluaciones realizadas por CEPAL a lo largo de los años (desde 1972), el país tiene un monto acumulado de casi 6500 muertos, con un costo económico valorado solo parcialmente y que estaría en más de 16.000 millones de dólares a valor presente (dólares de 2008). De estos impactos, los de índole climática generaron más del 62% de los fallecimientos y entre el 87% y 95% de los impactos, según la fuente. Dada la limitación de la muestra de CEPAL y el hecho de que la valoración económica es parcial y limitada en general, cuando no se ha aplicado la metodología completa de daños y pérdidas, se estima que el monto económico podría ser menos del 68% del impacto realmente sufrido.

El evento ocurrido en esta ocasión, se asocia con una alta precipitación que alcanzó más de 450 mm. en un período de tres días (7-9 de noviembre de 2009), con una intensidad que alcanzó su límite máximo de 355 mm. en un período de cinco horas, durante las cuales ocurrieron los deslizamientos y la catástrofe. Tal cifra corresponde a cerca de cinco veces la precipitación media esperada para el mes de noviembre. Los lahares² que se precipitaron sobre Verapaz, donde se produjo la mayor mortalidad de víctimas, ocurrieron en la madrugada del 8 de noviembre.

¹ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *recopilación histórica de los desastres en El Salvador 1900-2005*, publicación del SNET y PNUD, 2008 (ISBN 978-99923-868-1-1, ver también base de datos OFDA CRED (*Emergency Events Database EM-DAT*, en <http://www.emdat.be/>) y las evaluaciones realizadas por CEPAL desde los años setenta en el país (www.cepal.org, bajo el botón “desastres”).

² Un lahar (o flujos de lodo) es un flujo de barro y otros materiales que se moviliza desde las laderas de los estrato-volcanes. Durante los últimos siglos, los lahares han destruido más propiedad pública o privada que cualquier proceso volcánico y han sido los causantes de la pérdidas de miles de vidas humanas. Los lahares, junto con la caída de tefra, son la principal causa de riesgo asociado a volcanes. Los lahares pueden ocurrir debido a:

1. Períodos de lluvia intensos, no necesariamente coincidiendo con períodos de actividad volcánica.
2. Fusión de glaciación en las partes altas de un volcán, durante actividad volcánica.
3. Vaciado de un lago hospedado en la cumbre de un volcán.
4. Desplome de ladera debido a prolongada alteración hidrotermal o sismo.

A diferencia de las avalanchas de detritos, los lahares son depósitos « húmedos » donde el agua influye tanto en la génesis como en el transporte de la masa removilizada. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Lahar>).

A partir de los datos históricos se puede inferir que situaciones críticas para eventos de desastres con un gran número de víctimas ocurren con relativamente alta frecuencia: cada 10 a 30 años para el país en su conjunto en eventos climáticos.

Sobre la base de las familias que perdieron sus hogares o se vieron desplazadas de ellos en la emergencia y, tomando en cuenta las pérdidas de ingresos que se generaron como consecuencia del desastre, se ha estimado en poco más de 122.000 la población afectada de manera primaria y secundaria del evento.

Con base en la aplicación de la metodología de evaluación de desastres, desarrollada por la CEPAL desde 1972, se ha estimado que, además de sufrir la lamentable pérdida de vidas humanas, el valor de los daños y pérdidas ocasionadas por el desastre de noviembre de 2009 en El Salvador asciende a los 314,8 millones de dólares, lo que viene a representar el equivalente del 1,44% del producto interno bruto del país. 210,7 millones de dólares corresponden a destrucción de acervos (el 66,9% del total de daños y pérdidas), en tanto que los restantes 104,1 millones representan cambios en los flujos económicos e incluyen tanto pérdidas de producción como mayores costos de servicios (el 33,1% del total). Del monto total de daños y pérdidas, un 63,3% (199,32 millones) son de propiedad pública, en tanto que el 36,7% (115,5 millones) recae en propiedad privada (véase cuadro 8), relación que ilustra el esfuerzo relativo que cada uno de dichos sectores tendrán que realizar en las actividades de recuperación, rehabilitación y reconstrucción.

La magnitud del desastre al nivel nacional es limitada. Sin embargo, cuando se examinan valores geográficamente más desagregados se puede visualizar mejor la tragedia ocasionada por este evento. Cabe apuntar que fueron cinco, del total de 14 Departamentos, en los que se concentró el impacto del desastre, acumulando ellos cerca del 85% de los daños y las pérdidas. Existe una relación inversa entre el mayor valor de daños y pérdidas por persona, y de la relación entre esos efectos y el producto interno bruto, con relación al índice de desarrollo humano del año corriente. Ello implicó daños y pérdidas en los medios de vida de segmentos de la población con alta vulnerabilidad económica social. Los mismos se han concentrado en la población que sufrió la destrucción parcial o total de su vivienda y su patrimonio.

De ese perfil de impacto derivan necesidades de distinta índole y con diferente grado de urgencia y temporalidad. Con la información de la cuantificación de daños y pérdidas e informados de los requerimientos manifestados por los diversos sectores consultados se ha conformado un cuadro de necesidades de recuperación y reconstrucción que detalla, por sectores principales, los montos requeridos en cada tipo de intervención. En resumen, el monto de las necesidades de recuperación se estima en 105.9 millones de dólares, que serían empleados entre diciembre del año en curso y junio de 2010, antes de que ocurra la próxima estación lluviosa en el país, en tanto el monto total de las necesidades de reconstrucción se estimó en 149 millones de dólares, a ser ejecutados entre fines del año en curso y el año 2014. A ello se suman necesidades inmediatas de recuperación temprana y, en el plazo corto y hasta largo, emprender acciones sustanciales de reducción del riesgo.

El país requiere adoptar una estrategia de reducción del riesgo explícita, ante la recurrencia de este tipo de fenómenos y la experiencia histórica, además del hecho de que este evento plantea una oportunidad para hacer cambios importantes en el patrón de desarrollo tanto espacial como de sectores económicos y sociales a los que se debe prestar una mayor atención tanto por su potencial como por su vulnerabilidad.

En concreto, se recomienda un marco estratégico de gestión de riesgos que combine elementos específicos encontrados en El Salvador y lecciones aprendidas de la experiencia internacional. Los principios que fundamentan este marco son: (i) que la pérdida humana y el impacto económico de desastres pueden ser reducidos a través de la planificación pre-desastre y de las inversiones en prevención, y (ii) que el marco estratégico y el plan de acción son eficientes en términos de costo e implementación. Los pilares del Marco de Gestión de Riesgo y su descripción se presentan en el Capítulo V.

I. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

A. ANTECEDENTES

Como indica la Dirección del Servicio de Estudios Territoriales (D-SNET) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador³, el país “por su geomorfología, ubicación geográfica, orografía, está expuesto a amenazas de origen natural tales como huracanes, inundaciones, terremotos, deslizamientos, erupciones volcánica, sequías, el Fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENOS en sus fases El Niño/La Niña), las cuales al impactar en el territorio causan pérdidas y daños económicos en viviendas, infraestructura, transporte, agricultura interrupción de los servicios, etc.”.

El número de desastres generados por eventos de origen natural en El Salvador conforme a datos de estudios nacionales y los recopilados en bases internacionales, así como por evaluaciones realizadas por la CEPAL, devela el alto riesgo que enfrenta el país, sobre todo dada su vulnerabilidad económica y social. Datos históricos⁴ confirman el alto índice de riesgo frente a desastres de El Salvador y el alto peso de los eventos climáticos en este total, con costos en general no suficientemente medidos. Si se toman los datos de bases de información como la del Centro de Epidemiología de los Desastres (CRED) en la Universidad de Lovaina en Bélgica y las evaluaciones realizadas por CEPAL a lo largo de los años (desde 1972), el país tiene un monto acumulado de casi 6500 muertos, con un costo económico valorado solo parcialmente y que estaría en más de 16.000 millones de dólares, a valor presente (dólares de 2008). De estos impactos los de índole climática generaron más del 62% de los fallecimientos y entre el 87 y 95% de los impactos, según la fuente. Dada la limitación de la muestra de CEPAL y el hecho de que la valoración económica es parcial y limitada, en general, cuando no se ha aplicado la metodología que contabiliza tanto los daños como las pérdidas, se estima que el monto económico podría ser menos del 68% del impacto realmente sufrido.

CUADRO 1
COMPARACIÓN DEL IMPACTO DE DESASTRES SEGÚN CEPAL Y CRED

	Muertos	Población afectada	Daños (CRED)	Impacto (CEPAL) (millones de dólares)
Total	6 934	2 867 172	15 196	13 806
Total climáticos	4 313	1 089 791	13 232	13 060
Climáticos con respecto a totales	62,20%	38,01%	87,07%	94,60%

Fuente: Elaborado por la Unidad de Desastres de la CEPAL a partir de la Base de datos de Evaluaciones Económicas y sociales realizadas en El Salvador y datos de CRED_EM-DAT (<http://www.emdat.be/disaster-list>) y reliefweb.

³ Sobre la base de los informes de la Dirección del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (D-SNET) de El Salvador, Informe de los flujos de escombros (deslaves) en las ciudades de Verapaz, Guadalupe y alrededores de Tepetitán, noviembre de 2009, y con el aporte del Noewgian Technical Institute (NTI).

⁴ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, recopilación histórica de los desastres en El Salvador 1900-2005, publicación del SNET y PNUD, 2008 (ISBN 978-99923-868-1-1, ver también base de datos OFDA CRED (*Emergency Events Database EM-DAT*, en <http://www.emdat.be/>) y las evaluaciones realizadas por CEPAL desde los años setenta en el país (www.cepal.org, bajo el botón “desastres”).

Es difícil establecer una tendencia acerca de si la recurrencia o frecuencia de estos eventos está incrementándose como consecuencia de procesos de cambio climático, si bien el costo económico de los mismos sin duda ha crecido de manera exponencial. Incluso sobre la base parcial (solo evalúa los eventos que el gobierno del país ha pedido) el impacto anual en promedio de este tipo de desastres se situaría en alrededor de 160.000 personas afectadas, con un daño de casi 470 millones de dólares y pérdidas de cerca de 220 millones de dólares. Su peso en el PIB es de 4,2% y los daños representan más de 20% de la formación bruta de capital. Si bien dicho promedio está sesgado por los grandes eventos ocurridos (huracán Mitch, los terremotos de 1986 y 2001 principalmente) no debe dejar de considerarse que tales evaluaciones no toman en cuenta los “desastres cotidianos” o pequeños eventos que todos los años —particularmente inundaciones y deslizamientos recurrentes en la estación lluviosa— sufre el país y particularmente las zonas más vulnerables en áreas urbanas o impactan a productores agrícolas marginales, en laderas y márgenes de ríos que se inundan regularmente.

CUADRO 2
EL SALVADOR: ESTADÍSTICA DE EVENTOS EVALUADOS POR CEPAL, 1982-2005

	Población afectada		Total (millones de dólares, 2007)				Relación impacto total a PIB precedente	Daños respecto a FBK precedente
	Fallecidos	Directa	Total	Daños	Pérdidas	Efecto externo		
Total eventos evaluados	3 385	3 648 343	15 763	10 743	5 020	3 357	32,3%	160,5%
Promedio por evento	564	608 057	2 627	1 791	837	559	16,1%	80,2%
Promedio por año en el período	147	158 624	685	467	218	146	4,2%	20,9%

Fuente: Evaluaciones de la CEPAL (1982-2005).

B. EL EVENTO DE NOVIEMBRE DE 2009 – CAUSAS Y CARACTERIZACIÓN

El evento ocurrido esta vez se asocia a alta precipitación que alcanzó más de 450 mm. en un período de tres días (7-9 de noviembre de 2009), con una intensidad que alcanzó su límite máximo de 355 mm. en un período de cinco horas, durante las cuales ocurrieron los deslizamientos y la catástrofe. Tal cifra corresponde a cerca de cinco veces la precipitación media esperada para el mes de noviembre. Los lahares⁵ que se precipitaron sobre Verapaz, donde se produjo la mayor mortalidad de víctimas, ocurrieron en la madrugada (alrededor de las 2 AM del 8 de noviembre de 2009).

⁵ Un lahar (o flujos de lodo) es un flujo de barro que se moviliza desde las laderas de los estratovolcanes. Durante los últimos siglos, los lahares han destruido más propiedad pública o privada que cualquier proceso volcánico y han sido los causantes de la pérdidas de miles de vidas humanas. Los lahares, junto con la caída de tefra, son la principal causa de riesgo asociado a volcanes. Los lahares pueden ocurrir debido a:

1. Períodos de lluvia intensos, no necesariamente coincidiendo con períodos de actividad volcánica
2. Fusión de glaciación en las partes altas de un volcán, durante actividad volcánica
3. Vaciado de un lago hospedado en la cumbre de un volcán
4. Desplome de ladera debido a prolongada alteración hidrotermal o sismo

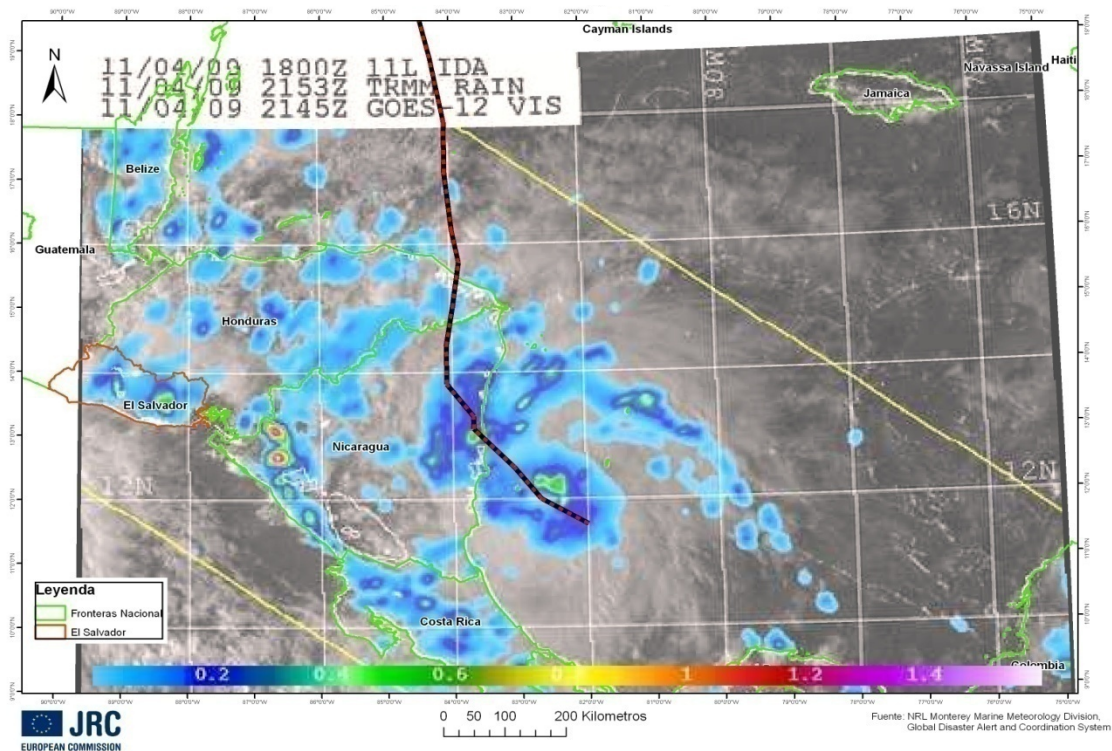
A diferencia de las avalanchas de detritos, los lahares son depósitos « húmedos » donde el agua influye tanto en la génesis como en el transporte de la masa removilizada. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Lahar>)

La lluvia intensa resultó adicionalmente en inundación y erosión en los cursos de los ríos así como en deslizamientos de tierra en las laderas con pendientes más pronunciadas. La mezcla de agua, lodo y sedimentos —material acarreado por la corriente— saturaron los lechos de los ríos —ya colmatados en buena medida por eventos anteriores— causando una inundación extensa en la planicie que afectó asentamientos, poblaciones y áreas urbanas con daños en las infraestructuras urbana, rural y de comunicaciones.

Adicionalmente por el lahar en las laderas hubo pérdidas importantes de suelos y por las inundaciones sedimentos en tierras agrícolas con daños en tierra y plantaciones y pérdidas en cultivos.

La tormenta tropical Ida se inició el 4 de noviembre en la costa atlántica de Nicaragua, cerca de Bluefields. Para el día siguiente, jueves 5, había alcanzado categoría de huracán (a nivel 1 en la escala Saffir-Simpson). Al entrar en territorio nicaragüense perdió fuerza al desplazarse en dirección noroeste. El viernes 6, ya solamente como depresión tropical, continuó avanzando y cruzó el territorio de Honduras con trayectoria nornoroeste, en tanto que persistía un frente de baja presión al suroeste de El Salvador ocasionando que abundante humedad se desplazase hacia este país.

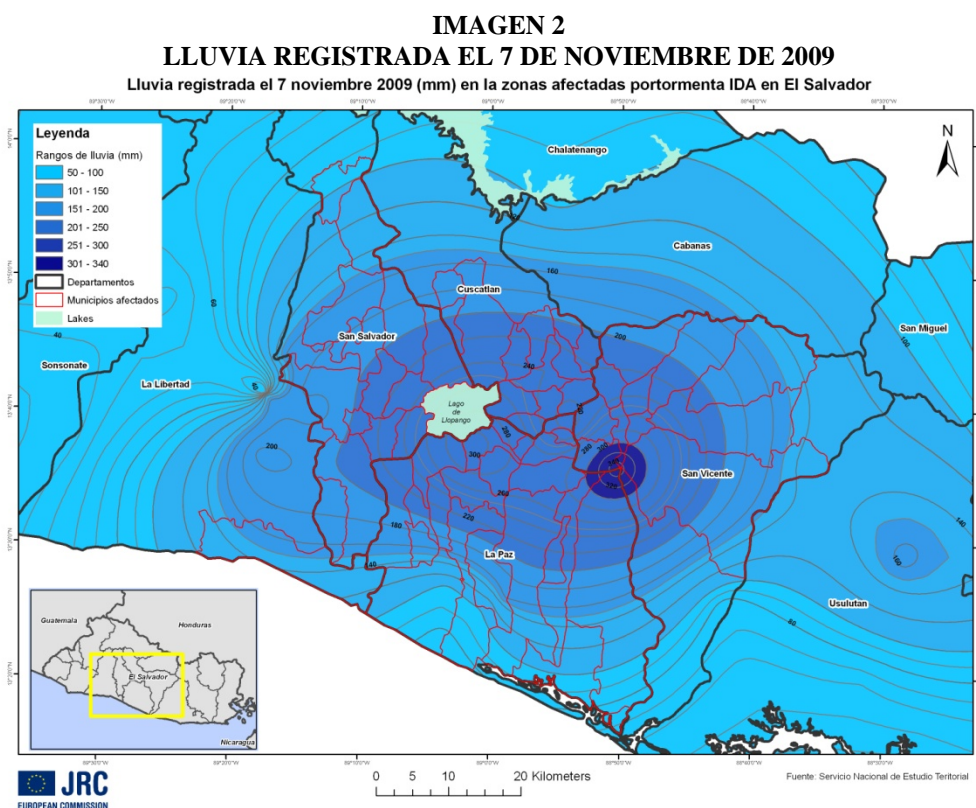
IMAGEN 1
TRAYECTORIA DE IDA E IMAGEN DE LAS LLUVIAS REGISTRADAS



Fuente: Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC).

Ida cobró nuevamente fuerza el sábado 7 de noviembre al entrar en el Caribe, fortaleciéndose entre las 9 y 10 PM. Para las 10 PM del sábado se había incrementado de manera significativa la lluvia en los Departamentos de San Salvador, La Paz y San Vicente. Ida fue reclasificado como huracán categoría 1 a las 11:15 PM. Asociado a la baja presión, continuó ocasionando intensas y continuadas precipitaciones concentradas en San Salvador entre las 8:00 PM del sábado y las 2:00 AM del domingo 8 de noviembre. En los Departamentos de La Paz y San Vicente la mayor concentración de lluvia ocurrió entre las 10:00 PM del sábado y las 4:00 AM del domingo 8 de 2009.

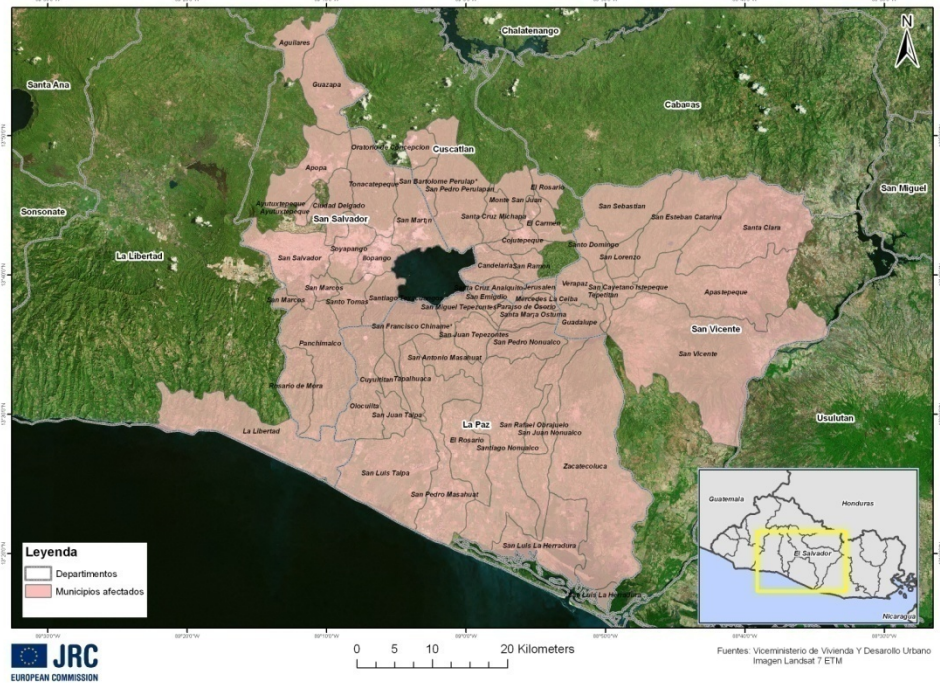
La estación meteorológica que registró la mayor precipitación acumulada fue la localizada en el volcán Chinchontepec (San Vicente), alcanzando 355 mm. (con una intensidad máxima de 81 mm por hora y 317 mm. en 7 horas). La distribución especial de las lluvias (véase el gráfico) muestra la mayor concentración en los Departamentos de San Salvador, La Paz y San Vicente. El domingo 8 de noviembre el sistema de baja presión continuaba contiguo a las costas de El Salvador, debilitándose gradualmente.



Fuente: Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC).

La lluvia extrema y la mayor parte de los deslizamientos se restringen a las laderas de mayor pendiente en un área de aproximadamente 400 km² entre el Lago de Ilopango y el volcán de San Vicente. Consecuentemente el mayor impacto se observa en la cara norte del volcán y en las laderas al sur y sureste del Lago de Ilopango. Las laderas más afectadas tienen orientación hacia el norte.

IMAGEN 3 MUNICIPIOS AFECTADOS POR LA TORMENTA TROPICAL IDA EN EL SALVADOR



Fuente: Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC).

1. Descripción de los tipos de deslizamientos

Se observaron los siguientes tipos de deslizamientos:

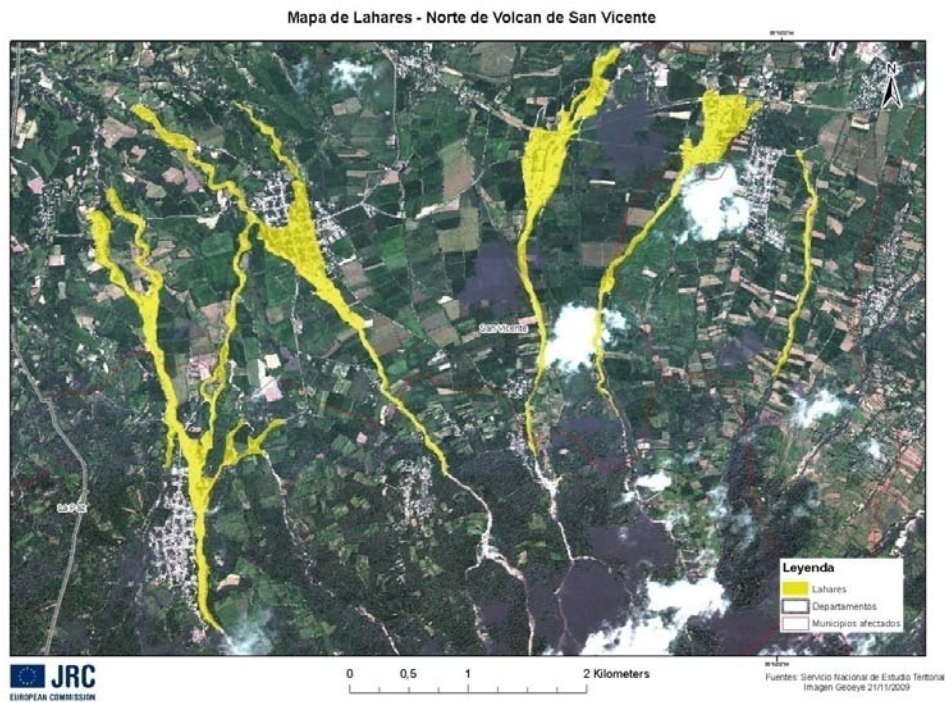
a) Lahares (flujo de materiales y lodo compuestos de material piroplástico y agua que fluyen en las laderas de un volcán, generalmente siguiendo el curso la cuenca de un río en un valle. Lahares fueron el principal tipo de deslizamiento en el volcán de San Vicente).

b) Deslizamientos poco profundos (en este tipo de deslizamiento la superficie de escurrimiento está dentro del manto del suelo o rocas erosionadas (en profundidades que van desde decímetros a varios metros). Tales deslizamientos predominaron en las laderas que rodean al Lago de Ilopango).

c) Depresiones (consiste en una erosión masiva que ocurre cuando materiales inestables (poco consolidados) se desplazan una distancia corta en una pendiente. La superficie de deslizamiento suele ser cóncava ascendente o plana. Muchas de estas depresiones ocurrieron a lo largo de las laderas pendientes de caminos).

d) Caída de rocas (se trata de fragmentos de roca que caen o ruedan desde acantilados de gran pendiente, como se observó en buena parte de la zona afectada).

IMAGEN 4
PRINCIPALES QUEBRADAS QUE SE ACTIVARON DURANTE LAS LLUVIAS DEL 7 Y 8 DE
NOVIEMBRE DE 2009, EN LA FALDA NORTE DEL VOLCÁN DE SAN VICENTE



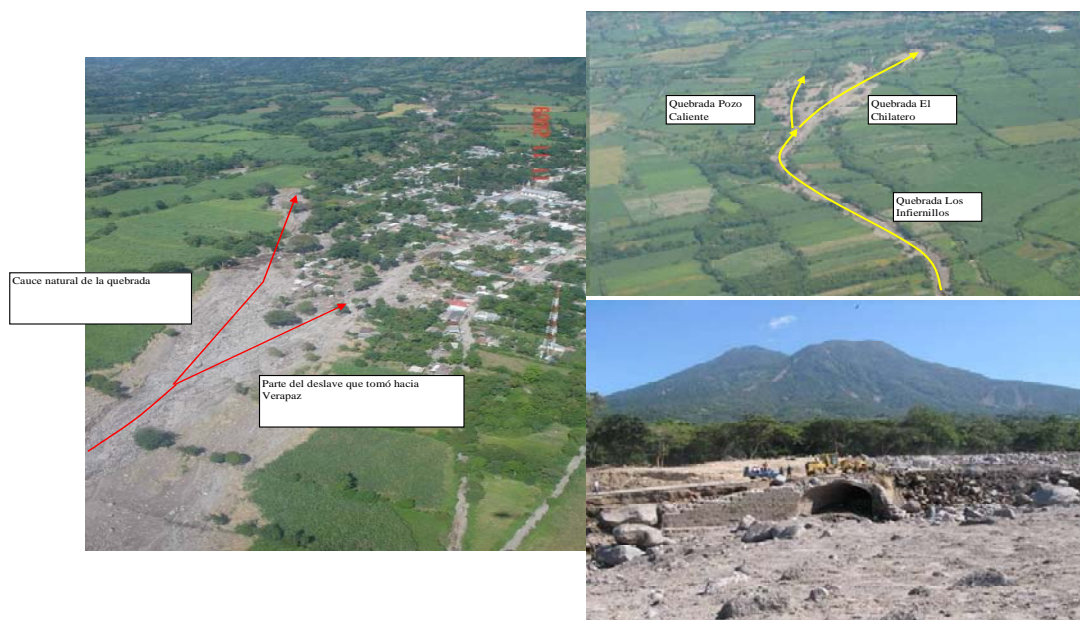
Fuente: Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC).

IMAGEN 5
DESLIZAMIENTOS



Fuente: Google con aportación de la CEPAL. Google Earth.

IMAGEN 6 DESLAVES



Fotos SNET/MARN

2. Detonadores

El principal detonador de las avalanchas fueron las lluvias ocurridas entre el 7 y 8 de noviembre. La lluvia tuvo dos consecuencias severas: un incremento en el flujo de agua en los canales de drenaje naturales en las faldas del volcán Chinchontepec y un incremento en la presión de escorrentía del agua sobre depósitos de materiales poco compactados y sobre lechos de roca.

Debido al viento que acompañó las precipitaciones desde el norte, las laderas con esa orientación experimentaron ráfagas de lluvia que generaron gran humedad ambiental que se enfría al enfrentar un obstáculo. La escorrentía incrementada resultó en erosión de los lechos de las cuencas y las riberas de los ríos.

Cortes en las laderas de mayor pendiente desestabilizaron las laderas adyacentes y causaron un aumento en los materiales que fluyeron hacia los caudales. La pendiente también cedió a la acumulación de presión de escorrentía que redujo su estabilidad. Cuando colapsó totalmente gran parte de la ladera el curso de los ríos se vio bloqueado y la ruptura de esos represamientos por la presión ocasionó los lahares. Todos estos procesos ocasionaron un flujo de agua con alta concentración de sedimentos. Cuando la descarga de esta mezcla supera un valor crítico el flujo se transforma en un lahar. En esas circunstancias la masa ya no se comporta de acuerdo con las leyes de la hidráulica clásica y ocurren lo que los científicos denominan "flujos newtonianos", pues su relación agua/sólidos es inferior a 1 y a veces llega a valores de 0,50 o incluso menos.

A continuación se ocasiona una sedimentación de los materiales cuando los lahares llegan a pendientes de menor gradiente, al pie de las faldas del volcán, colmatando los canales y reduciendo la

capacidad de transporte (drenaje o carga) de los ríos. Ello llevó a que se abrieran nuevos cursos de los ríos, como fue el caso más notorio en Verapaz. Elemento adicional al proceso es el carácter pulsante del flujo: la parte frontal de lahar contiene los materiales más gruesos que reducen la velocidad del mismo ocasionando represamientos que al romperse permiten una nueva aceleración. Testigos oculares en Verapaz observaron varias oleadas previas a la avalancha principal que devastó la ciudad.

Lahares menores continuaron a lo largo del canal de las cuencas sin entrar a la población aunque los volúmenes de materiales llenaron tales canales, haciéndolos desbordar en diversas direcciones que afectaron territorios aledaños y vastas zonas de las poblaciones. Las mediciones de SNET y el MARN permiten estimar la magnitud de los principales lahares que surgieron del volcán de San Vicente.

CUADRO 3
CARACTERÍSTICAS DE LOS LAHARES EN EL VOLCÁN DE SAN VICENTE

Cauce (población afectada)	Área de sedimentación	Grosor de la sedimentación	Volumen de la sedimentación	Distancia de escurrimiento
El derrumbo (Guadalupe)	250 000 m ²	0,5 – 2,5 m	360 000 m ³	6 km
La quebradona (Verapaz)	150 000 m ²	0,5 – 2,0 m	250 000 m ³	6 km
El amate blanco (Tepetitán)	250 000 m ²	0,5 – 2,0 m	300 000 m ³	6 km

Fuente: SNET/MARN.

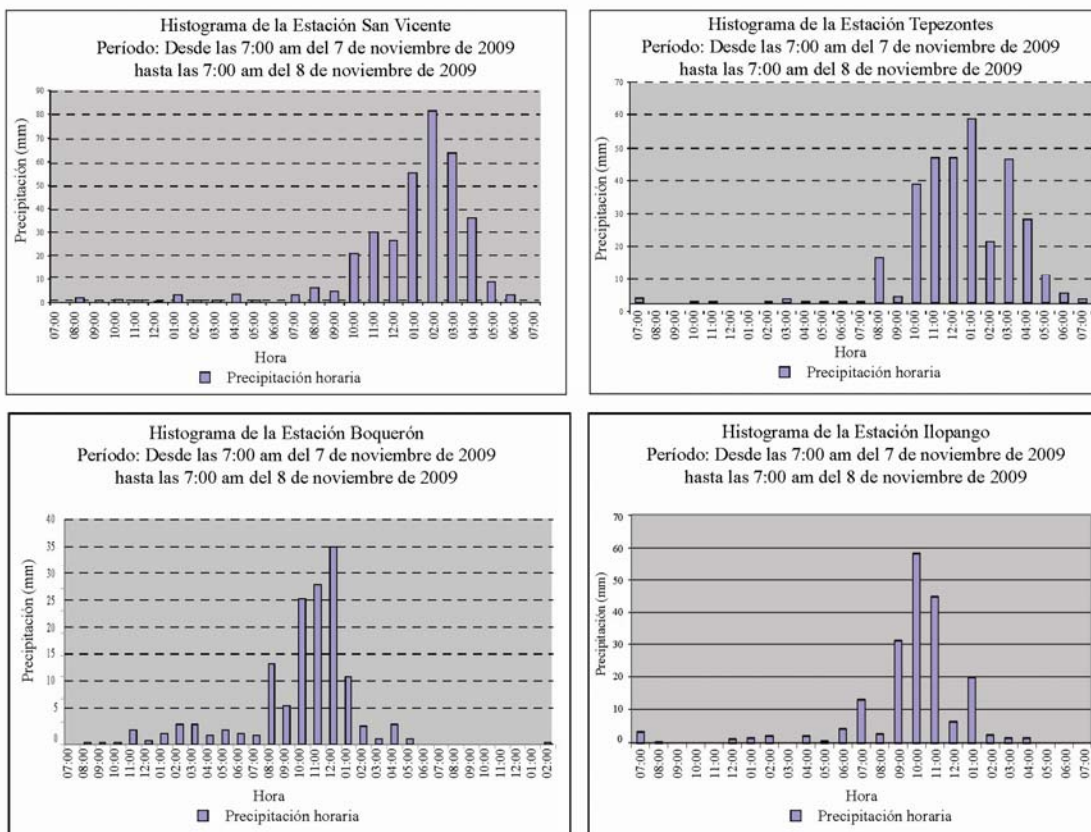
La literatura especializada⁶ ha generado modelos para determinar la velocidad alcanzada históricamente por lahares. Un lahar “típico” puede alcanzar una gran velocidad en la parte de mayor pendiente de un volcán (hasta 50 m/s). En la parte superior del abanico aluvial la velocidad puede variar entre 15 m/s y 25 m/s, en tanto en la parte inferior, en la zona más suave del abanico variará entre 5 m/s y 15 m/s. Sin embargo resulta sorprendente cómo los lahares logran mantener su movimiento por muchos kilómetros incluso en terrenos casi planos (como ocurrió en las planicies costeras del Departamento de La Paz). Los lahares se movieron a una velocidad entre 6-10 km, transportando rocas de entre 10 y 20 toneladas con pendientes no superiores a 2-3°. Ello fue posible al elevado contenido de agua que redujo casi a cero la fricción en el lecho de desplazamiento.

⁶

- Modelos cinemáticos del movimiento rectilíneo de flujos:
 - a) $V = V_0 + gt$; donde V: velocidad final (m/s), V_0 : velocidad inicial (m/s), a: aceleración del Movimiento (m/s²), y t: tiempo de llegada hacia zona de estabilización (segundos).
 - b) $e = V_0t + 1/2gt^2$; donde e: es alcance de material transportado (en km).
 - c) $V^2 = V_0^2 + 2gh$.
- Ley de Darcy para determinar la descarga de material transportado en m³/segundos.
 $Q = V \cdot A$; V: velocidad del flujo (m/s), A: sección del canal por donde se mueve el flujo dada m²
- Modelo matemáticos de relación para cálculo de parámetros geométricos del flujo de lodo:
 $V = \text{Ancho (A, dado en metros)} \times \text{Largo (l, dado en metros)} \times \text{espesor (E, dado en metros)} = m^3$; donde E: es el alcance de material transportado en km; y A = ancho x l dado en m² siendo el área física ocupada por el flujo de lodo.

El corte de la sección del lahar que fluyó sobre Verapaz midió cerca de 100 m^2 . Con una velocidad de flujo de 10 m/s la descarga debe haber sido cercana a $1000 \text{ m}^3/\text{s}$. El daño a la vegetación y las construcciones en Verapaz evidencia que el lahar tuvo una altura de alrededor de 3 metros. Si se asume la velocidad de 10 m/s en la pared vertical la presión habría sido del orden de 200 kPa (kilómetros por área), lo que corresponde a 20 ton/m^2 , fuerza que incluso edificaciones de gran resistencia no podrían haber tolerado.

GRÁFICO 1 HISTOGRAMAS



Fuente: SNET/MARN.

Los principales factores que contribuyeron a la magnitud de los lahares fueron:

- a) La saturación previa de los suelos cuando la intensidad de la lluvia se incremento, de modo que la lluvia impulsó directamente sobre la superficie de escurrimiento de manera que el tiempo de respuesta fue muy corto.
- b) La intensidad de la precipitación fue alta (más de 20 mm/hr) por un período largo de 7 horas y en nivel excesivo por tres horas, causando una escorrentía extrema.

c) Presencia de abundante material en los cauces de los ríos que fue erosionado aumentando las fuentes de sedimentación acarreado durante la inundación. Tal presencia de material de arrastre se asocia a los terremotos de 2001 que ocasionaron varios deslizamientos en las cuencas que los depositaron en las cuencas.

Como consecuencia de todo ello, la misión pudo constatar que poblaciones y ciudades localizadas cerca de los cauces de los ríos adyacentes al volcán de San Vicente sufrieron directamente el impacto de los lahares que fluyeron por las cuencas principales, con consecuencias severas en la vivienda y la infraestructura urbana de Verapaz, San Vicente y Guadalupe. Asimismo viviendas y poblaciones—incluso un centro vacacional— localizados en las riberas del Lago de Ilopango fueron cubiertos por los deslizamientos y se erosionaron sus cimientos por la erosión hídrica. Fue notable la destrucción de puentes y el daño en alcantarillas y drenajes de muchos caminos. En otros, hubo cortes ocasionados por los depósitos de materiales sueltos, rocas y lodo. De otra parte superficies extensas dedicadas a la agricultura en los abanicos pluviales fueron cubiertos de grava y arena debido a la inundación. La sedimentación en numerosos ríos y en particular en el Lago de Ilopango por depósitos de barro causó inundaciones y en este último se bloqueó su desagüe natural. Este desagüe ya había sido bloqueado durante los terremotos de 2001 y la incompleta obra de drenaje y construcción de un sistema de drenaje colapsó al erosionarse gaviones y muros, quedando expuesta la fragilidad del mismo, por el carácter estrecho del paso de salida.

De manera esquemática, se caracteriza así el evento, de la manera siguiente: en lo climático ocurrió una combinación de baja presión y tormenta tropical que causa elevada y concentrada pluviometría (del nivel de retorno entre 100 y 300 años), con consecuencias diferenciales:

a) En el volcán Chinchontepec lo que sucedieron en realidad fueron "lahares", lo que en geología se denomina como "aludes torrenciales en terrenos volcánicos".

b) Una cantidad muy grande de sólidos, en proporción de 0,60 a 1 con respecto al agua

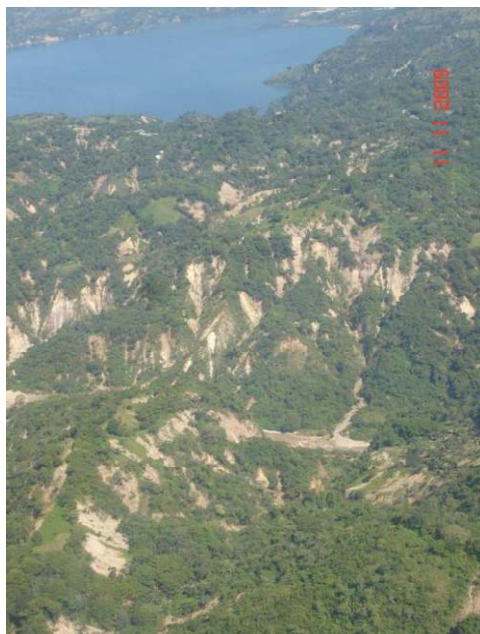
c) En las cuencas bajas, el asolvamiento previo de los caudales en su cuenca ocasionó una inundación más extensa.

Al llegar la correntada al borde costero—que es elevado con respecto a la planicie y en el cual se han construido carreteras paralelas a la costa, balnearios y casas de playa, se impidió el desagüe natural costero y las bocas de los ríos se vieron rebalsados ocasionando que se abrieran nuevas salidas causando destrucción en la costa.

IMAGEN 7
DESLIZAMIENTOS Y LAHARES



Fotos SNET/MARN



Fotos SNET/MARN