

El Sistema de las Naciones Unidas activó sus mecanismos de cooperación inmediatamente después de conocidas las consecuencias de las intensas lluvias ocurridas en diciembre de 1999 y que provocaron en el país graves pérdidas de vidas y de bienes.

La Asamblea General de las Naciones Unidas –en la tercera semana de diciembre de 1999– adoptó una resolución convocando a la cooperación internacional. Por su parte, la Representación del Sistema de las Naciones Unidas/Representación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Caracas asumió los aspectos operacionales y de coordinación de la referida ayuda que en una primera instancia fue de naturaleza humanitaria para atender la emergencia.

La Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) destacó en Caracas a su Especialista Regional para América Latina y el Caribe quien, trabajando conjuntamente con el Equipo Nacional de Evaluación y Coordinación en Caso de Desastres (UNDAC), y con apoyo de la Representación en el país, preparó los informes periódicos de situación. Estos documentos fueron la base de la información oficial que difunde las Naciones Unidas desde Ginebra para movilizar la ayuda de emergencia de los países donantes. Dentro de este marco, OCHA y la Representación local del PNUD constituyeron un grupo de trabajo de especialistas, académicos venezolanos, para realizar –con financiamiento conjunto de la Corporación Andina de Fomento (CAF)– una caracterización del desastre.

Es para nosotros un placer compartir con la comunidad nacional e internacional interesada en este fenómeno el producto de este estudio. Al reconocer el profesionalismo de los autores y agradecer su inmensa contribución para documentar el problema, confiamos que ésta sea de utilidad para las autoridades competentes de Venezuela en el diseño de una estrategia de rehabilitación y reconstrucción que incluya aspectos de prevención y mitigación de desastres que, en el futuro, minimicen las graves pérdidas en vidas y bienes que provocó el fenómeno acaecido en diciembre de 1999.

Ricardo Tichauer
Coordinador Residente del Sistema Operacional de las Naciones Unidas
y Representante Residente del PNUD en Caracas

Emergencia 99

Efectos de las lluvias caídas en Venezuela en diciembre de 1999

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD
(Office for the Coordination of Humanitarian Affairs - OCHA)

Corporación Andina de Fomento -CAF

CDB publicaciones

Primera edición 2000

© Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD
© Coporación Andina de Fomento-CAF

Edición: Helena González

Diseño de Portada: Helen Maso

Imagen: Flujos de lodo en las zonas bajas de la cordillera y cauce de la quebrada

Montaje electrónico: Juan Francisco Vázquez
Tel.: 577.05.66

ISBN 980-6456-03-3

Depósito legal: lf6782000904330



CDB publicaciones

Apartado Postal 50263-Caracas 1050

Tel.: (582) 241 88 37-951 10 02 - Fax: (582) 286 59 06 Correo-E: cdbpub@cantv.net

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD y a la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (conocida por sus siglas en inglés, OCHA-Office for the Coordination of Humanitarian Affairs), así como a la Corporación Andina de Fomento-CAF, instituciones que delegaron en nuestro grupo de trabajo la tarea de recabar la información que se incluye en este Documento.

Esta información ha permitido elaborar un diagnóstico preliminar de las causas y los mecanismos que controlan este fenómeno natural. Adicionalmente, dejamos constancia de la colaboración recibida por parte de las siguientes personas e instituciones: Oficina Panamericana para la Salud (OPS) en la persona del Ing. Marco Rondón; Prof. Víctor Sardi, Individuo de Número de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales; Ingeniero Lila Gil de la Corporación Andina de Fomento (CAF); Fuerza Armada Nacional, por los vuelos en helicóptero; Capitán Rolendio Bracho, de la Dirección de Geografía y Cartografía de las Fuerzas Armadas (DIGECAFA); profesor Roberto Prato, de la Fundación Andrés Mata, por su asistencia en la recopilación de información del periódico *El Universal*; geógrafo Carlos Barrientos S. por su colaboración en el análisis morfométrico de la cuenca del río Uria; Dr. Freddy Losada, por su colaboración en el diagnóstico preliminar de la línea de costa y playa del estado Vargas.

Igualmente queremos agradecer la colaboración prestada por las personas que mencionamos a continuación: Ing. Jorge Lamberti, CANTV; Mariela Gómez, CADAFE; Lic. Marisela Nuñez, FEDE; Arq. Alvaro Bonilla, Ministerio de Sanidad y Bienestar Social; Ing. Fabiola Andrade, Ministerio de Infraestructura; Ing. Juan Carlos Mochin, HIDROCAPITAL; Ing. José G. Sottolano, HIDROVEN; Lic. Carlos León, FENAHOVEN.

Dejamos también constancia de la colaboración prestada por José P. Grases F. (Coordinador), Anna C. Grases F., Armando Hernández, Beatriz de Novak, Daniela Grases M., Mariella Feo, Melisa Ferrando, Miguel Grases F. y Seraidi Chesney, en el acopio de información y entrevistas a los damnificados alojados en el Parque Naciones Unidas y en El Poliedro de Caracas.

Finalmente, deseamos agradecer a Milagros Brito y Yelitza Bolívar por la transcripción del documento.

Este Informe sobre los efectos de las lluvias
caídas sobre Venezuela en diciembre 1999,
ha sido elaborado por:

Ing. José P. Grases, Dr. C., Coordinador

Ing. José I. Amundaray, Ph. D.

Ing. Alfonso Malaver, M. Sc.

Geol. Piero Feliziani S.

Ing. Luis Franceschi, M. Sc.

Biol. José C. Rodríguez, M. Sc.

Las fotografías contenidas en este Documento han sido tomadas por sus autores, salvo indicación expresa al pie de la misma.

Indice

Resumen ejecutivo	9
1 Objetivos, alcance y organización	15
2 Antecedentes	16
2.1 La Guaira, 11 al 13 de febrero de 1798	
2.2 Tormenta del 15 al 17 de febrero de 1951	
3 Lluvias sobre la geografía venezolana en 1999	19
3.1 Introducción	
3.2 Primeras manifestaciones de torrentes desbordados	
4 Meteorología	22
4.1 Introducción	
4.2 Información pluviométrica	
5 Aspectos geológicos y geomorfológicos	27
5.1 Generalidades	
5.2 Algunos aspectos climáticos	
5.3 Geología del área de estudio	
5.4 Geomorfología	
5.5 Algunas consideraciones morfométricas	
5.6 Posibles causas preparatorias de los movimientos de masas	
5.7 Algunas observaciones sobre el proceso de meteorización y sus consecuencias	
5.8 Conclusiones y recomendaciones	
6 Hidrología e hidráulica	56
6.1 Eventos excepcionales ocurridos en el estado Vargas en épocas recientes	
6.2 Características de las cuencas	
6.3 Descripción del proceso	
6.4 Zonificación de los procesos	
6.5 Conclusiones y recomendaciones	

7 Aspectos geotécnicos	68
7.1 Características geotécnicas y topográficas	
7.2 Descripción de los movimientos de masas	
7.3 Influencia de las lluvias	
7.4 Efectos de la deforestación	
7.5 Mecanismos generadores de fallas	
7.6 Conclusiones	
7.7 Recomendaciones	
8 Evaluación de daños y pérdidas	100
8.1 Breve descripción de la interrupción ocasionada en el país	
8.2 Evaluación de daños en las entidades federales más afectadas	
8.3 Evaluación de daños en el estado Vargas	
8.4 Recomendaciones	
9 Impacto ambiental	122
9.1 Introducción	
9.2 Causas y consecuencias de los procesos que causaron la tragedia durante los días 15 y 16 de diciembre de 1999	
9.3 Diagnóstico preliminar de la situación actual de la costa y playas del estado Vargas	
9.4 Recomendaciones	
10 Estimación de pérdidas económicas por sectores	135
Alcance	
Precios unitarios	
Sectores evaluados	
Inversión en mitigación	
11 Recomendaciones	140
Glosario	143
Anexos	145

Resumen Ejecutivo

Los aludes catastróficos asociados a lluvias intensas en la Cordillera del Litoral Central de la Costa de Venezuela, tal como los sucedidos en diciembre de 1999, son fenómenos naturales sobre los cuales se tiene conocimiento desde tiempos históricos, así como inferencias de tiempos prehistóricos. Ocasionalmente han estado acompañados por perturbaciones atmosféricas previas de varios meses de duración, que abarcan una amplia extensión geográfica del norte del país; en esta ocasión, este hecho está por confirmarse con el debido respaldo de registros pluviométricos, aun cuando se ha inferido a partir de información periodística desde el mes de abril de 1999.

Este documento tiene los siguientes tres objetivos:

- a) recoger información sobre los efectos en zonas habitadas a nivel nacional, así como las estimaciones de pérdidas económicas directas;
- b) adelantar un diagnóstico sobre el origen y los mecanismos que generan avalanchas como las sucedidas en el flanco norte de la Cordillera de la Costa;
- c) presentar recomendaciones y lineamientos generales para la mitigación.

La información sobre los efectos a nivel nacional se ha fundamentado en documentos oficiales emitidos por diversos organismos del Estado, algunos de los cuales son de carácter preliminar; información publicada por la prensa nacional; visitas de campo aéreas y terrestres; en el caso particular del estado Vargas, 165 entrevistas con personas alojadas en centros de atención de damnificados en Caracas, así como resultados de evaluaciones hechas sobre aerofotografías escala 1:5000, pre y pos-desastre, realizadas por la Dirección de Geografía y Cartografía de las Fuerzas Armadas (DIGECAFA).

Tomando en consideración la amplitud y diversidad de los sectores afectados, los datos y cifras que se dan en este Documento en su mayoría provienen de los Informes referenciados, los cuales ocasionalmente no concuerdan con informaciones de prensa. En forma resumida, el balance de esta catástrofe a nivel de las 8 entidades federales más afectadas, es el siguiente: el número de víctimas es desconocido, estimándose el total entre 15 mil y 50 mil; de las 273 mil personas afectadas, 30% se consideran damnificadas; el número de viviendas que han sufrido algún tipo de daño es del orden de 64 mil, de las cuales 38% se consideran destruidas; de un total de 70 hospitales y 251 ambulatorios, 13% y 19% respectivamente, sufrieron algún tipo de daño; de una matrícula total de 726.614 alumnos pertenecientes a 2.189 centros educativos, se reporta algún tipo de daños en 7% de éstos; los daños en obras de infraestructura representan cerca de 40% de las pérdidas totales.

Se ha prestado atención especial a los problemas propios del impacto ambiental del sistema marino costero y terrestre en relación con el cual se presenta una evaluación preliminar y la justificación de algunos de los estudios necesarios para recuperar las condiciones sanitarias y el equilibrio ecológico que garanticen el desarrollo de actividades económicas.

En relación al diagnóstico sobre el origen y los mecanismos que desencadenan deslaves, flujos torrenciales o avalanchas como las sufridas los días 15 y 16 de diciembre en el flanco norte de la Cordillera de la Costa, se considera fundamental respaldarlo con información recabada inmediatamente después del evento; esta es la razón por la cual se le dedica especial atención a este aspecto. Su mejor comprensión contribuirá a seleccionar la estrategia de prevención más adecuada a largo plazo, en ambos flancos de la Cordillera. Se tratan aquí por separado las siguientes áreas de especialización, necesarias para entender las causas de eventos como el del año 1999:

- la información meteorológica y pluviométrica accesible y el acopio de antecedentes históricos de precipitaciones torrenciales en las cuencas del flanco norte de la Cordillera;
- la geología general de ese flanco y las posibles causales concomitantes que pudiesen explicar el volumen y tipo de material arrastrado, aplicado con carácter preliminar a una de las cuencas más afectadas;
- las razones geotécnicas que explican la inestabilidad de laderas y las evidencias de flujos de detritos y rocas observados, muy en especial por el hecho de que las precipitaciones más intensas que cayeron sobre materiales saturados y el inicio de las grandes crecidas de ríos que drenan al mar, son aproximadamente coincidentes en el tiempo según registros recuperados en un pluviómetro ubicado en la base del flanco norte.

Del análisis de los aspectos evaluados, de los eventos históricos conocidos, así como de las experiencias presentadas por varias de las misiones de expertos que han venido al país, sobre los fenómenos que afectaron el estado Vargas se pueden adelantar algunas conclusiones preliminares. Entre ellas destacan las siguientes:

1. Un porcentaje importante de las zonas urbanizadas en los pie de monte de la Cordillera de la Costa, puede ser afectado por precipitaciones excepcionales. El caso del estado Vargas 1999 tiene antecedentes históricos documentados y alcanzó niveles catastróficos debido a la elevada densidad de ocupación de las áreas costeras formadas por conos de deyección. Hay razones para asegurar que estos eventos puedan repetirse, incluso en la vertiente sur de la Cordillera.
2. Aun cuando el número de instrumentos de registro pluviográfico instalados en el área afectada es muy limitado, se infiere que en los ríos y quebradas del flanco norte de la Cordillera el volumen de precipitaciones, durante los días 14,15 y 16 de diciembre, alcanzó valores más de 20 veces mayores que los medios mensuales promedio. Con base en la estadística disponible de precipitaciones en el Litoral Central, tales volúmenes corresponden a precipitaciones poco frecuentes.
3. Como agravantes concomitantes, las precipitaciones en el mes anterior fueron aproximadamente 5 veces mayores que el valor medio; además, la insolación en el área, sobre la cual no se dispone de mediciones, se ha estimado menor que la media, vistas las condiciones predominantes del clima durante las semanas anteriores al 15 de diciembre.
4. De lo anterior se desprende que la distribución acumulada de precipitaciones

en el tiempo, en las partes más altas de las cuencas de la Cordillera de la Costa, puede correlacionarse con la probabilidad de que se originen grandes flujos de masas de líquidos y sólidos de modo simultáneo en múltiples cuencas adyacentes a la Cordillera. De hecho, esta correlación ha sido establecida en áreas de Brasil, Puerto Rico y otros lugares, y son aplicadas con fines preventivos.

5. El análisis de la geología del área revela que, en términos generales, los grandes bloques se han desprendido de las partes más altas de las cuencas. Igualmente, se observa cierta correlación entre los materiales de los conos de deyección y la geología conocida de la correspondiente cuenca. En una evaluación más detallada de una cuenca tomada como muestra, se han identificado lineamientos de fallas geológicas que controlan un porcentaje importante de los cauces de las subcuencas, las cuales probablemente proporcionaron material pétreo de arrastre adicional. La presencia de nueve canteras de explotación de roca en las partes bajas de algunas de las cuencas requiere evaluación.
6. El estado de saturación en el cual se encontraban los suelos residuales superficiales, predominantemente en las alturas intermedias, bajo la acción de las lluvias más intensas desencadenó su inestabilidad dando lugar a un elevadísimo número de deslizamientos y flujos. La pérdida de cobertura vegetal afectó el ambiente en una medida aún desconocida, conformando lodos densos, con elevada capacidad de arrastre del material por las pendientes de los cauces. El volumen de material depositado en la costa o empujado mar afuera se estima entre 5 y 8 millones de metros cúbicos, modificando la línea de costa respecto de la original.
7. Evaluaciones preliminares que incorporan las pendientes predominantes de las laderas y de los cauces permiten adelantar velocidades de desplazamiento de estos flujos torrenciales en exceso de 20 km/hora pudiendo alcanzar más del doble en las zonas de mayor pendiente. Esto clasifica el evento en el máximo grado de la escala de Cruden-Varnes (Clase 7), asociado al máximo poder destructor, con pocas posibilidades de escape de la población si no se cuenta con sistemas de alerta temprana.

Con base en las conclusiones anteriores, en las diferentes secciones del presente documento se dan un conjunto de recomendaciones. Entre las más importantes relativas al estado Vargas, se retienen aquí las siguientes:

- A. Iniciar en forma perentoria los estudios, las mediciones y los análisis que permitan comprender claramente el origen de los fenómenos que afectaron al estado Vargas en diciembre de 1999. Para ello se recomienda delegar estas tareas a una institución capacitada que emprenda una evaluación integral de riesgos naturales: lluvias torrenciales y riesgo de avalanchas, sismos y otros riesgos geológicos.
- B. Dar continuidad y reforzar la instalación de la red de equipos de registro y control telemétrico de lluvias (CAF-MARN), que permita un monitoreo continuo y la operación de sistemas de alerta temprana a poblaciones expuestas a estos riesgos.
- C. Proceder al estudio y análisis de los cauces que drenan hacia las zonas urbanas,

e iniciar las obras de corrección de torrentes con el objetivo de retener los sólidos. Diseñar y construir canales de drenaje al mar. En las obras anteriores se recomienda utilizar los materiales aportados por los aludes.

- D. En armonía con los citados canales de drenaje, se recomienda dejar espacios libres a los lados del mismo y restituir las cotas originales de las áreas urbanizables. Esto facilitará la recuperación de redes de servicio, así como la evaluación de los daños que puedan haber sufrido los edificios multifamiliares, cuya seguridad estructural no es evaluable en las condiciones actuales.
- E. Iniciar acciones para la reintroducción de especies autóctonas según las alturas, para favorecer el desarrollo de vegetación que recupere las condiciones previas y actúe como protectora de los estratos más superficiales.
- F. Aprovechar las acciones de rehabilitación para rediseñar el sistema de tratamiento y disposición de aguas servidas en el litoral con el fin de llevar a niveles tolerables la contaminación de las aguas marinas cercanas a la costa.

Todo lo anterior presupone la ejecución de obras básicas de rehabilitación como son: agua potable, redes de drenajes de aguas de lluvia y plantas de tratamiento de aguas servidas recién mencionadas, otras redes de servicios, mejoramiento en la vialidad urbana, etc. Los sistemas de vialidad y transporte a todo lo largo del estado, así como los problemas de vivienda, deben responder a un plan integral que incorpore las variables urbanísticas del Estado.

El total de pérdidas directas o costos de reposición se ha calculado como valor acumulado de los diferentes sectores evaluados: Infraestructura, Salud, Vivienda, Educación, Producción, Energía y otros. Con la información recabada, la estimación de pérdidas directas alcanza la cifra de 1.234 millones de bolívares (1.900 millones de US\$), discriminada en la forma que se anota en la Tabla 10.2; los sectores más afectados son los de Infraestructura y Vivienda. Del total, cerca de 80% de las pérdidas corresponden al estado Vargas.

Como se ha dicho, las pérdidas recién anotadas son esencialmente representativas de los costos de reposición. Cada sector evaluado deberá ser afectado por un factor de mayoración, propio de los efectos indirectos asociados a la disrupción; esta tarea corresponde a organismos especializados en materia de pérdidas socioeconómicas.

Adicionalmente a los costos directos e indirectos, la decisión de mantener urbanizado y económicamente activo el estado Vargas, implica ineludibles inversiones con fines de prevención y mitigación como las señaladas en las recomendaciones; su costo, según estimaciones preliminares, conduce a valores del mismo orden de magnitud que las pérdidas directas. Por tanto, el costo total: pérdidas directas, indirectas y de mitigación, puede triplicar el monto de las pérdidas directas aquí estimadas.

Finalmente, en varias de las secciones se retienen un conjunto de recomendaciones adelantadas por los diferentes especialistas que han intervenido en su elaboración. Por abarcar una temática muy amplia, las más importantes se han consolidado en una sección única al final del Documento, así como en el presente Resumen Ejecutivo. Se hace énfasis en aquellas orientadas a la prevención y mitigación

del riesgo en zonas urbanas, propio de esta amenaza natural. Todas ellas pueden iniciarse a corto plazo, en forma simultánea, debidamente coordinadas por una Institución que actúe como ente centralizador.

1. Objetivos, alcance y organización

El objetivo central del presente documento es recoger la información más objetiva posible sobre los daños ocasionados por persistentes precipitaciones caídas sobre el territorio venezolano, en particular los efectos catastróficos en el estado Vargas durante los días 15 y 16 de diciembre de 1999.

Con este fin se constituyó un grupo de trabajo conformado por especialistas en las siguientes disciplinas: Geología, Hidrología, Geomorfología, Ingeniería Estructural, Geotecnia y Ecología. A este equipo se le estipuló un plazo de 30 días para elaborar el presente Documento.

Para su mejor comprensión, en este trabajo se sintetiza información sobre algunos antecedentes históricos de precipitaciones intensas en la región más afectada, que es la Cordillera de La Costa, situada en el litoral norte-central del país. Igualmente, se analizan las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas de dicha región, así como los mecanismos más probables de generación de avalanchas o flujos de lodo, con el fin de lograr un diagnóstico objetivo del evento.

Después de presentar un resumen sobre la disrupción ocasionada en el país, se describen los efectos conocidos en las áreas más afectadas. Estos efectos se agrupan con arreglo a un conjunto de sectores que abarcan aspectos sociales, de infraestructura y económicos. Por haber afectado extensas áreas de parques de la nación, así como la zona de playas de la capital, se dedica especial énfasis al posible impacto de este evento ambiental a corto y largo plazo.

Por la importancia de las pérdidas humanas y económicas asociadas a este fenómeno natural, se presenta un conjunto de recomendaciones fundamentadas en los resultados obtenidos a fin de que sean consideradas en la estrategia de prevención y mitigación.

Finalmente, en este documento se presenta una síntesis de los montos estimados de pérdidas económicas directas, con base en la información recabada de diferentes organismos oficiales. Estos son representativos del costo de reposición, aun cuando omiten las pérdidas indirectas propias de una disrupción de amplitud e intensidad sin antecedentes en nuestro país.

2. Antecedentes

Entre las amenazas naturales que han afectado la geografía venezolana desde tiempos históricos, están las precipitaciones excepcionales. Estas se han manifestado en forma de inundaciones, así como deslaves con un grado variable de afectación sobre las obras hechas por el hombre. Cuando ésta sobrepasa ampliamente la capacidad de recuperación inmediata, el evento alcanza el carácter de catástrofe. Tal fue el caso de las inundaciones de febrero del año 1951 y otros eventos citados en la literatura sobre este tema, así como las lluvias que afectaron varios estados del país durante la primera mitad del mes de diciembre de 1999, muy especialmente en el área que abarca el estado Vargas y el norte de Miranda.

De acuerdo con la literatura revisada sobre los diluvios sucedidos en la vertiente septentrional de la Cordillera de la Costa, estos presentan las características propias de una abrupta topografía. Es decir, la poca distancia que hay desde las grandes alturas de la sierra –las cuales alcanzan un máximo de 2.762m en el pico Naiguatá– hasta la orilla del mar. Esto da lugar a fuertes pendientes que son recorridas por múltiples quebradas y torrentes, los cuales ocasionalmente pueden ser ríos torrenciales de gran caudal, con cuencas y subcuencas interconectadas de extensión variable: desde unos 80km² hasta menos de 2km² (Sardi, 1959).

Eventos hasta 1954

Sobre los grandes diluvios conocidos en tiempos históricos, en los últimos dos siglos destacan los que referenciados en: Humboldt, 1828; Hernández P., 1939; Röhl, 1949; Sardi, 1959; Singer et al., 1983; *El Universal*, 17 al 27 de febrero 1951; Sucre P., 1951; Ferrer, 1999, y toda la prensa nacional en noviembre-diciembre 1999. Algunas de las inundaciones que por su intensidad han afectado áreas urbanizadas se encuentran en Röhl (1949) y Sardi (1959). En la Tabla 2.1 se reproduce la información acopiada por Sardi (1959).

Los eventos de mayor intensidad sobre los cuales se dispone de información (Anexo 1) se describen a continuación.

2.1 La Guaira, 11 al 13 de febrero de 1798

Con base en la descripción de un testigo presencial y sus reportes, así como en las observaciones de Humboldt, quien visitó la zona algo más de un año después del suceso, entre el 11 y el 13 de Febrero de 1798 La Guaira sufrió los efectos de una severa tormenta, cuya relación pormenorizada se acompaña en el Anexo IA. En esa ocasión, el río Osorio experimentó un notable incremento en su caudal, saliéndose de su cauce, consecuencia de más de 60 horas de lluvia, lo cual obligó a construir obras de emergencia para desviar el rumbo que llevaba la creciente hacia el centro de La Guaira (hacia la hoy conocida como Plaza Vargas).

Los pueblos circunvecinos no salieron ilesos, "...pues si no tuvieron que llorar vidas, lamentaron sí, las pérdidas de bienes...". "Tal lo acontecido en Maiquetía (donde se presentó) tan fuerte avenida de aguas por el río y sus quebradas, que en menos de 10 minutos desampararon las casas y se refugiaron en la iglesia..."

"La relación circunstanciada de los ahogados y muertos en las ruinas... cada día van saliendo otros de los que no se sabía; bien que concibo no se podrá saber jamás con toda certeza porque el pueblo es de tantos forasteros y han perecido en las casas destruidas, y ciegas de fango y piedras con que se inundaron, se consumirán enterrados en ellas antes de que pueda limpiarlas..."

Supuesta el área de la cuenca del río Osorio en 4,6km², para ese evento Sardi (1959) estimó un escurrimiento unitario de unos 23,1m³/seg por kilómetro cuadrado.

2.2. Tormenta del 15 al 17 de febrero de 1951

En los Anexos 1B y 1C se compendia y acompaña información y documentos acopiados sobre este evento, el cual tuvo una duración de 72 horas. De acuerdo con el citado trabajo de Sardi, otros diluvios reseñados por Röhl (1949) no habrían alcanzado la magnitud de los del año 1951: [éste] "...parece ser el más importante de todos las que se recuerdan en esa zona...". Y añade: "A falta de estudios de frecuencias de los gastos máximos de las avenidas, podría decirse que las crecientes de 1951 son de magnitud excepcional... aun cuando siempre es posible esperar eventos meteorológicos de mayor magnitud..."

Tabla 2.1
Inundaciones y lluvias torrenciales en el área de la
Cordillera de la Costa (Sardi, 1959)

Fecha	Áreas de afectación
1912 Agosto	Anare a Caruao
1914 Enero	Hacienda Puerto La Cruz
1927 Octubre	Hoya del Río Aguardiente (El Palito)
1938 Noviembre	Maiquetía
1944 Mayo	Hacienda Chichiriviche
1944 Noviembre	Mamo
1948 Agosto	Maiquetía, La Guaira, Macuto
1951 Febrero (15-17)	Choroní a Caruao (área epicentral en El Infiernito)
1951 Febrero (26)	Los Caracas
1954 Diciembre	Los Caracas

En la parte urbanizada de La Guaira, los efectos del río Osorio como consecuencia de las precipitaciones de febrero de 1951 presentan notables similitudes con la crecida del año 1798. La zona epicentral de esta tormenta se encontró en El Infiernito, donde se registró una precipitación de 419mm en 24 horas; según los mapas isoyéticos de esta tormenta, elaborados en el Servicio de Hidrología del INOS, dicha precipitación alcanzó 529mm en 60 horas. En el río Los Caracas, cuya hoya tiene una superficie de 77,7km² se obtuvo un escurrimiento unitario de cerca de 11m³/seg por kilómetro cuadrado.

3. Lluvias sobre la geografía venezolana en 1999

3.1 Introducción

A lo largo del lapso de los 8 meses que se extienden desde abril hasta noviembre de 1999, buena parte del cual puede considerarse como período lluvioso, el país sufrió una estela de daños e inundaciones que causaron pérdidas importantes: puentes en Barquisimeto, desbordamiento de ríos en Miranda, pérdidas de viviendas en múltiples localidades; durante los meses de octubre y noviembre se reportan daños en el estado Vargas (ver Anexos 2A y 2B).

Una revisión cuidadosa de las áreas afectadas por la persistencia de estas precipitaciones a partir del 26 de noviembre, período normalmente de baja pluviosidad, revela que en estados del norte del país, particularmente en el estado Vargas y en áreas urbanizadas aledañas como las que se encuentran al comienzo de la vieja carretera Caracas-La Guaira, las pérdidas de viviendas y de vidas fueron de consideración; el 6 de diciembre se decreta Vargas en estado de emergencia. El 11 de diciembre, Defensa Civil revela que –como consecuencia de inundaciones– desde mayo en el país ha habido 51 muertos, 32 mil damnificados y un número no determinado de pérdidas materiales; el 7 de diciembre, el Centro de Información Meteorológica de la Fuerza Aérea pronosticaba que las lluvias serían persistentes durante los 8 días siguientes.

3.2 Primeras manifestaciones de torrentes desbordados

El día 11 de diciembre una inesperada crecida del río Calabaza (la tercera del año que sufre Cúpira, en el estado Miranda) ocasionó una víctima. En la madrugada del día 12 el área oriental de Vargas fue severamente afectada; se indica que hay pueblos de la costa incomunicados y la cifra de damnificados varía entre 2.500 y 7.000. Efectivamente, desde el día 13 se reportan como poblaciones aisladas: Caruao, Osma, Oritapo, La Sabana, Quebrada Seca y Todasana. El día 12, en el Barrio Pueblo Nuevo de Naiguatá, se fue un cerro como consecuencia de un torrencial aguacero; adicionalmente, la quebrada Uria, que pasa a lo largo de Carmen de Uria, venía tan crecida que impedía el paso de vehículos por la costanera. En la vertiente sur del Avila el día 12 se reportan crecientes de ríos, con derrumbes en La Vuelta de San Juan en Guarenas; el río que pasa por Guatire, sector El Samán, también arrastró una persona el día 12. Ese día, la emergencia es declarada en el estado Miranda; en el estado Falcón, el Gobernador calificó la situación creada por las lluvias como: "...calamidad muy grande". El mismo día, comienzan en Caracas los deslizamientos en el Barrio 19 de Abril (Gramoven): unas 20 viviendas se desplomaron cerro abajo. Al día siguiente se reporta un gran derrumbe en Caucagua.

Aparte de los derrumbes en diversas carreteras de la zona norte central, para el

día 14 varias viviendas de la Urbanización Caribe (sector de Caraballeda) estaban aisladas por las aguas; Quebrada Seca, que separa Los Corales de Caraballeda ya traía cierta cantidad de agua. En Camurí Grande ese día, a las 12 del mediodía, comenzaron a crecer los ríos; en Tanaguarena, el mismo día 14, la quebrada Río Grande creció aun cuando no se salió del cauce. Varias carreteras del estado Falcón estaban bajo las aguas.

Días 15 y 16 de diciembre

El día 15, como a las 6am, comenzó a crecer el río San Julián; a las 7am en Carmen de Uria la quebrada ya arrastraba carros, paredes, neveras, etc. En Corapalito, ubicado después de Caraballeda, cerca de Playa Lido, el día 15 como hacia las 8am testigos presenciales señalan una primera crecida: "...y el río se salió". El río San Julián, a las 6:30pm del día 15 volvió a salirse, esta vez más crecido; ya bajaba fuera de su cauce por la avenida. Entre 1am y 2:30am del día 16, en Los Corales se oyó un gran ruido, a la vez que arremetía otra ola más fuerte; la Quebrada Seca comenzó a desbordarse; a las 10am se iniciaron los derrumbes de las montañas al sur de la urbanización y el San Julián alcanzó un ancho estimado en 900 metros. Entre 1pm y 1:30 pm (también se dan las 7pm) sucedió la peor de las crecidas.

A las 9pm del día 15 en Camurí Grande el río se salió de su cauce y a la 1am del 16, hubo una avalancha de matas, palos, etc. junto con un ruido horrible. En sectores bajos de Catia La Mar, las crecidas fuertes, acompañadas de gran ruido, fueron entre las 8pm y 10pm del día 15; el día 16 a las 10am se desbordó otra quebrada que desagua en ese sector del estado Vargas. En Maiquetía, Barrio El Rincón, el río Piedra Azul comenzó a crecer a las 11pm del día 15; a la 1am del día 16 se desbordó. En Macuto, a la medianoche del día 15 el agua inundaba la iglesia.

En los barrios de la carretera vieja Caracas-La Guaira se dan las siguientes horas como inicio de deslizamientos y/o crecidas: Blandín, a las 12:30 de la madrugada del 16; en Barrio El Limón algo antes, pues a las 9pm oyeron como un zumbido de agua; Plan de Manzano, el día 15, a las 9pm, sonó como un trueno y se empezaron a ir las casas; Nueva Esparta a la 1am del día 16; en Pariata hacia las 6:30am del día 16.

El día 15 a las 9am la Autopista Caracas-La Guaira ya estaba afectada por numerosos deslizamientos. En Caracas, a las 8pm del día 15 en el Barrio Vista Hermosa (frente a Palo Verde, en Petare) comenzó a ceder el cerro. Las primeras crecidas del día 15 se reportan en Altos de Lídice a las 9:30pm. En Los Chorros y Montecristo, hacia las 11pm fue necesario desalojar viviendas ubicadas en la primera vereda y en la cuarta transversal de Montecristo; los habitantes tuvieron que subirse a los techos.

La quebrada Anauco, Barrio López Méndez, a las 9pm del día 15 bajaba con furia inusitada; en la noche de ese día, inundaba la parte baja y la estación del Metro. En Cotiza, el embaulado explotó a las 9pm del día 15. En La Pastora (Los Mecedores), después de las 10pm, la quebrada Catuche arrastraba de todo. En

Gramoven se perdieron una veintena más de viviendas en la noche del 15 para el 16.

El día 16 la gran crecida del río Anare, en Anare, se reporta entre las 4 y 5:30am. En Naiguatá se reporta una gran crecida, con olas gigantes, entre las 5 y 6am del día 16; a las 10am y a la 1pm de ese día, se reportan crecidas súbitas.

En el Barrio El Cardonal de La Guaira a las 11am del 16 las crecidas eran muy grandes. En Corapalito la riada más fuerte fue el día 16 hacia las 4pm.

Simultáneamente, en varios estados extensas áreas se encontraban inundadas; en particular Miranda había sufrido la rotura de la represa de El Guapo el día 16 a las 5pm.

Las descripciones anteriores parecen señalar que las precipitaciones se desplazaron del este hacia el oeste, entre los días 11 y 15, con mayor volumen de precipitación en la vertiente norte de la Cordillera, aun cuando la afectación de buena parte del litoral central fue prácticamente simultánea los días 15 y 16.

4. Meteorología

4.1 Introducción

En condiciones normales, durante los meses de noviembre y diciembre se suele ubicar una zona de alta presión atmosférica sobre Venezuela, la cual, conjuntamente con vientos en altura que se mueven del Oeste hacia el Este pueden originar precipitaciones durante algunos días, con tendencia a ser de mayor duración hacia el nor-orienté del país. El mes de diciembre, corresponde por lo general al inicio del período seco de nuestro clima tropical; sin embargo, tal como se ha explicado en otras partes de este informe, al final y al inicio de la época seca han ocurrido crecientes excepcionales que han causado daños que merecieron ser anotados incluso por los historiadores.

El año 1999 resultó atípico, pues esta zona de alta presión se ubicó más al norte, aparentemente hacia la Península Ibérica. Esto generó una inestabilidad en extensas áreas de la región norte del país, las cuales recibieron frentes fríos desde el norte caracterizados por nubes bajas cargadas de agua que llegaron a las costas venezolanas. De esta forma se generaron precipitaciones anormales y recurrentes sobre extensas áreas de la costa noroccidental y central del país; parte de ellas se establecieron sobre la Cordillera de La Costa.

La situación de inestabilidad climática se extendió aproximadamente desde el 29 de noviembre hasta el 18 de diciembre, alcanzando su máximo desarrollo durante los días 15 y 16 de diciembre de acuerdo con los registros de diferentes pluviógrafos: estación Maiquetía, estación Escuela Naval de Venezuela (Mamo), estación La Carlota, Observatorio Cagigal. En particular destaca el hecho de que el total de precipitación en la estación Maiquetía entre los días 14 a 16 es aproximadamente 3 veces mayor que la correspondiente a Escuela Naval (Mamo), ubicada unos 7 a 8 km más al oeste.

Las precipitaciones de esos dos días, de naturaleza estacionaria, cayeron sobre terrenos saturados, lo cual desencadenó deslizamientos y derrumbes en múltiples cuencas de la Cordillera de la Costa, predominantemente en las del flanco norte. El arrastre de grandes masas de sedimentos, fenómeno sobre el cual hay antecedentes documentados (véase la sección 2 de este documento), fue posible debido a las fuertes pendientes que caracterizan buena parte de dichas cuencas.

4.2 Información pluviométrica

Información Nacional

En varias de las zonas afectadas del país donde se cuenta con registros pluviométricos, se han constatado precipitaciones elevadas cuando se comparan con registros que en algunos casos se extienden hasta 50 años. Por ejemplo: en

Tacarigua (Nueva Esparta), el registro acumulado de 449mm es el más alto en 50 años; en varias estaciones del estado Falcón, se obtuvieron registros elevados: en La Negrita, cerca de la represa El Isiro, el valor acumulado de 251,4mm es el más alto en 35 años de registro; en la costa, estación Tocopero, el acumulado es de 456,6mm, segundo valor más alto en 42 años, y en Tocuyo de La Costa el acumulado de 549,6mm es cercano al mayor en 32 años (que alcanza a 629,3mm). Situaciones similares se presentaron en áreas del estado Zulia (Ministerio de Ambiente, 1999). En las regiones costeras de los tres estados citados los valores promedio se encuentran entre el doble y el triple de los valores promedio anuales. Sólo se dispone de información limitada sobre los estados Miranda y Vargas, salvo la estación de Maiquetía.

Algunas frases del citado informe (MARNR, 1999) contribuyen a aclarar una hipótesis sobre el proceso que se presenta más adelante, pues se atribuyen las altas precipitaciones (Figura 4.1) a la:

“...presencia de una vaguada muy persistente durante casi 20 días del mes de diciembre (...)

La persistencia se debió a que fue bloqueada por la zona de Alta Presión del Atlántico, que a su vez, estuvo bloqueado por un ciclón extratropical estacionario sobre el Atlántico Norte del cual se desprendieron los restos de frente frío que intensificó la actividad de la vaguada (...)

Durante la temporada seca existe en la zona norte del país una zona de inestabilidad atmosférica marcada (...) que puede originar lluvias de muy alta intensidad (chaparrones)”

Del citado Informe, y de un informe elaborado por el servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (FAV, Servicio de Meteorología, 1999) se han copiado las cifras que se presentan en la Tabla 4.1.

En el informe preparado para CONAVI antes citado (FAV, Servicio de Meteorología, 1999), se presentan valores diferentes a los anotados por el MARNR (MARNR, 1999) para la lluvia diaria en Maiquetía (FAV).

No se han podido revisar los datos originales ni se han podido revisar las bandas de los pluviógrafos, de manera que no es posible explicar las diferencias entre las dos series correspondientes a Maiquetía; en efecto, la lluvia que no registró el pluviógrafo fue estimada con base a las lecturas diarias de los cántaros, citándose además una precipitación de 72mm durante una hora entre las 6:00am y las 7:00am del 16, que fue contabilizada para las 24 horas del día 15, que terminan a las 8:00am; cabe advertir que para los registros diarios en Maiquetía se cuentan las 24 horas del día a partir de las 8:00am (Pereira, 2000).

Lluvias ocurridas en el Litoral Central

En los días 14, 15 y 16 del mes de diciembre de 1999, ocurrieron lluvias excepcionales en el Litoral Central que superaron los 100mm/día en Maiquetía. Se-

gún los datos pluviométricos reportados por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETFV), en el período transcurrido entre el 01 y el 18 de diciembre se registró un total acumulado de 1.204mm de precipitación en la estación de Maiquetía. Los valores máximos ocurrieron los días 14, con 120mm, el 15 con 381mm, y el 16 con 410mm. En total, entre el 14 y el 16 de diciembre se registraron 911mm. Se presume que durante estos días de lluvia ocurrieron eventos concatenados de tormentas de corta duración con registros muy elevados. Se informó que el día 16 de diciembre el pluviómetro registró 72mm entre las 6 y 7 de la mañana (conversación personal con el Maestro Técnico José R. Pereira, Centro de Información Meteorológica de la Fuerza Aérea Venezolana).

Tabla 4.1
Comparación de valores de precipitación en diferentes estaciones

Día	P ⁽²⁾ (mm)	P _{media} ⁽²⁾ (mm)	P ⁽²⁾ (mm)	Precipitación (mm) ⁽¹⁾		
	Feb 1951		Dic 1999	Diciembre de 1999		
	FAV Maiquetía	FAV Maiquetía	FAV Maiquetía	Mamo	Cagigal	FAV La Carlota
1	36,0	0,5	8,0	20,1	0,3	0,0
2	1,0	0,0	77,3	31,1	0,0	0,0
3	0,0	0,1	121,2	29,5	3,5	23,2
4	0,0	0,0	11,8	1,0	2,8	4,7
5	1,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0
6	0,0	0,0	1,1	0,0	0,5	6,7
7	0,0	0,0	5,0	3,0	0,0	1,2
8	0,0	0,6	8,1	2,6	16,0	4,5
9	1,0	0,0	10,4	1,8	7,3	9,4
10	10,9	0,0	0,0	0,0	1,9	4,2
11	0,0	0,0	23,2	10,3	0,3	4,4
12	0,9	0,0	21,8	20,0	8,6	3,3
13	0,0	0,0	7,1	1,2	10,8	30,0
14	0,0	0,0	120,0	10,4	0,6	6,2
15	71,8	0,0	380,7	99,4	61,5	18,9
16	153,4	0,0	410,4	198,4	38,6	47,9
17	17,1	0,0	2,9	9,1	1,4	43,2
18	2,2	0,0				
19	18,3	55,0				
20	1,0	0,0				
Suma	282,2	58,7*	1.209	156,9	326,0	437,9

* Total para el mes, catalogado como promedio del período 1961-1990.

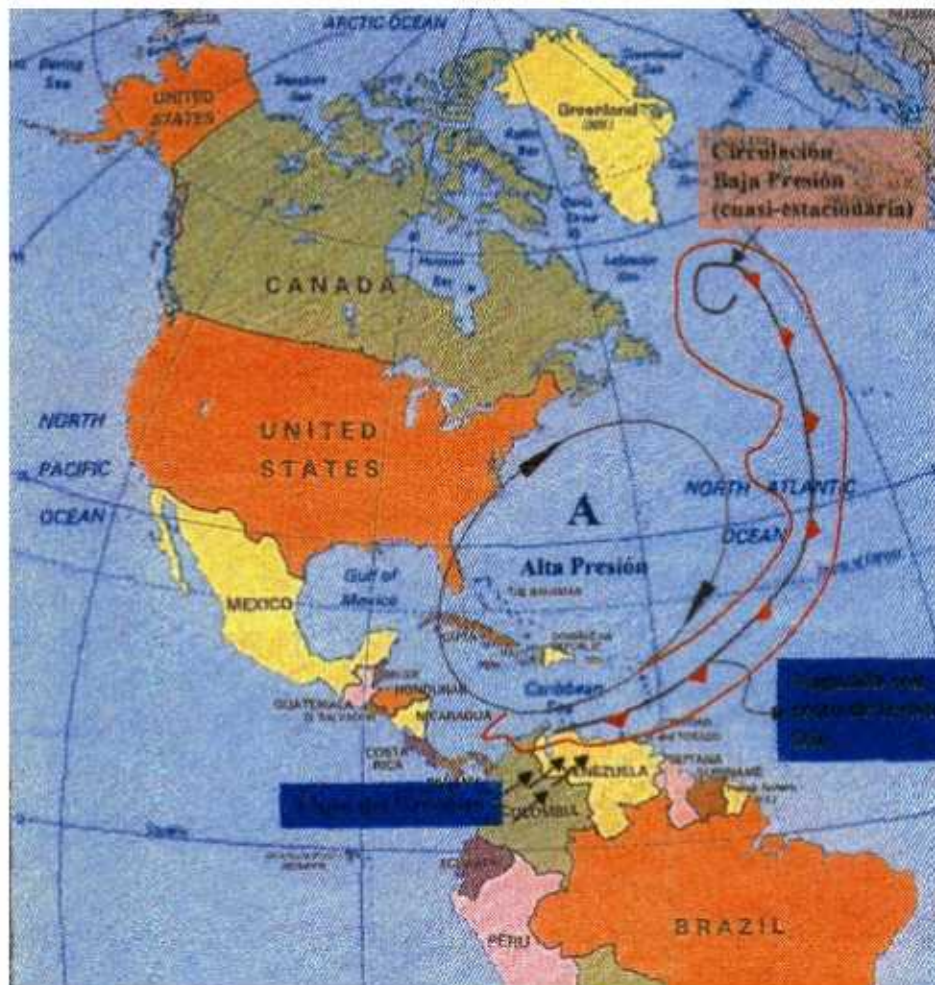
(1) MARNR, 1999.

(2) FAV, 1999.

Figura 4.1

Descripción de la situación sinóptica entre el 1º y el 19 de diciembre de 1999

Fuente: MARNR, Dirección de Hidrología y Meteorología, Dpto. De Alerta



Se ha tomado la estación Maiquetía como referencia, por ser ésta la única en la cual se dispone de información. Sin embargo, mientras la precipitación promedio anual en Maiquetía es de 510mm, en las cabeceras de las cuencas de las quebradas del Litoral Central, la media anual es aproximadamente el doble o más, o sea, 1.000mm o más. Por lo anterior, se puede inferir que entre el 14 y el 16 de diciembre hayan caído grandes cantidades de agua en las zonas altas de la cordillera del Litoral Central, probablemente superiores al doble de lo registrado en Maiquetía. Es de hacer notar que en Maiquetía, en un solo día llovió 80% de lo que llueve normalmente en un año completo. Este es un evento que probablemente está asociado a un período de retorno muy grande, tal vez milenario, pero también podría estar afectado por cambios climatológicos regionales no predecibles en la actualidad.

Estimación preliminar del período medio de retorno

Sardi (1959) evaluó los caudales esperados en los ríos y quebradas del Litoral Central. Se dan allí los valores de diseño. En el estudio hidrológico de Ayala (1978), realizado con el fin de determinar los parámetros hidrológicos necesarios para establecer la viabilidad técnica de obras de ingeniería de hidráulica fluvial, se estudiaron las lluvias de muchas estaciones en las cuencas del Litoral (Tabla 4.2). Resultan interesantes los valores que para 100 años de período de retorno se le asignaron a las lluvias diarias en Maiquetía y en Mamo y en otras estaciones que actualmente no están en operación, pero que se encuentran dentro de las cuencas afectadas por las recientes lluvias.

Del diagrama de Gumbel, que presenta el informe de Ayala (1978), resultaría que 300mm de lluvia de un día en Maiquetía tendrían una probabilidad anual de ocurrir menos de 0,001; es decir, un período de retorno de más de 1.000 años.

Tabla 4.2
Valores para 100 años de período de retorno en 9 estaciones del litoral

Estación	Lluvia máxima diaria (T = 100 años)								
	Pto Cruz	Mamo	Maiquetía	Macuto	No León	Uria	Naiguatá	Anare	Los Caracas
P (mm)	235	181	180	228	128	334	321	301	393

Fuente: Ayala, 1978.

Referencias

- Ayala, L. (1978) Estudio hidrológico integral de las cuencas de los ríos del Litoral Central. INOS, Caracas, Enero.
- FAV-Servicio de Meteorología (1999) Análisis de las situaciones meteorológicas que afectaron el área Norte Costera del país durante el mes de diciembre de 1999. Informe para CONAVI, Caracas.
- MARNR (1999) Análisis de la precipitación extrema del mes de diciembre de 1999 en la Región Norte Costera de Venezuela. Dirección de Hidrología y Meteorología, Caracas.
- MOP (1970) Inundaciones significativas en Venezuela en el año 1969. Caracas.
- Pereira, J. R. (2000) Comunicación personal en reunión en CONAVI el 06-01-2000. Caracas.
- Sardi, V. (1959) Gasto máximo de los ríos y quebradas del Litoral Central. *Revista CIV*, n° 275, febrero, pp. 14-17.
- Weise, R. (1959) Hydrology for Canalization of Río Guaire. Assistant Chief Hydrology and Reservoir. Regulation Section, Los Angeles District Office, Corps of Engineers, U.S.Army, California, U.S.A.