

05 AGO 2019

*Jeisa R.*

Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)  
Sede Manizales



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Manizales, 31 de julio de 2019

MZ.IDEA-115-2019

**CORPORACION AUTONOMA  
REGIONAL DE CALDAS**



Radicado número:

**2019-EI-00012787**

02/08/2019 11:08:42 Folios 1

Ingeniero  
**JOHN JAIRO CHISCO LEGUIZAMÓN**  
Subdirector  
Infraestructura Ambiental  
**Corporación Autónoma Regional de Caldas**  
Ciudad

**Asunto: Análisis de lluvias abril 18 y 19 de 2017.**

De acuerdo a su solicitud, le envío adjunto a esta comunicación, el documento "Análisis de la información de los eventos de lluvias presentados los días 18 y 19 de abril de 2017 en la ciudad de Manizales", elaborado y firmado por el grupo de trabajo académico en Ingeniería hidráulica y ambiental de la Universidad.

Cordial Saludo

*Jeannette Zambrano Najera*  
**JEANNETTE ZAMBRANO NAJERA**  
Directora Proyecto SIMAC



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES**

**INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEA**

**Grupo de trabajo académico en Ingeniería Hidráulica y Ambiental**

**ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS EVENTOS DE LLUVIA PRESENTADOS  
LOS DÍAS 18 Y 19 DE ABRIL DE 2017 EN LA CIUDAD DE MANIZALES**

**1. Datos registrados**

La ciudad cuenta con una red moderna de estaciones de monitoreo hidrometeorológico de propiedad de la Alcaldía de Manizales, Corpocaldas y otros, operada por la Universidad a través del IDEA, con base en convenios interinstitucionales. La información de precipitaciones se divulga a las autoridades a partir de boletines diarios, aunque el 19 de abril, por las circunstancias de emergencia vividas, se emitieron boletines adicionales. De dichas estaciones se destacan 16 que registraron eventos de precipitación de gran magnitud e intensidad ese día, los que generaron graves daños y pérdidas de vida en la ciudad (ver Tabla 1).

Para la ciudad de Manizales, desde hace más de una década se adoptó un Sistema de Alerta Temprana por deslizamientos basado en un indicador de la precipitación acumulada de los últimos 25 días (A25)<sup>1</sup> y en el cual, al alcanzar umbrales cercanos a los 200 mm acumulados se presenta una alta probabilidad de deslizamientos. Posterior al estudio y basado en un histórico de deslizamientos de la ciudad, la OMPAD de Manizales, hoy UGR Manizales, adoptó una escala por rangos para determinar tres umbrales de alerta asociados a los niveles de lluvia acumulada así:

- ✓ Alerta amarilla:  $200 \text{ mm} \leq A25 < 300 \text{ mm}$
- ✓ Alerta naranja:  $300 \text{ mm} \leq A25 < 400 \text{ mm}$
- ✓ Alerta roja:  $A25 \geq 400 \text{ mm}$

En efecto, el día 18 de abril, pasadas las 19:45 horas se registró en toda la ciudad un evento de lluvia con diferentes magnitudes (fluctuantes entre 5.2 mm en la estación Milán-Planta Niza y 60.6 mm en La Palma), duraciones (entre 55 minutos en La Nubia y dos horas y media en La Palma) e intensidades (entre 5.2 mm/h en Milán-Planta Niza y 28.1 mm/h en Emas). Esta información se basa en los datos obtenidos en cada una de las catorce estaciones hidrometeorológicas que

---

<sup>1</sup> Este indicador, que representa la lluvia acumulada en los últimos 25 días, expresada en milímetros, es producto de una seria investigación, realizada en las laderas de la vertiente norte del río Olivares y con datos de la estación Agronomía de Cenicafe, por el Dr. Mark T. J. Terlien, del ITC de Holanda, en 1996.



conforman la Red de Monitoreo de Manizales que es financiada y sostenida con recursos del municipio de Manizales y la Corporación Autónoma Regional de Caldas y administrada por La Universidad Nacional de Colombia sede Manizales a través de su Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Adicionalmente, se verificaron los datos de dos estaciones más pertenecientes a Redes asociadas a la Gestión del Riesgo de Desastres por Inundaciones en Cuencas Urbanas - SAT Manizales, para un total de dieciséis estaciones analizadas.

El día 19 de abril, recién pasada la medianoche (00:38) se inició un nuevo evento de lluvia que se prolongó en algunos sectores de la ciudad hasta las 06:53 de la mañana; este nuevo evento fue aún más intenso y de mayor magnitud que el mencionado anteriormente, en los sectores centro, centro sur y Norte (estaciones Hospital de Caldas, Liceo Isabel La Católica, Q. Palogrande-Ruta 30, Yarumos y Q. El Guamo-Lavadero Los Puentes), con magnitudes en milímetros de 156.2, 145.5, 143.6, 103.2 y 102 respectivamente, alcanzando cifras récord por encima de los 150 mm para la ciudad. Además, se alcanzaron registros importantes de intensidad media con una máxima de 28.8 mm/h en la estación Hospital de Caldas y de intensidad máxima en 5 minutos de 134.4 mm/h en Q. El Guamo-Lavadero Los Puentes, muy cercano éste al valor histórico de 140 mm/h obtenido en octubre 27 de 2010 en la estación Ingeominas (sector occidente). (ver tabla 2).

De dicha información, se observa además que el día 18 de Abril a media noche ninguna estación reportaba lluvias acumuladas durante los 25 días precedentes (indicador A25) que superaran el umbral de 200 mm que permite generar alerta amarilla para la ciudad. La razón es que, si bien la zona vive el primer período de lluvias altas del año, habían transcurrido algunos días secos. Sin embargo, con las precipitaciones presentadas en la madrugada del día 19 de abril, 9 estaciones superaron el umbral de alerta amarilla. Este indicador en el pasado ha servido para emitir alertas oportunas por deslizamientos.

**Tabla 1.** Precipitaciones registradas durante todo el día 18 de Abril y la mañana del 19 de abril (hasta las 6:00 a.m.) en algunas estaciones de la ciudad. Información extraída del boletín diario emitido por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales- IDEA

Nº	Estación	Precipitación 18 abril (mm)	A25 (mm)	Precipitación 19 Abril (mm)	A25 (mm)
1	Alcázares	54.6	158.0	55.6	213.2
2	La Palma	60.8	142.6	15.6	154.8
3	Ingeominas	60.0	172.6	81	247.2
4	El Carmen	44.6	122.2	59.8	181.8
5	Emas	44.8	114.0	25.4	126.4
6	Quebrada Palogrande-Ruta 30	37.6	147.4	143.6	288.0
7	Hospital de Caldas	35.8	119.8	156.4	270.0
8	Bosques del Norte	17.2	120.4	48.0	168.2
9	Aranjuez	33.8	149.8	85.2	235.0
10	Posgrados	28.2	119.2	89.2	204.6
11	Yarumos	10.4	127.6	109	235.4
12	Milán-Planta Niza	7.6	108.2	84.6	191.8
13	La Nubia	108.2	86.4	76.4	162.8
14	La Nubia	29.0	124.1	77.1	198.6
15	Q. El Guamo-Lavadero los Puentes	25.6	164.4	102.2	264.2
16	Q. Olivares-Bomberos Voluntarios	33.4	130.0	81.0	204.8
17	Q. Olivares-Aguas de Manizales	15.8	107.8	75.4	182.4

Fuente: propia

**Tabla 2.** Análisis de eventos ocurridos durante los días 18 de abril y 19 de abril (mañana)

Nº	Estación	Eventos 18 abril						Eventos 19 de Abril					
		Hora inicio (hh:mm:ss)	Hora fin (hh:mm:ss)	Duración (hh:mm:ss)	Magnitud (mm)	Intensidad media (mm/hr)	Intensidad máxima (mm/hr)	Hora inicio (hh:mm:ss)	Hora fin (hh:mm:ss)	Duración (hh:mm:ss)	Magnitud (mm)	Intensidad media (mm/hr)	Intensidad máxima (mm/hr)
1	Alcázares	19:51:03	22:06:09	02:15:06	54.2	24.07	81.6	00:46:17	06:11:32	05:25:15	55.4	10.22	57.6
2	Aranjuez	20:11:17	21:41:13	01:29:56	32.4	21.62	74.4	00:51:25	06:41:39	05:50:14	85.2	14.6	62.4
3	Bosques del Norte	20:06:18	22:21:46	02:15:28	15.2	6.73	26.4	00:56:30	01:36:30	00:40:00	2.6	3.9	7.2
								02:16:44	06:52:13	04:35:29	45.2	9.84	62.4
4	El Carmen	19:51:49	21:56:55	02:05:06	44.6	21.39	79.2	00:42:05	06:12:20	05:30:15	59.6	10.83	57.6
5	Emas	19:56:55	21:27:04	01:30:09	42.2	28.09	62.4	00:37:18	06:07:50	05:30:32	24.8	4.5	26.4
6	Enea	20:57:06	21:52:17	00:55:11	10.0	10.87	31.2	00:47:17	01:12:17	00:25:00	2.0	4.8	7.2
								01:47:16	06:37:42	04:50:26	74.4	15.37	88.8
7	Hospital de Caldas	20:07:27	21:57:12	01:49:45	33.2	18.15	67.2	00:42:22	06:08:02	05:25:40	156.2	28.78	117.6
8	Ingeominas	19:52:11	22:17:28	02:25:17	59.8	24.7	91.2	00:47:29	05:52:51	05:05:22	80.6	15.84	105.6
9	Milán-Planta Niza	20:57:42	21:57:43	01:00:01	5.2	5.2	19.2	00:52:42	01:27:43	00:35:01	7.0	11.99	40.8
								01:57:42	06:38:09	04:40:27	77.6	16.6	93.6
10	La Palma	19:47:48	22:17:35	02:29:47	60.6	24.28	129.6	00:47:46	06:22:52	05:35:06	15.2	2.72	7.2
11	Posgrados	20:07:47	21:53:06	01:45:19	26.8	15.27	64.8	00:38:00	06:53:30	06:15:30	89.2	14.25	98.4
12	Quebrada Palogrande-Ruta 30	20:02:49	21:53:10	01:50:21	35.2	19.14	93.6	00:38:04	06:43:06	06:05:02	143.6	23.6	96.0
13	Yarumos	20:37:44	21:57:57	01:20:13	7.8	5.8	14.4	00:53:11	01:27:57	00:34:46	5.8	10.01	19.2
								01:53:42	06:33:14	04:39:32	103.2	22.15	115.2

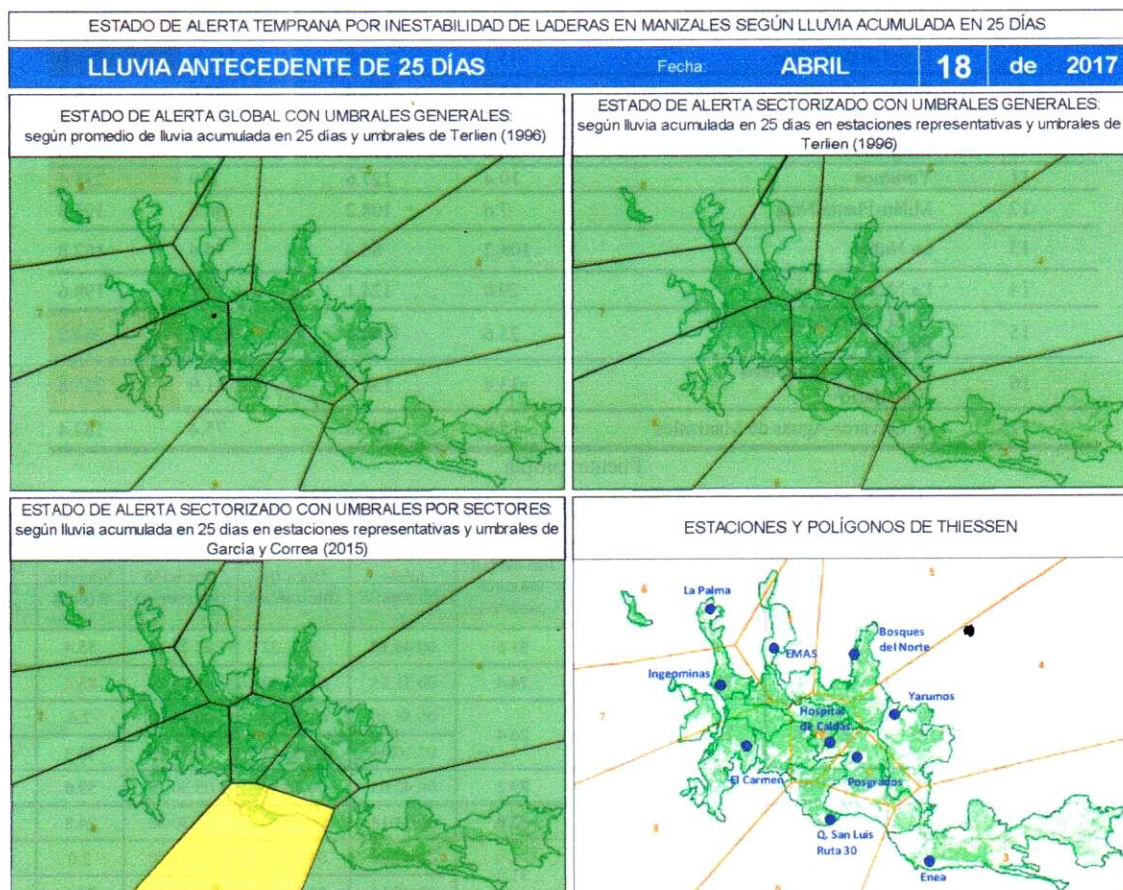
Dato en rojo: se presentaron algunas interrupciones en los datos tomados cada cinco minutos, por lo que el registro pudo ser mayor

Fuente: propia



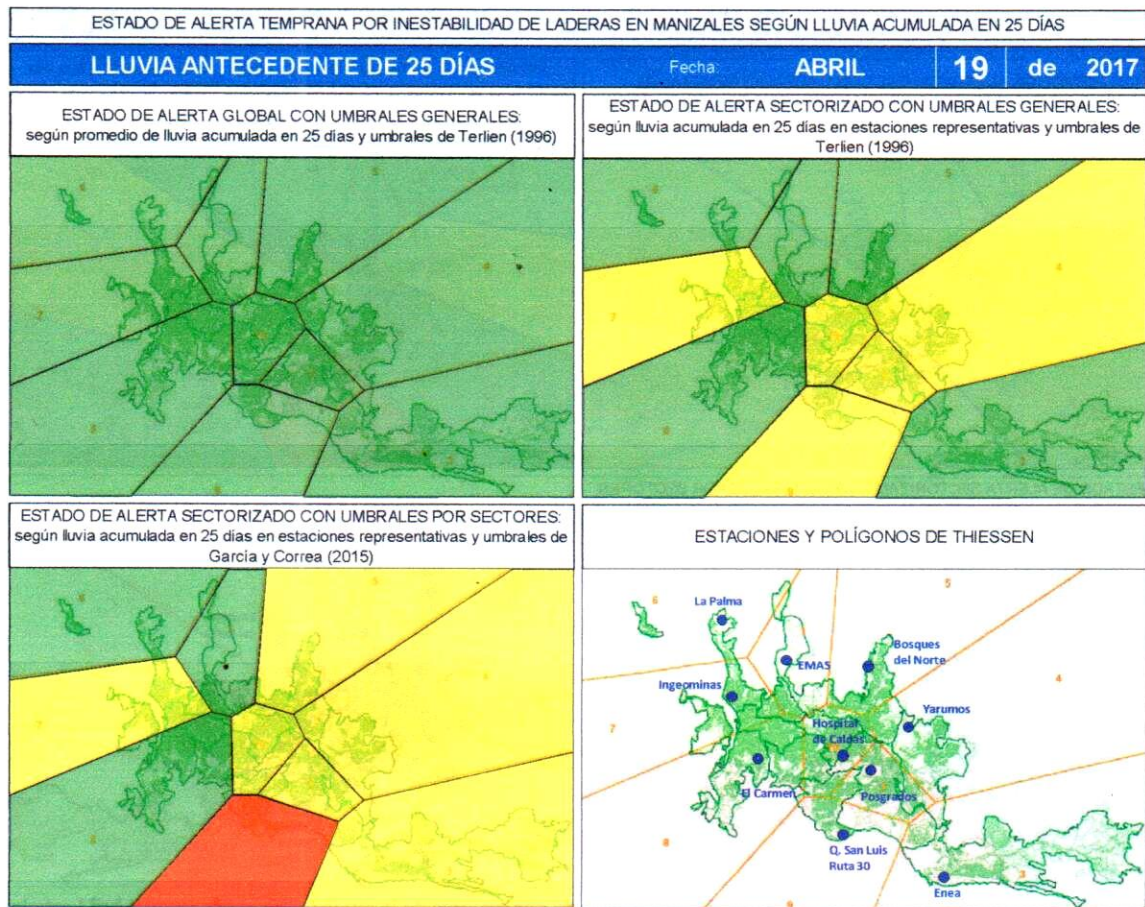
## 2. Análisis espacial de las precipitaciones

El análisis de la información en forma espacializada para el 18 de Abril (Figura 1) muestra que ese día ninguna estación presentaba alerta amarilla, excepto la estación quebrada Palogrande (San Luis) Ruta 30. Por otro lado, las precipitaciones descritas en el punto para el 19 Abril (Figura 2) representaron alertas amarillas para casi toda la ciudad y roja en la zona de la Quebrada Palogrande –Ruta 30, en sólo un periodo de 5 horas, lo que es completamente anormal.



**Figura 1. Análisis de lluvia acumulada de 25 días antecedentes por sectores de la ciudad para el día 18 de Abril a media noche**  
Fuente: propia

El siguiente mapa (Figura 2) corresponde al período comprendido entre las 0:00:00 y las 6:00:00 del día 19 de abril de 2017. En 5 horas se aprecia el cambio súbito de los estados de alerta en los sectores críticos entre Persia y Malabar, de alerta amarilla a alerta roja.

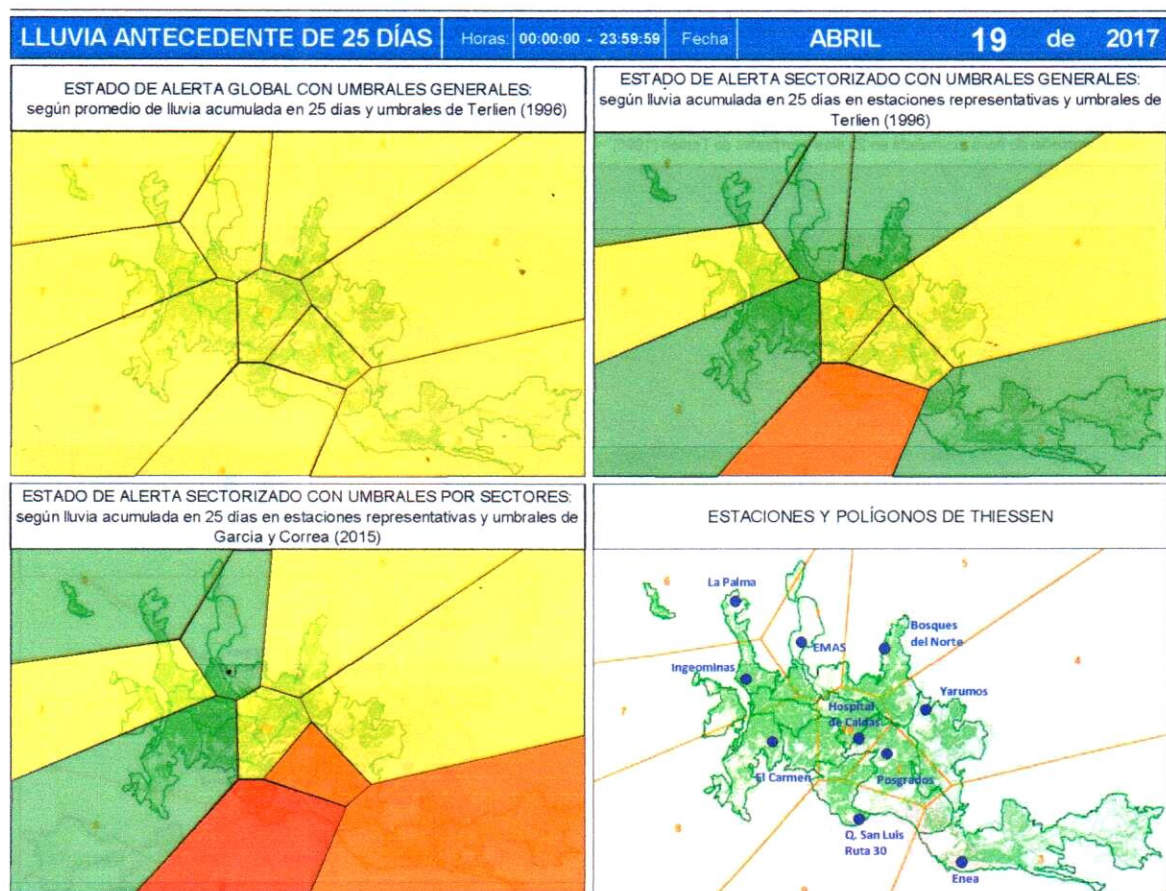


**Figura 2. Análisis de lluvia acumulada de 25 días antecedentes por sectores de la ciudad para el día 19 de Abril hasta las 6:00 a.m.**

Fuente: propia

Por último, se muestra a continuación el estado de precipitaciones del día 19 de Abril completo. Se observa, que continúa la tendencia de incremento de las precipitaciones y por tanto de lluvia acumulada. Aunque las precipitaciones posteriores a la presentada en la madrugada del 19 de abril fueron mucho menores. Sin embargo, los niveles de lluvia acumulada siguen siendo bajos comparativamente con eventos catastróficos anteriores.





**Figura 3.** Análisis de lluvia acumulada de 25 días antecedentes por sectores de la ciudad para el día 19 de Abril hasta las 12:00 a.m.

Fuente: propia

### 3. Comparación con otros eventos catastróficos hidrometeorológicos





En la ciudad han ocurrido anteriormente eventos catastróficos de este tipo que han causado graves daños también (Tabla 3). Sin embargo, se puede observar en la tabla 3 que ninguno de los relacionados allí supera la magnitud o intensidad del evento registrado el 19 de Abril, lo que permite deducir por qué no se pudieron determinar alarmas el día anterior. Es importante mencionar, que en los eventos catastróficos anteriores las lluvias acumuladas antecedentes han sido mucho más altas que las presentadas el 19 de Abril, pero las intensidades registradas fueron mucho menores. En este caso por el contrario el indicador A25 es mucho menor pero las intensidades de precipitación registradas fueron mucho mayores. Esto evidencia un cambio general que se ha detectado en otras ciudades, en lo referente a las intensidades y magnitudes de precipitación, las cuales son más fuertes, más intensas y de corta duración.

**Tabla 3. Otros eventos catastróficos hidrometeorológicos en Manizales**

**Fuente:** propia

Fecha evento	Duración (horas)	Magnitud (mm)	Intensidad máxima en cinco minutos (mm/hr)	A25 (mm)
Oct. 28-29 2003	5 - 10	34 - 130		188-403
Dic. 3-4 2003	0.5 - 1.75	12-37	94.44	208-292
Jun. 10 2005	3.8 - 7.4	45.97 - 149.86		291-379.5
Nov. 14-18 2008:				
Zona centro-orienté y nor-orienté	10 y 12.75	82.4 y 142.75	79.2	Max 320
Zona occidente y nor-occidente	7.25 y 10.6	34.55 y 80.78	73.08	
Zona sur y sur-orienté	10 y 11	53.2 y 61.21	81.6	

**Documento preparado por:**

Nombre	Firma
Jeannette Zambrano Nájera profesora U. N. /IDEA	
Fernando Mejía Fernández profesor U.N. /IDEA	
Oscar Correa Calle profesor U.N./IDEA	
John Alexander Pachón Gómez Operador Red Hidrometeorológica Manizales, U. N./ IDEA	



## ANEXO

### **Análisis de otros eventos hidrometeorológicos extremos registrados en Manizales en el siglo XXI**

Manizales históricamente ha sido devastada por eventos hidrológicos extremos que han cobrado vidas humanas, pérdida de infraestructura, desabastecimiento de servicios públicos como el agua potable, el gas y la energía eléctrica, además de generar unas altas cifras de endeudamiento para poder cubrir las reparaciones de líneas vitales, la reubicación de familias de zonas de alto riesgo, el pago de subsidios a damnificados, la construcción de obras de estabilidad de laderas, control de la erosión y corrección de cauces, etc. A continuación se mencionan algunos de los eventos históricos de mayor impacto en el siglo XXI en la ciudad de Manizales:

#### **Marzo 18 a 19 de 2003 (ver tablas 3 y 4):**

Entre las 9 p.m. del 18 de marzo y las 3 a.m. del día siguiente y como consta en los registros de pluviómetros electrónicos (Relleno Sanitario EMAS, Universidad Nacional) y pluviógrafos (Estación Agronomía) ubicados en distintos puntos de la ciudad, se presentó en Manizales – y con énfasis en sus zonas occidental y norte – un fuerte aguacero de magnitud nunca antes registrada, fluctuante entre 81 y 146 mm según el sitio de medición – Ver Tablas 1 y 2 – (la Estación Meteorológica Agronomía, de CENICAFÉ, está en funcionamiento desde 1956), con una intensidad pico de 124.8 mm/hr en cinco minutos y una duración que también fluctuó entre 4 y 6 horas según el sitio. El carácter extremo de las tres componentes que caracterizaron este singular aguacero – magnitud, intensidad y duración – aunado a las condiciones antecedentes de lluvias caídas los días anteriores, provocó una rápida saturación del suelo de las laderas, una también rápida saturación del suelo por la intensidad del aguacero y finalmente una escorrentía abundante que “lavó” la tierra y la vegetación y produjo deslizamientos superficiales en su mayoría en muchas de las laderas de fuerte pendiente que circundan la ciudad y que sirven de apoyo a una buena parte de su infraestructura urbana.

Fue tal el carácter extraordinario del evento, que rebasó la capacidad de muchas de las obras de drenaje, vertimiento de aguas y estabilidad de laderas que existen en la ciudad, porque el Periodo de Retorno<sup>2</sup> de los eventos con los cuales se diseñan estas estructuras se vio evidentemente superado con creces por el de este evento, que según cálculos preliminares se situaría alrededor de los cien años y más (en cálculos posteriores, 149 años). Adicionalmente, puede observarse que el A25 alcanzó los 196.3 mm el 19 de marzo y un máximo de 202.06 mm el 21 de marzo en la Estación Posgrados, mientras que en la Estación EMAS, el 19 de marzo se alcanzó un acumulado de 256 mm y un máximo de 262.2 mm el 21 de marzo.

**Tabla 1.** Registro eventos aislados marzo 18 y 19 de 2003 en estación Emas

## REPORTE DE LLUVIAS

MARZO 16 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 23:25	LLUVIA 2 hora: 23:50	LLUVIA 3	
DURACIÓN	min	5.00	205.00		Lluvia diaria (mm) 0.6
MAGNITUD	mm	0.20	11.40		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	3.34		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 92.20
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	19.20		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA		
* La lluvia 1 terminó el día 17 de Marzo a las 03:15					
MARZO 17 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 17:10	LLUVIA 2 hora: 21:45	LLUVIA 3	
DURACIÓN	min	5.00	50.00		Lluvia diaria (mm) 12.8
MAGNITUD	mm	0.20	1.60		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	1.92		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 105.00
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	2.40		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA LIGERA		
MARZO 18 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:15	LLUVIA 2 hora: 16:15	LLUVIA 3 hora: 20:55	
DURACIÓN	min	5.00	5.00	320.00	Lluvia diaria (mm) 140.2
MAGNITUD	mm	0.20	0.20	145.80	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	2.40	27.34	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 245.20
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	2.40	124.80	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	
* La lluvia 3 terminó el día 19 de Marzo a las 02:15					
MARZO 19 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 15:15	LLUVIA 2 hora: 22:40	LLUVIA 3	
DURACIÓN	min	5.00	110.00		Lluvia diaria (mm) 10.8
MAGNITUD	mm	0.20	5.20		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	2.84		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 256.00
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	9.60		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA		
* La lluvia 2 terminó el día 20 de Marzo a las 00:30					
TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS:					164.4

<sup>2</sup> El Periodo de Retorno de eventos asociados al diseño de obras hidráulicas se define como el número de años al cabo de los cuales un evento de determinada magnitud puede ser igualado o excedido una (1) vez, en promedio.



**Tabla 2.** Registro eventos aislados marzo 18 y 19 de 2003 en estación Posgrados

## REPORTE DE LLUVIAS

MARZO 16 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 23:25	LLUVIA 2	LLUVIA 3	
DURACIÓN	min	120.00			Lluvia diaria (mm) 2.28
MAGNITUD	mm	15.22			
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	7.61			Lluvia antecedente de 25 días (mm) 81.13
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	30.48			
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE			

\* La lluvia 1 terminó el día 17 de Marzo a las 01:25

MARZO 17 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:45	LLUVIA 2 hora: 16:45	LLUVIA 3 hora: 21:50	
DURACIÓN	min	80.00	5.00	55.00	Lluvia diaria (mm) 20.01
MAGNITUD	mm	5.06	0.51	1.50	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.80	6.12	1.64	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 101.14
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	9.12	6.12	3.00	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA LIGERA	

MARZO 18 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 00:20	LLUVIA 2 hora: 20:40	LLUVIA 3	
DURACIÓN	min	5.00	355.00		Lluvia diaria (mm) 68.85
MAGNITUD *	mm	0.25	80.99		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.00	13.69		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 169.99
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.00	51.84		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE		

\* La lluvia 2 terminó el día 19 de Marzo a las 02:35

MARZO 19 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS					
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 02:55	LLUVIA 2 hora: 14:55	LLUVIA 3 hora: 22:50	
DURACIÓN	min	25.00	60.00	80.00	Lluvia diaria (mm) 26.31
MAGNITUD	mm	0.75	10.15	3.52	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	1.80	10.15	2.64	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 196.30
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.00	42.72	6.12	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	

\* La lluvia 3 terminó el día 20 de Marzo a las 00:10

TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS:

117.45

**Octubre 28 a 29 de 2003** (ver tablas 5, 6 y 7):

Los episodios de lluvias sucedidos entre las 5 p.m. del 28 de octubre de 2003 y las 3 a.m. del día siguiente, y entre las 2 p.m. del 29 y las 10 p.m. de ese mismo día, desencadenaron una serie de deslizamientos sobre todo en la parte occidental y norte de la ciudad. Según los registros de las estaciones EMAS, Posgrados e Ingeominas) ubicados en distintos puntos de la ciudad, se presentaron en Manizales extraordinarios aguaceros sucesivos de gran magnitud y duración, fluctuante entre 34 y 130 mm según el sitio de medición, y una duración que también fluctuó entre 5 y 10 horas según el sitio. El carácter extremo de las variables que caracterizaron estos singulares aguaceros – magnitud y duración – aunado a las condiciones antecedentes de lluvias caídas los días anteriores, produjo múltiples deslizamientos en las

laderas de fuerte pendiente que circundan la ciudad y que sirven de apoyo a una buena parte de su infraestructura urbana. Según cálculos realizados por el IDEA en su momento para el máximo evento registrado esos días, con magnitud de 130 mm, se obtuvo un Período de Retorno cercano a los 100 años. Adicional a esto, puede observarse que el indicador de lluvia antecedente de 25 días alcanzó 188 mm el 26 de octubre, 269,25 mm el 28 de octubre y un máximo de 303,5 mm el 29 de marzo en la Estación Posgrados; en la Estación EMAS, el 26 de octubre se tenía un acumulado de 210 mm, el 28 de octubre se alcanzó un acumulado de 329,40 mm y un máximo de 370,40 mm el 29 de octubre, y en la Estación Ingeominas, el 26 de octubre se tenía un acumulado de 262 mm, el 28 de octubre se alcanzó un acumulado de 385,25 mm y un máximo de 409.75 mm el 29 de octubre.

**Tabla 3.** Registro eventos aislados octubre 28 y 29 de 2003 en estación Emas

### REPORTES DE LLUVIAS

LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 26 DE 2003				
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 13:20	LLUVIA 2 hora: 14:55	LLUVIA 3 hora: 22:30		Lluvia diaria (mm) 17.60
DURACIÓN	min	5.00	25.00	380.00		
MAGNITUD	mm	0.20	1.20	26.80		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	2.88	4.23		
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	4.80	28.80		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 210.00
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA		

\* La lluvia 3 terminó el día 27 de Octubre a las 04:45

LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 27 DE 2003				
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 07:00	LLUVIA 2 hora: 09:15	LLUVIA 3 hora: 09:40		Lluvia diaria (mm) 13.00
DURACIÓN	min	5.00	5.00	5.00		
MAGNITUD	mm	0.20	0.20	0.20		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	2.40	2.40		
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	2.40	2.40		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 222.60
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA LIGERA	LLUVIA LIGERA		

LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 28 DE 2003				
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 17:10	LLUVIA 2	LLUVIA 3		Lluvia diaria (mm) 106.80
DURACIÓN	min	630.00				
MAGNITUD	mm	116.20				
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	11.07				
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	60.00				Lluvia antecedente de 25 días (mm) 329.40
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE				

\* La lluvia 1 terminó el día 29 de Octubre a las 03:35

LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 29 DE 2003				
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 04:30	LLUVIA 2 hora: 14:50	LLUVIA 3 hora: 17:05		Lluvia diaria (mm) 51.40
DURACIÓN	min	5.00	15.00	300.00		
MAGNITUD	mm	0.20	0.80	40.60		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	3.20	8.12		
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	4.80	55.20		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 370.40
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE		

TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS:

188.80



**Tabla 4.** Registro eventos aislados octubre 28 y 29 de 2003 en estación Posgrados

## REPORTE DE LLUVIAS

LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 26 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 02:20	LLUVIA 2 hora: 14:50	LLUVIA 3 hora: 22:50	Lluvia diaria (mm) 15.75
DURACIÓN	min	5.00	40.00	300.00	
MAGNITUD	mm	0.25	5.50	23.75	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.00	8.25	4.75	
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.00	21.00	24.00	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 188.00
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	
* La lluvia 3 terminó el día 27 de Octubre a las 03:45					
LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 27 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 04:25	LLUVIA 2 hora: 05:15	LLUVIA 3 hora: 05:45	Lluvia diaria (mm) 15.75
DURACIÓN	min	5.00	5.00	5.00	
MAGNITUD	mm	0.25	0.25	0.25	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.00	3.00	3.00	
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.00	3.00	3.00	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 203.25
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	
LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 28 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 17:30	LLUVIA 2 hora: 18:45	LLUVIA 3 hora: 19:20	Lluvia diaria (mm) 66.00
DURACIÓN	min	45.00	5.00	470.00	
MAGNITUD	mm	14.00	0.25	61.50	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	18.67	3.00	7.85	
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	45.00	3.00	39.00	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 269.25
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	
* La lluvia 3 terminó el día 29 de Octubre a las 03:05					
LLUVIAS AISLADAS		OCTUBRE 29 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 10:30	LLUVIA 2 hora: 14:10	LLUVIA 3 hora: 16:25	Lluvia diaria (mm) 46.75
DURACIÓN	min	5.00	95.00	315.00	
MAGNITUD	mm	0.25	14.75	21.25	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.00	9.32	4.05	
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.00	36.00	18.00	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 303.50
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	
TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS:					144.25

**Tabla 5. Registro eventos aislados octubre 28 y 29 de 2003 en estación Ingeominas**

## REPORTE DE LLUVIAS

OCTUBRE 26 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 02:05	LLUVIA 2 hora: 14:55	LLUVIA 3 hora: 22:20	
DURACIÓN	min	5.00	40.00	365.00	Lluvia diaria (mm) 21.50
MAGNITUD	mm	0.25	1.50	28.00	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.00	2.25	4.60	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 262.00
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.00	6.00	21.00	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA	

\* La lluvia 3 terminó el día 27 de Octubre a las 04:20

OCTUBRE 27 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 05:20	LLUVIA 2 hora: 06:10	LLUVIA 3 hora: 09:25	
DURACIÓN	min	15.00	5.00	5.00	Lluvia diaria (mm) 13.50
MAGNITUD	mm	0.50	0.25	0.25	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.00	3.00	3.00	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 264.75
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.00	3.00	3.00	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	

OCTUBRE 28 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 17:00	LLUVIA 2	LLUVIA 3	
DURACIÓN	min	605.00			Lluvia diaria (mm) 120.00
MAGNITUD	mm	129.75			
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	12.87			Lluvia antecedente de 25 días (mm) 385.25
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	87.00			
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE			

\* La lluvia 1 terminó el día 29 de Octubre a las 03:00

OCTUBRE 29 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 14:15	LLUVIA 2 hora: 17:05	LLUVIA 3 hora: 18:30	
DURACIÓN	min	25.00	40.00	195.00	Lluvia diaria (mm) 34.00
MAGNITUD	mm	2.25	2.50	19.00	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	5.40	3.75	5.85	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 409.75
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	9.00	12.00	15.00	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	

**TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS: 189.00**

**Diciembre 3 a 4 de 2003** (ver tablas 8, 9, 10 y 11):

En el caso de las lluvias fuertes de diciembre de 2003, iniciadas a las 17:50 y prolongadas hasta las 23:45 del día 3 de diciembre y las del día 4 desde las 19:45 hasta las 21:40 del mismo día. Con base en los registros pluviométricos de las estaciones EMAS, Posgrados, Ingeominas y Enea (hoy La Nubia) ubicados en distintos puntos de la ciudad, se presentaron en Manizales – y con énfasis en sus zonas norte, occidente y sur – una serie de aguaceros sucesivos de magnitud y duración considerable, fluctuantes entre 12 y 37 mm según el sitio de medición, una duración comprendida entre 35 y 105 minutos según el sitio y una intensidad pico de 94.44 mm/hr en cinco minutos. Los registros de estos parámetros – magnitud, duración e intensidad – aunados a las condiciones antecedentes de lluvias caídas los días anteriores, provocaron la saturación del suelo y a su vez deslizamientos en numerosas laderas de fuerte pendiente que sirven de apoyo a una buena parte de su infraestructura urbana.



Aunque las características de los aguaceros de diciembre no fueron de carácter extremo como si lo registraron las lluvias de marzo y octubre de 2003, las condiciones de lluvia antecedente de 25 alcanzaron valores máximos de 255 mm y 207 mm en las estaciones Posgrados y Enea respectivamente el día 3 de diciembre, mientras que para las estaciones Emas e Ingeominas se tenían 208 mm y 266 mm respectivamente para el mismo día, con un valor máximo de 222 mm y 292 mm respectivamente, el día 4 de diciembre.

**Tabla 6.** Registro eventos aislados diciembre 1 al 4 de 2003 en estación Emas

### REPORTE DE LLUVIAS

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 01 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 14:45	LLUVIA 2 hora: 15:15	LLUVIA 3 hora: 23:00	Lluvia diaria (mm) 8.00
DURACIÓN	min	5.00	20.00	90.00	
MAGNITUD	mm	0.20	1.00	7.20	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	3.00	4.80	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 175.60
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	4.80	16.80	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	
* La lluvia 3 terminó el día 02 de Diciembre a las 00:25					
LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 02 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:40	LLUVIA 2 hora: 07:05	LLUVIA 3 hora: 19:55	Lluvia diaria (mm) 38.60
DURACIÓN	min	135.00	5.00	55.00	
MAGNITUD	mm	14.60	0.20	20.20	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	6.49	2.40	22.04	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 189.40
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	16.80	2.40	36.00	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	
LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 03 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 02:55	LLUVIA 2 hora: 05:25	LLUVIA 3 hora: 22:10	Lluvia diaria (mm) 23.60
DURACIÓN	min	35.00	5.00	95.00	
MAGNITUD	mm	1.60	0.20	21.00	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.74	2.40	13.26	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 207.60
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	9.60	2.40	55.20	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	
LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 04 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 09:35	LLUVIA 2 hora: 19:55	LLUVIA 3	Lluvia diaria (mm) 17.80
DURACIÓN	min	5.00	105.00		
MAGNITUD	mm	0.20	17.60		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	2.40	10.06		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 222.00
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	2.40	60.00		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE		
TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS:					88.00

**Tabla 7.** Registro eventos aislados diciembre 1 al 4 de 2003 en estación Posgrados

## REPORTE DE LLUVIAS

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 01 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 14:30	LLUVIA 2 hora: 17:00	LLUVIA 3 hora: 22:55	Lluvia diaria (mm) 18.03
DURACIÓN	min	55.00	5.00	80.00	
MAGNITUD	mm	12.95	0.26	5.33	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	14.13	3.12	4.00	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 209.78
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	48.72	3.12	12.24	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	

\* La lluvia 3 terminó el día 02 de Diciembre a las 00:10

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 02 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:25	LLUVIA 2 hora: 16:55	LLUVIA 3 hora: 20:05	Lluvia diaria (mm) 36.58
DURACIÓN	min	150.00	10.00	170.00	
MAGNITUD	mm	17.27	1.78	16.00	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	6.91	10.68	5.65	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 209.86
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	24.36	12.12	27.48	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 03 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 03:00	LLUVIA 2 hora: 18:40	LLUVIA 3 hora: 22:05	Lluvia diaria (mm) 55.12
DURACIÓN *	min	25.00	35.00	105.00	
MAGNITUD	mm	2.03	23.37	25.66	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	4.87	40.06	14.66	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 255.23
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	12.24	67.08	45.72	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	

\* La lluvia 3 terminó el día 29 de DICIEMBRE a las 03:05

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 04 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 18:10	LLUVIA 2 hora: 20:05	LLUVIA 3	Lluvia diaria (mm) 14.47
DURACIÓN	min	40.00	95.00		
MAGNITUD	mm	2.28	12.19		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.42	7.70		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 252.45
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	6.12	21.36		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE		

TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS:

124.20



**Tabla 8.** Registro eventos aislados diciembre 1 al 4 de 2003 en estación Ingeominas

## REPORTE DE LLUVIAS

DICIEMBRE 01 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 14:20	LLUVIA 2 hora: 15:25	LLUVIA 3 hora: 22:20	
DURACIÓN	min	30.00	20.00	100.00	Lluvia diaria (mm) 34.54
MAGNITUD	mm	8.89	0.50	25.15	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	17.78	1.50	15.09	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	21.36	3.00	63.96	224.88
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	

DICIEMBRE 02 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:25	LLUVIA 2 hora: 08:20	LLUVIA 3 hora: 19:50	
DURACIÓN	min	155.00	5.00	45.00	Lluvia diaria (mm) 52.58
MAGNITUD	mm	30.73	0.26	18.29	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	11.90	3.12	24.39	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	42.72	3.12	48.84	244.96
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	

DICIEMBRE 03 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 02:50	LLUVIA 2 hora: 05:45	LLUVIA 3 hora: 21:55	
DURACIÓN	min	10.00	5.00	70.00	Lluvia diaria (mm) 24.89
MAGNITUD	mm	0.51	0.26	23.12	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.06	3.12	19.82	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.12	3.12	66.96	266.10
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	

DICIEMBRE 04 DE 2003					
LLUVIAS AISLADAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 19:45	LLUVIA 2	LLUVIA 3	
DURACIÓN	min	90.00			Lluvia diaria (mm) 26.16
MAGNITUD	mm	26.16			
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	17.44			Lluvia antecedente de 25 días (mm)
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	48.72			291.76
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE			

TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS:					138.17
----------------------------------	--	--	--	--	--------

**Tabla 9. Registro eventos aislados diciembre 1 al 4 de 2003 en estación Enea (hoy La Nubia)**

## REPORTE DE LLUVIAS

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 01 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 15:25	LLUVIA 2 hora: 23:10	LLUVIA 3	Lluvia diaria (mm) 4.06
DURACIÓN	min	35.00	315.00		
MAGNITUD	mm	0.76	29.97		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	1.30	5.71		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 151.66
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.12	30.48		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA LIGERA	LLUVIA MODERADA		

\* La lluvia 2 terminó el día 02 de Diciembre a las 04:20

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 02 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 05:00	LLUVIA 2 hora: 17:30	LLUVIA 3 hora: 20:25	Lluvia diaria (mm) 33.79
DURACIÓN	min	5.00	15.00	35.00	
MAGNITUD	mm	0.26	2.54	2.03	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	3.12	10.16	3.48	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 164.70
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	3.12	15.24	9.12	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 03 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 15:25	LLUVIA 2 hora: 17:50	LLUVIA 3 hora: 23:30	Lluvia diaria (mm) 51.05
DURACIÓN	min	25.00	85.00	40.00	
MAGNITUD	mm	4.06	36.58	3.30	
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	9.74	25.82	4.95	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 206.75
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	21.36	94.44	12.24	
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	

\* La lluvia 3 terminó el día 04 de Diciembre a las 00:05

LLUVIAS AISLADAS		DICIEMBRE 04 DE 2003			
	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 18:05	LLUVIA 2 hora: 20:40	LLUVIA 3	Lluvia diaria (mm) 9.40
DURACIÓN	min	30.00	60.00		
MAGNITUD	mm	2.54	6.61		
INTENSIDAD MEDIA	mm/h	5.08	6.61		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 203.65
INTENSIDAD MÁXIMA	mm/h	9.24	9.24		
CLASIFICACIÓN	CONCEPTUAL	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA		

TOTAL LLUVIA (mm) EN LOS 4 DÍAS: 98.30

### Junio 10 de 2005:

Como consta en los registros pluviométricos de seis estaciones (El Carmen, Ingeominas, Emas, Posgrados, Yarumos y Enea) ubicadas en distintos puntos de la ciudad, se presentaron en Manizales – y con énfasis en la zona occidental – extraordinarios aguaceros de gran magnitud (Ver Tabla No. 10), fluctuantes entre 45.97 mm y 149.86 mm según el sitio de medición, y duración significativamente considerable, fluctuante entre 3.8 y 7.4 horas según el sitio. El carácter extremo de las variables que caracterizaron estos singulares aguaceros – magnitud y duración – y el acumulado de lluvias en los días anteriores, provocó una rápida saturación del suelo y produjo deslizamientos en varias laderas de fuerte pendiente que circundan la ciudad y que sirven de apoyo a una buena parte de su infraestructura urbana



Puede observarse que el indicador A25 superó el umbral de los 200 mm desde el día 05 de Junio de 2005 en el sector occidente (El Carmen e Ingeominas) y nor-occidente de la ciudad (Emas), alcanzando valores máximos de 379.48 mm, 340.61 mm y 291.8 mm respectivamente, el día 10 de junio de 2005. Por su parte, en las estaciones del centro-oriente (Posgrados y Yarumos) y sur-oriente (Enea) de la ciudad, los niveles no superaron los 200 mm pero estaban muy cercanos a este umbral. Ver Tabla No. 13.

**Tabla 10. Características de las lluvias del 10 de Junio de 2005**

<b>EL CARMEN</b>					
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora 03:20	LLUVIA 2 hora 11:50	LLUVIA 3	Lluvia diaria (mm) 149.86
Duración	min	445.00	40.00		
Magnitud	mm	148.33	1.53		
Intensidad media	mm/h	20.00	2.29		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 379.48
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	88.32	3.12		
Clasificación	Conceptual	LLUVIA FUERTE	LLUVIA LIGERA		
<b>INGEOMINAS</b>					
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora 00:00	LLUVIA 2 hora 03:25	LLUVIA 3 hora 11:55	Lluvia diaria (mm) 126.50
Duración	min	5.00	445.00	45.00	
Magnitud	mm	0.26	124.97	1.27	
Intensidad media	mm/h	3.12	16.85	1.69	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 341.89
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	3.12	91.44	3.12	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA LIGERA	
<b>EMAS</b>					
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora 04:05	LLUVIA 2 hora 05:05	LLUVIA 3 hora 12:15	Lluvia diaria (mm) 58.60
Duración	min	35.00	360.00	35.00	
Magnitud	mm	5.80	52.00	0.80	
Intensidad media	mm/h	9.94	8.67	1.37	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 291.80
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	19.20	28.80	2.40	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	LLUVIA LIGERA	
<b>POSGRADOS</b>					
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora 04:50	LLUVIA 2 hora 05:50	LLUVIA 3 hora 06:15	Lluvia diaria (mm) 58.16
Duración	min	40.00	5.00	265.00	
Magnitud	mm	4.06	0.26	50.55	
Intensidad media	mm/h	6.09	3.12	11.45	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 181.35
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	15.24	3.12	39.60	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	
<b>YARUMOS</b>					
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora 04:10	LLUVIA 2 hora 06:45	LLUVIA 3 hora 11:40	Lluvia diaria (mm) 45.97
Duración	min	5.00	230.00	60.00	
Magnitud	mm	0.25	42.42	2.54	
Intensidad media	mm/h	3.00	11.07	2.54	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 189.48
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	3.00	45.72	6.12	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	
<b>ENEA</b>					
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LLUVIA 1 hora 05:10	LLUVIA 2 hora 11:20	LLUVIA 3	Lluvia diaria (mm) 69.85
Duración	min	310.00	85.00		
Magnitud	mm	66.29	3.56		
Intensidad media	mm/h	12.83	2.51		Lluvia antecedente de 25 días (mm) 182.11
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	54.84	6.12		
Clasificación	Conceptual	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA		

**Tabla 11.** Valores de lluvia diaria e indicadores de lluvia antecedente de 25 días para la Red

Junio	ESTACIONES DE LA RED A JUNIO DE 2005											
	El Carmen		Emas		Enea		Ingeominas		Posgrados		Yarumos	
Días	Llu. diaria	Llu. ant. 25	Llu. diaria	Llu. ant. 25	Llu. diaria	Llu. ant. 25	Llu. diaria	Llu. ant. 25	Llu. diaria	Llu. ant. 25	Llu. diaria	Llu. ant. 25
1	0.76	181.61	3.40	140.40	1.01	138.17	0.51	170.94	2.54	112.52	6.86	143.51
2	0.00	176.27	0.40	134.00	0.00	120.89	0.00	165.60	0.00	101.09	0.25	127.00
3	0.00	175.51	7.80	141.80	2.79	118.35	0.00	164.84	0.00	100.84	0.00	126.49
4	18.29	193.55	21.20	162.80	4.32	122.67	22.09	186.68	2.03	102.87	5.84	132.07
5	50.29	243.84	51.80	214.60	13.21	135.88	55.38	242.06	29.46	132.33	34.29	166.36
6	14.23	258.07	11.40	226.00	11.17	147.05	14.47	256.53	12.19	144.52	10.16	176.52
7	10.41	268.22	10.40	236.40	11.18	158.23	6.86	263.13	9.66	153.92	10.67	186.43
8	16.00	268.98	38.20	261.60	1.27	151.88	6.10	253.99	7.36	153.15	5.08	177.80
9	4.07	260.10	3.60	259.80	5.84	132.58	3.55	244.59	4.07	139.19	5.34	162.56
10	149.86	379.48	58.60	291.80	69.85	182.11	126.50	340.61	58.16	181.35	45.97	189.48

Convenciones: Llu. diaria: Lluvia diaria; Llu. ant. 25: Lluvia antecedente de 25 días

#### **Noviembre 14 y 15 de 2008:**

El evento de lluvia que inició a las 3:25 p.m. del 14 de noviembre y se prolongó hasta las 4:40 a.m. del día siguiente y que fue registrado por las once (11) estaciones meteorológicas que componían la Red de Manizales asociada a prevención de desastres (Aranjuez, Bosques del Norte, El Carmen, Emas, Enea, Hospital de Caldas, Ingeominas, La Palma, Posgrados, Recinto y Yarumos) y pluviógrafos (Estación Agronomía) ubicados en puntos estratégicos de la ciudad, indican que se presentó un fuerte aguacero. Para realizar un análisis más detallado del evento, se tomaron 3 zonas definidas en la ciudad donde el comportamiento varió en intensidad, magnitud y duración; así:

**Zona centro-oriente y nor-oriente:** En esta zona se encuentran las estaciones Bosques del Norte, Hospital de Caldas, Posgrados, Yarumos y Recinto, donde se registraron para este evento, magnitudes fluctuantes entre 82.4 y 142.75 mm según el sitio de medición, con una intensidad pico de 79.2 mm/hr en cinco minutos, que es alta pero que en otras ocasiones la han superado casi en un 60%, y una duración que fluctuó entre 10 y 12.75 horas según el sitio, cifras record según los registros históricos con que se cuenta.

**Zona occidente y nor-occidente:** En esta zona se encuentran las estaciones La Palma, Ingeominas, El Carmen y Emas, donde se registraron para este evento, magnitudes



fluctuantes entre 34.55 y 80.78 mm según el sitio de medición, con una intensidad pico de 73.08 mm/hr en cinco minutos, que es alta pero que en otras ocasiones la han superado casi en un 70%, y una duración fluctuante entre 7.25 y 10.6 horas según el sitio, cifras record según los registros históricos con que se cuenta.

**Zona sur y sur-oriental:** En esta zona se encuentran las estaciones Aranjuez y Enea, donde se registraron para este evento, magnitudes fluctuantes entre 53.2 y 61.21 mm según el sitio de medición, con una intensidad pico de 33.6 mm/hr en cinco minutos (vale anotar que en otra lluvia anterior el mismo día 14 de noviembre, se obtuvo un pico máximo de 81.6 mm/h en cinco minutos), y una duración fluctuante entre 10 y 11 horas según el sitio, cifras record según los registros históricos con que se cuenta.

El carácter extremo de las tres componentes que caracterizaron este singular aguacero – magnitud, intensidad y duración – aunado a las condiciones antecedentes y posteriores de lluvias caídas los días 13 y 15 de noviembre, provocó una rápida saturación del suelo de las laderas, no sólo por la magnitud sino también por la intensidad del aguacero, lo que produjo una escorrentía abundante que “lavó” la tierra y la vegetación y desencadenaron una serie de deslizamientos, sobre todo en las partes altas de varias cuencas de las zonas nor-oriental y oriental de la ciudad de Manizales, precisamente hacia donde más se concentraron las lluvias. En cálculos posteriores, se determinó un periodo de retorno situado alrededor de los 86 años.

Por su parte, el indicador A25 sobrepasó el umbral de los 200 mm en todas las estaciones de la Red, excepto en la Estación Enea, alcanzando un máximo de 320.4 mm el 14 de noviembre en la Estación Hospital de Caldas (60% por encima del umbral de los 200 mm) como se observa en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Resumen de componentes máximas de lluvias por año para las estaciones de la Red  
**RESUMEN COMPONENTES MÁXIMAS DE LLUVIAS POR AÑO**

COMPONENTES MÁXIMAS DE LLUVIAS POR AÑO	UNIDADES	AÑO			
		2003	2005	2008 (Mayo)	2008 (Noviembre)
Duración	min	630	445	320	726
Magnitud	mm	145.80	148.33	79.75	142.75
Intensidad media	mm/h	27.34	20.00	27.71	36.40
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	124.80	91.44	118.92	81.60
Lluvia diaria	mm	140.20	149.86	90.68	126.49
Lluvia antecedente de 25 días	mm	385.25	379.48	435.10	320.40
Suma de 3 días consecutivos	mm	171.20	169.93	149.61	234.00

En la tabla anterior se puede apreciar que dos (2) de las componentes de una lluvia (duración e intensidad media) y la suma de tres días consecutivos, superaron en valor a los registrados

en años anteriores, por lo que se convierte en una situación única, extrema y crítica según los registros que se tenían hasta el momento. Vale aclarar que si se han presentado valores de intensidades medias superiores a la de 36.4 mm/h (14 de noviembre de 2008), un caso es el registrado en la estación Posgrados el 2 de mayo de 2002, con un valor de 50 mm/h, en un evento aislado que duró 25 minutos y totalizó 20.83 mm de magnitud. Es claro que la coincidencia de componentes máximas en un evento o varios eventos en un mismo día, tenía que verse reflejada en la declaratoria de emergencia inmediata, sabiendo de antemano que el monitoreo que se lleva en las cuencas afectadas es muy poco, por no decir que nulo. De igual manera, ya se habían registrado condiciones de lluvia antecedente de 25 días mucho mayores que las del 14 de noviembre de 2008, tal es el caso de noviembre 6 de 2007 en la estación El Carmen, con un valor acumulado de 561.84 mm nunca antes registrado y hasta el día 15 de noviembre de 2008 no había sido superado, por no nombrar sino uno de varios casos; la diferencia de estas condiciones de 2007 a las de noviembre de 2008 radica en que en sólo un fin de semana, se pasó de una situación de “calma” - sin alertas activas - a una alerta roja casi que generalizada en la ciudad.

**Tabla 13.** Lluvias diarias los 16 días posteriores al 14 de noviembre de 2008 para la Red Manizales

Lluvia diaria (mm)						
Día	Aranjuez	Bosques del Norte	El carmen	Emas	Enea	Hospital de caldas
15	38.60	60.20	66.04	61.40	27.94	67.20
16	5.60	13.80	3.56	2.60	8.38	3.20
17	0.60	0.20	3.81	0.60	0.00	2.40
18	15.60	15.40	60.19	25.00	5.08	27.40
19	6.60	6.40	23.37	21.60	4.83	15.40
20	7.40	5.20	17.53	10.40	5.84	14.20
21	5.60	1.00	42.67	31.60	2.03	5.60
22	1.80	1.60	5.84	2.20	2.03	5.20
23	6.00	24.80	17.02	32.40	4.83	17.40
24	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
25	24.20	13.00	26.16	23.80	20.83	27.80
26	14.80	24.00	22.10	25.60	15.75	24.80
27	2.80	2.00	0.51	1.20	10.92	1.00
28	1.40	21.00	7.37	15.00	5.08	7.80
29	14.60	21.20	46.23	29.60	8.63	29.00
30	12.60	9.60	68.07	14.80	1.02	45.80
<b>SUMA</b>	158.20	219.40	410.47	298.00	123.19	294.20



Lluvia diaria (mm)						
Día	Ingeominas	La Palma	Posgrados	Recinto	Yarumos	Promedio Manizales
15	68.83	73.00	46.99	33.80	65.53	53.34
16	2.54	2.60	3.30	17.00	5.59	7.56
17	3.56	0.40	2.54	0.60	1.27	1.42
18	56.13	16.00	9.91	2.80	8.64	20.30
19	20.32	10.60	10.67	3.00	9.39	11.19
20	15.75	9.00	* 9.90	5.00	9.15	9.57
21	51.56	14.40	5.85	35.00	4.32	21.96
22	6.35	1.40	2.28	2.00	0.76	2.81
23	23.11	16.60	10.67	15.20	32.00	18.22
24	0.26	0.00	0.00	0.20	0.26	0.11
25	18.79	35.80	22.61	24.20	16.51	23.51
26	19.31	9.80	25.65	19.40	27.94	20.68
27	1.53	1.60	5.33	7.80	8.13	4.61
28	7.11	3.80	3.56	11.60	8.89	8.74
29	42.16	22.40	20.83	19.80	21.59	25.22
30	66.55	6.00	14.73	1.60	0.25	20.00
<b>SUMA</b>	<b>403.86</b>	<b>223.40</b>	<b>194.82</b>	<b>199.00</b>	<b>220.22</b>	<b>249.26</b>

Una de las preocupaciones en su momento fue la continua presencia de lluvias en la ciudad después del 14 de noviembre, situación que complicó aún más las condiciones de las cuencas y sectores afectados y a la vez generó otros focos de riesgo en la ciudad; en la Tabla 13 se aprecia claramente que en los dieciséis días siguientes a la declaración de emergencia (14-11-2008), se registraron 410.47 mm en la estación El Carmen y 403.86 mm en la Estación Ingeominas, como los valores más altos. Además se tiene que para los primeros doce (12) días del mes de noviembre en estas dos estaciones, el acumulado de lluvias fue del 15% y 11% respectivamente comparado con el total del mes, lo que quiere decir que en los siguientes 18 días la cantidad de lluvia registrada fue hasta nueve (9) veces mayor.

**Tabla 14.** Indicador A25 para las estaciones de la Red los 16 días posteriores al evento

<b>Lluvia antecedente de 25 días (mm)</b>						
<b>Día</b>	<b>Aranjuez</b>	<b>Bosques del Norte</b>	<b>El cármén</b>	<b>Emas</b>	<b>Enea</b>	<b>Hospital de caldas</b>
15	258.40	297.40	379.48	361.00	185.17	387.20
16	263.60	310.80	382.78	363.00	193.04	390.40
17	262.40	307.00	383.54	360.00	190.50	389.40
18	278.00	322.40	443.73	385.00	195.58	416.80
19	277.80	324.00	460.75	404.40	198.38	428.40
20	281.60	327.60	473.46	413.20	200.91	438.00
21	282.60	324.20	497.33	441.40	199.39	425.20
22	282.60	310.20	494.03	420.40	198.12	424.80
23	285.80	331.20	506.22	449.20	200.91	437.40
24	285.80	331.20	506.22	448.80	200.91	437.40
25	310.00	339.80	532.38	465.20	221.74	465.20
26	274.40	324.00	479.04	451.80	206.51	410.20
27	271.20	325.40	478.28	452.00	216.41	409.20
28	269.20	333.40	481.33	462.20	217.17	402.00
29	283.00	350.80	524.26	489.20	223.26	428.60
30	293.00	354.40	589.79	500.60	224.28	472.00

<b>Lluvia antecedente de 25 días (mm)</b>						
<b>Día</b>	<b>Ingeominas</b>	<b>La Palma</b>	<b>Posgrados</b>	<b>Recinto</b>	<b>Yarumos</b>	<b>Promedio Manizales</b>
15	348.49	290.60	333.25	283.40	376.93	316.90
16	350.78	292.40	336.29	299.00	382.27	323.85
17	351.29	290.40	335.53	296.20	378.21	321.93
18	407.42	306.40	345.44	299.00	386.85	342.24
19	424.69	314.00	349.76	300.20	387.85	349.38
20	438.41	323.00	350.52	293.00	388.37	353.04
21	463.55	333.40	336.81	319.60	382.53	363.95
22	452.38	322.00	335.53	314.00	376.43	357.25
23	472.44	334.60	342.39	327.40	403.86	372.11
24	472.70	332.80	342.39	327.60	404.12	372.00
25	489.46	363.00	365.00	351.80	420.37	394.03
26	473.97	343.20	340.87	341.40	402.59	370.95
27	474.73	344.20	344.42	348.00	409.96	374.28
28	476.76	345.80	342.14	351.80	411.74	376.47
29	513.59	364.00	361.44	366.40	429.52	398.04
30	578.36	368.40	371.86	364.80	425.96	415.23
	578.36	368.40	371.86	366.40	429.52	415.23

En las tablas siguientes se muestran los eventos de lluvia presentados el día 14 de noviembre de 2008 en Manizales y que se prolongaron hasta el día siguiente, se resaltan los valores máximos obtenidos.



Tabla 15. Indicador A25 para las estaciones de la Red los 16 días posteriores al evento

## **REPORTE DE LLUVIAS NOVIEMBRE 14 DE 2008**

### **ARANJUEZ**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:05	LLUVIA 2 hora: 15:30	LLUVIA 3 hora: 17:35	Lluvia diaria (mm) 79.20
Duración	min	5.00	105.00	655.00	
Magnitud	mm	0.20	37.80	53.20	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 220.40
Intensidad media	mm/h	2.40	21.60	4.87	
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	2.40	81.60	33.60	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 153.20

### **BOSQUES DEL NORTE**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 00:55	LLUVIA 2 hora: 16:30	LLUVIA 3 hora: 17:35	Lluvia diaria (mm) 78.60
Duración	min	5.00	30.00	600.00	
Magnitud	mm	0.20	9.20	82.40	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 238.00
Intensidad media	mm/h	2.40	18.40	8.24	
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	2.40	64.80	60.00	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 158.60

### **EL CARMEN**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:50	LLUVIA 2 hora: 15:20	LLUVIA 3 hora: 17:30	Lluvia diaria (mm) 77.47
Duración	min	5.00	75.00	640.00	
Magnitud	mm	0.25	10.92	80.78	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 313.95
Intensidad media	mm/h	3.00	8.74	7.57	
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	3.00	57.84	73.08	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 228.09

### **EMAS**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 16:30	LLUVIA 2 hora: 17:25	LLUVIA 3 hora: 20:10	Lluvia diaria (mm) 87.40
Duración	min	20.00	85.00	435.00	
Magnitud	mm	5.80	34.20	63.20	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 300.20
Intensidad media	mm/h	17.40	24.14	8.72	
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	31.20	69.60	40.80	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 234.00

### **ENEA**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 15:40	LLUVIA 2 hora: 17:05	LLUVIA 3 hora: 17:45	Lluvia diaria (mm) 68.07
Duración	min	65.00	10.00	610.00	
Magnitud	mm	12.70	0.51	61.21	Lluvia antecedente de 25 días (mm) 158.24
Intensidad media	mm/h	11.72	3.06	6.02	
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	33.48	3.12	27.48	
Clasificación	Conceptual	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	LLUVIA MODERADA	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 116.59

Tabla 16. Indicador A25 para las estaciones de la Red los 16 días posteriores al evento

## **REPORTE DE LLUVIAS NOVIEMBRE 14 DE 2008**

### **HOSPITAL DE CALDAS**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 15:30	LLUVIA 2 hora: 16:20	LLUVIA 3 hora: 17:25	Lluvia diaria (mm) 101.80
Duración	min	25.00	30.00	680.00	
Magnitud	mm	4.00	5.00	109.20	
Intensidad media	mm/h	9.60	10.00	9.64	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	19.20	31.20	69.60	320.40
Clasificación	Conceptual	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 226.40

### **INGEOMINAS**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 17:25	LLUVIA 2 hora: 18:00	LLUVIA 3 hora: 19:20	Lluvia diaria (mm) 47.76
Duración	min	15.00	50.00	485.00	
Magnitud	mm	8.13	12.95	34.55	
Intensidad media	mm/h	32.52	15.54	4.27	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	54.84	63.96	18.36	280.17
Clasificación	Conceptual	LLUVIA FUERTE	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 221.74

### **LA PALMA**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:00	LLUVIA 2 hora: 18:00	LLUVIA 3 hora: 19:55	Lluvia diaria (mm) 54.60
Duración	min	225.00	30.00	440.00	
Magnitud	mm	11.60	18.20	48.20	
Intensidad media	mm/h	3.09	36.40	6.57	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	7.20	57.60	21.60	217.60
Clasificación	Conceptual	LLUVIA MODERADA	LLUVIA FUERTE	LLUVIA MODERADA	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 205.20

### **POSGRADOS**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 02:15	LLUVIA 2 hora: 15:25	LLUVIA 3	Lluvia diaria (mm) 113.28
Duración	min	150.00	765.00		
Magnitud	mm	4.32	126.24		
Intensidad media	mm/h	1.73	9.90		Lluvia antecedente de 25 días (mm)
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	6.12	79.20		287.02
Clasificación	Conceptual	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE		Suma 3 días (mm) (13+14+15) 192.28

### **RECINTO**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 04:15	LLUVIA 2 hora: 05:15	LLUVIA 3 hora: 16:40	Lluvia diaria (mm) 107.00
Duración	min	5.00	5.00	690.00	
Magnitud	mm	0.20	0.20	112.60	
Intensidad media	mm/h	2.40	2.40	9.79	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	2.40	2.40	38.40	251.00
Clasificación	Conceptual	LLUVIA LIGERA	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 172.40

### **YARUMOS**

COMPONENTES DE LA LLUVIA	UNIDADES	LLUVIA 1 hora: 01:15	LLUVIA 2 hora: 02:30	LLUVIA 3 hora: 16:30	Lluvia diaria (mm) 126.49
Duración	min	5.00	140.00	675.00	
Magnitud	mm	0.26	4.31	142.75	
Intensidad media	mm/h	3.12	1.85	12.69	Lluvia antecedente de 25 días (mm)
Intensidad máxima en 5 minutos	mm/h	3.12	6.12	76.20	312.42
Clasificación	Conceptual	LLUVIA MODERADA	LLUVIA LIGERA	LLUVIA FUERTE	Suma 3 días (mm) (13+14+15) 229.61



**Noviembre 5 de 2011:**

Ahora bien, hay fenómenos océano-atmosféricos como el ENOS (El Niño-Oscilación Sur), relacionado con los cambios de temperatura superficial en una amplia área del océano Pacífico Ecuatorial, es recurrente pero no periódico (entre 2 y 7 años) y presenta dos fases: una cálida donde la temperatura superficial del océano Pacífico en las costas de Suramérica aumenta al menos 0.5°C por encima de la media normal durante 3 meses consecutivos y que se denomina *El Niño*; y una fase fría contraria a la anterior, donde la temperatura superficial del océano Pacífico en las costas de Suramérica disminuye al menos 0.5°C por debajo de la media normal durante 3 meses consecutivos y que se denomina *La Niña*.

Esta gama de aspectos hacen de Manizales una ciudad lluviosa (aproximadamente el 70%, esto es, casi 3 de cada 4 días, llueve) y si a esto se le añaden aspectos tan importantes como la topografía donde sobresalen las pendientes medias-fuertes, composición de los suelos altamente susceptibles a deslizamientos, usos del suelo inapropiados, corrientes de agua con alto poder erosivo debido a la velocidad que alcanzan, ubicación de comunidades en zonas de alto riesgo, etc., se tiene un verdadero laboratorio de problemáticas que convergen en un solo lugar y que solo con el compromiso de los diferentes entes público, privados, academia y comunidad le pueden dar salida a eventos catastróficos como los vividos últimamente en nuestra querida Manizales.

En el caso particular del barrio Cervantes, punto prácticamente equidistante entre las estaciones meteorológicas Hospital de Caldas y El Carmen, se debe anotar que está ubicado en el área con mayor precipitación de la ciudad, en la ladera que drena sus aguas al río Chinchiná y donde se tienen aproximadamente entre 400 y 500 personas por Hectárea, perteneciendo a una de las comunas con mayor densidad poblacional.

Los registros pluviométricos que almacena la Red Hidrometeorológica de Manizales reflejan unos altos índices de precipitación en este sector como se puede apreciar en las Tablas 19 y 20, mostrándose máximos mensuales de 433.8 mm en estación Hospital de Caldas en Octubre de 2011 y 462.3 mm en Noviembre de 2010 en estación El Carmen. La precipitación registrada entre septiembre y noviembre ha alcanzado a representar hasta el 38% de la precipitación total de un año en ambas estaciones (año 2010) y en el compilado multianual

representa el 32% y 33% en las estaciones Hospital de Caldas y El Carmen respectivamente; este acumulado en el año 2011 representó, a solo 5 días de iniciado el mes de noviembre, el 28% y 31% de la precipitación total acumulada en el año 2011 para las estaciones Hospital de Caldas y El Carmen respectivamente. Ver Tabla 19.

Es de anotar que los acumulados en el primer período de lluvias del año, esto es entre los meses de marzo a mayo, generalmente son más bajos que en el segundo período, septiembre a noviembre, y que la suma de ambos períodos de lluvias en el 2011 ya representaban el 64% y 65% del total acumulado en el año hasta el momento, en las estaciones Hospital de Caldas y El Carmen respectivamente.

**Tabla 17.** Registros pluviométricos en mm estación Hospital de Caldas. Período 2009-2011

Año\Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
2009	169.8	172.2	214.0	160.6	147.8	208.4	21.4	58.6	58.6	261.2	308.2	99.6	1880.4
2010	37.4	31.0	84.8	234.0	216.6	237.8	242.4	155.0	197.6	345.2	368.6	269.0	2419.4
2011	43.6	429.6	377.4	328.2	197.4	158.0	163.4	136.0	233.8	433.8	32.0		2533.2
Multianual	166.0	161.2	187.5	232.6	259.7	210.1	129.9	163.6	145.6	260.4	416.9	214.7	2548.3
Ll. mes max	169.8	429.6	377.4	328.2	216.6	237.8	242.4	155.0	233.8	433.8	368.6	269.0	433.8
Ll. prom. Mes	83.6	210.9	225.4	240.9	187.3	201.4	142.4	116.5	163.3	346.7	236.3	184.3	2339.1
Ll. mes mín	37.4	31.0	84.8	160.6	147.8	158.0	21.4	58.6	58.6	261.2	32.0	99.6	1151.0
Días con lluvia	35	51	66	70	75	63	62	62	54	73	53	36	700
Días sin lluvia	58	33	27	20	18	27	31	31	36	20	12	26	339
Total días período 2009-2011													1039

**Tabla 18.** Registros pluviométricos en mm estación El Carmen. Período 2009-2011

Año\Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
2009	232.7	214.6	277.9	199.4	164.3	276.1	30.5	92.5	77.5	315.2	286.5	160.0	2327.1
2010	36.3	54.1	114.3	264.2	239.5	250.7	260.6	219.5	255.5	435.6	462.3	408.2	3000.7
2011	99.3	345.4	323.3	307.8	190.3	131.8	156.5	144.2	245.8	435.9	65.5		2445.9
Multianual	219.6	140.8	268.3	270.6	289.3	233.3	115.6	160.7	164.3	398.5	409.9	294.1	2964.8
Ll. mes max	232.7	345.4	323.3	307.8	239.5	276.1	260.6	219.5	255.5	435.9	462.3	408.2	462.3
Ll. prom. Mes	122.8	204.7	238.5	257.1	198.0	219.5	149.2	152.1	192.9	395.6	271.4	284.1	2686.0
Ll. mes mín	36.3	54.1	114.3	199.4	164.3	131.8	30.5	92.5	77.5	315.2	65.5	160.0	1441.4
Días con lluvia	39	53	66	71	71	66	62	65	56	74	53	37	713
Días sin lluvia	54	31	27	19	22	24	31	28	34	19	12	25	326
Total días período 2009-2011													1039

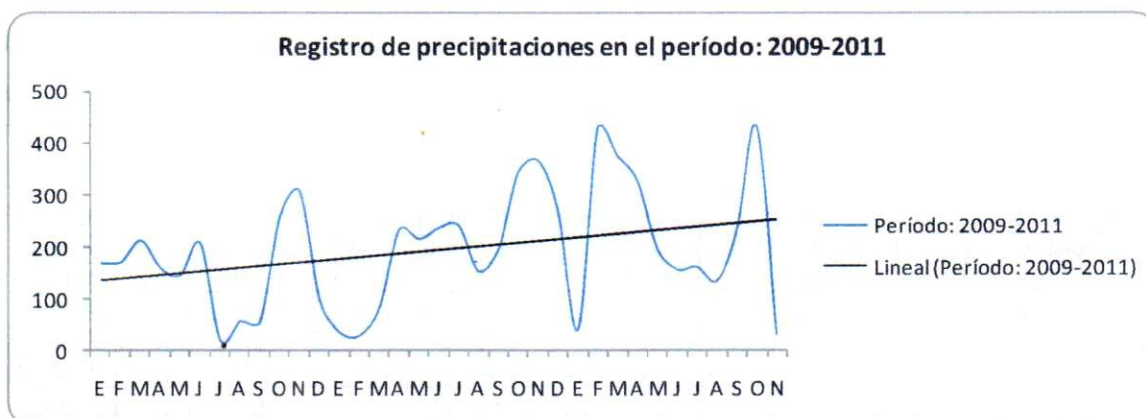
**Tabla 19.** Porcentaje de precipitación períodos de lluvias en Manizales período 2009-2011.

Estaciones Hospital de Caldas y El Carmen

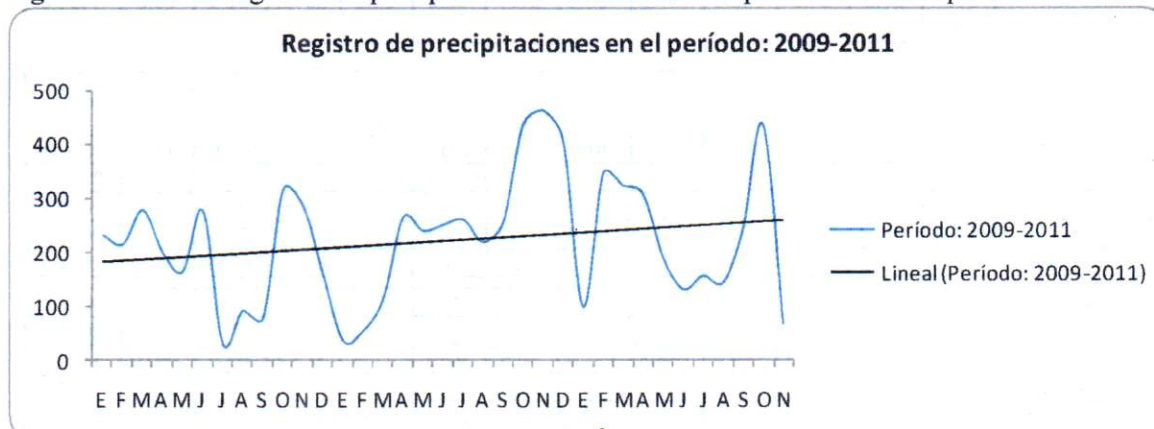
Estación	Hospital de Caldas		El Carmen	
Período	MAM	SON	MAM	SON
2009	28%	33%	28%	29%
2010	22%	38%	21%	38%
2011	36%	28%	34%	31%
Multianual	27%	32%	28%	33%



También se puede apreciar que en ambas estaciones se presentó en los 3 años, una tendencia ascendente en los registros de precipitación (Ver Figuras 1 y 2), esto ha estado asociado al Fenómeno ENOS en su fase fría (La Niña), que se mantuvo presente entre agosto de 2010 a junio de 2011 y que en su momento, empezaba una nueva fase, según reportes del IRI (The International Research Institute for Climate and Society) que se prolongaría hasta el mes de marzo de 2012.



**Figura 1.** Serie de registros de precipitación en la estación Hospital de Caldas – período 2009-2011



**Figura 2.** Serie de registros de precipitación en la estación El Carmen – período 2009-2011

Para noviembre 5, los registros del A25 alcanzaron los máximos del mes con valores de 357 mm y 397.3 mm en las estaciones Hospital de Caldas y El Carmen respectivamente.

Estas condiciones han detonado un sinnúmero de deslizamientos de grandes proporciones en varios sectores de la ciudad y además, en algunos episodios intensos aislados se han generado varias avalanchas y empalizadas en afluentes importantes, sobre todo en el sector oriental de la ciudad, como es el caso de la quebrada El Perro (octubre de 2010) y quebrada Manizales (marzo y abril de 2011), dejando grandes daños en la red vial en la vía a Bogotá y afectación a infraestructura de servicios públicos.

La tragedia que enlutó a varias familias de Manizales por los hechos registrados en el barrio Cervantes no fueron una consecuencia aislada, el factor detonante de este deslizamiento está asociado a los índices acumulados de lluvia hasta la fecha del acontecimiento y a la intensidad de la lluvia de la noche anterior (noviembre 04 de 2011) que registró los mayores valores hacia el sector occidental de Manizales con 64 mm en la estación El Carmen y 66.3 mm en la estación Ingeominas; aunque lo acontecido sería tema de investigación por parte de organismos de los control.

También se debía tener en cuenta que el último evento de El fenómeno de La Niña entre los años 2010-2011, no había dado tregua y muchos de los estragos que generó esa oleada de lluvias estaban latentes en algunos sectores de la ciudad, comprometiendo líneas vitales de servicios públicos como agua potable, además de restricciones en vías de acceso a la capital caldense, situación que agravaba el estado de la emergencia en noviembre de 2011.

Como conclusión final, en la ciudad de Manizales convergen una serie de factores y fenómenos que la convierten en un laboratorio de Gestión del Riesgo, en donde la academia está comprometida a investigar, desarrollar y brindar herramientas que sirvan como base para lograr un mejor ordenamiento del territorio, de la mano con los entes públicos y privados, sin dejar de lado la importante labor de monitorear y optimizar los Sistemas de Alerta Temprana, que con una buena Gestión del Riesgo, permitan brindarle bienestar y mejor calidad de vida a la comunidad en general.

Anexo preparado por:

JOHN ALEXANDER PACHÓN GÓMEZ

Operador Red de Estaciones Hidrometeorológicas de Manizales

Instituto de Estudios Ambientales-IDEA

Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

Manizales, Abril de 2017