

ESTADO DEL ARTE: EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA DESMOTADORA DABEIBA, ANTIOQUIA



Depósito fluvio torrencial en la cuenca media de la quebrada Desmotadora

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL URABÁ



Subdirección Gestión y Administración Ambiental

Apartadó, 19 de mayo de 2021



INFORME DE OCURRENCIA O POTENCIAL EVENTO DE EMERGENCIA EN EL MARCO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

R-PG-08

04

TRD:	Dep	Serie	Subserie	Tipo Documental	Nº. Cons
	400	08	02	01	899

Fecha de Informe:	DD	MM	AA
	19	05	2021

Fecha de Ocurrencia o Potencial Evento de Emergencia:	27 de abril de 2021
Lugar de Ocurrencia o Potencial Evento de Emergencia (Municipio/Vereda/Cuenca):	Dabeiba, cuenca de la quebrada Desmotadora
Nombre del Funcionario de CORPOURABA que elabora el Informe:	Alberto Vivas Narváez

1. EVENTO

Movimiento en masa ()

Diapirismo de lodo ()

Avenida torrencial (X)

Marejada o mar de leva ()

Otro, cuál?

Inundación ()

Empalizada ()

Sismo ()

Flujo de detritus (X)

Incendio ()

Sequía ()

Vendaval ()

Otro ()

2. ANTECEDENTES

La cabecera urbana del municipio de Dabeiba se asienta sobre un valle de montaña con la presencia de una geodinámica fuerte que define el sector con una alta susceptibilidad a que se presenten eventos amenazantes tales como: socavación lateral, inundaciones y avenidas torrenciales generadas por la quebrada Desmotadora (Corpouraba, 2009) que discurre por la cabecera municipal en sentido occidente – Oriente y vierte aguas al río sucio. La quebrada Desmotadora ha tenido los eventos (Tabla 1) que se describen a continuación.

Tabla 1. Relación de avenidas torrenciales y sus efectos en el municipio de Dabeiba

Fecha Evento	Municipio	Personas Damnificadas	Personas Desaparecidas	Personas Fallecidas	Personas Heridas	Viviendas Afectadas
17/12/1993	Dabeiba	700	13	22	30	25
5/11/2010	Dabeiba	300				70
9/01/2018	Dabeiba	50 (Aprox)				10
22/03/2021	Dabeiba	481				145
Total		1.531	13	22	30	250

2.1 AÑO 1993

El 17 de diciembre de 1993 entre las 4 de la tarde y las 7 de la noche y después de un aguacero de 12 horas se presentó una avenida torrencial de la quebrada Desmotadora; la cual, según reportes de prensa (El Tiempo, 1993; El Tiempo, 1993) dejó 22 personas muertas, 13 personas

desaparecidas, 30 personas heridas, 24 pacientes en el Hospital de Dabeiba. El represamiento de las aguas destruyó 30 casas, 25 quedaron semi-destruidas, 136 casas quedaron afectadas, arrasó 7 vehículos. La prensa escrita mencionó lo siguiente:

[...] " Los habitantes pudieron ver cómo, a eso de las 4 de la tarde, el caudal de la quebrada empezó a disminuir pese a la intensa lluvia. Sin embargo, nadie se percató del inminente peligro, pues la quebrada Desmotadora se había represado en la parte alta de la montaña, debido a un pequeño alud de tierra y árboles

A las 6:40 pm del viernes 17 de diciembre, un ensordecedor ruido anunció la tragedia. La quebrada bajó con furia, arrastrando palos, piedras y lodo. La borrasca provocó que la creciente se saliera de su cauce afectando principalmente a las viviendas localizadas en el sitio conocido como La Playita, un sector del barrio La Soledad.

La avalancha dejó a su paso lodo, que cubrió las calles, anegó las viviendas y dejó a su paso muerte y desconsuelo en la población. De entre los escombros, los organismos de socorro, con el apoyo de la comunidad, habían logrado rescatar hasta la tarde del 18 de diciembre los cadáveres de 21 personas.



Figura 1. Un grupo de habitantes de Dabeiba rescata objetos afectados por la avenida torrencial de la quebrada Desmotadora. Fuente: [El Colombiano, 1983](#).

La borrasca pasó por la Calle 12 (Av. Balboa) y sacó piedras de hasta tres metros y las dejó esparcidas por el área urbana así: Uribe Uribe (Carrera 10), Murillo Toro (Carrera 11) y Balboa (Calle 12). También arrastró un bar, destruyó el asilo municipal y una decena de casetas que se encontraban en la ribera de la quebrada. Se calculó que afectó 200 familias. El alcalde de Dabeiba, Bernardo Gutiérrez Rodríguez, dijo que también fue necesario evacuar a los moradores de 150 casas, por el temor a una nueva avalancha. El balance preliminar de la tragedia mostró 14 personas muertas y 29 Personas heridas"[...].

Los bloques y clastos de roca, principalmente limolitas o basaltos, proveniente de este evento y otros ocurridos antes de 1983 conforman el abanico actual (Pad0) de la quebrada Desmotadora que se extiende desde el puente sobre la Carrera 11 (Murillo Toro) hasta el borde del río Sucio en el barrio La Playita (Carrera 9). Sobre él está construida la Plaza de Mercado y las viviendas. El depósito más antiguo parece haberse formado antes de la ocupación de este sector por parte de la población, tal vez más de 100 años antes y sus bloques se encuentran parcialmente enterrados (CORPOURABA, 2009). Desde el puente que conduce hacia el barrio Guerra Serna sobre la carrera 11 con calle 13 hasta su desembocadura, la quebrada recorre aproximadamente 425 metros con una pendiente de 5°.

2.2 AÑO 2010

El 5/11/2010, las características geomorfológicas de la cuenca y las altas precipitaciones caídas sobre el área de influencia de la quebrada Desmotadora favorecieron un inusual aumento de caudal que dejó 5 viviendas destruidas y 300 personas damnificados (Vivas, A., Cano J. G. 2011).



Figura 2. Antes y después de la avenida torrencial en 2010. **A)** Material vegetal lodo y rocas depositados sobre la Carrera 11 (Murillo Toro) con Calle 11 ($7^{\circ}0'6,6''N - 76^{\circ}16'3,3''W$). **C)** Las marcas de lodo ($\leq 0,60$ m) en la puerta de una vivienda sobre de la Carrera 11 ($7^{\circ}0'7,2''N - 76^{\circ}16'4,3''W$). Fotos: A, C: Alberto Vivas Narváez. B, D: Ingeniero Luis Guillermo Marín Moreno.

Este evento, por el aporte importante de sedimentos no consolidados, material vegetal y rocoso, tuvo las características de una avenida torrencial. Se presentó según el Alcalde Omar Albeiro

Anaya Villareal, pasadas las 7 de la noche y tuvo repercusiones en la infraestructura aledaña a la Plaza de Mercado (Calle 12, Av. Balboa), el Palacio Municipal y los sectores La Playita y Puente Tierra (Carrera 10). El evento ([El Mundo, 2010](#), [Caracol Radio, 2010](#)) depositó en las vías de Dabeiba troncos de considerable diámetro (Figura 2B) y material rocoso de diferentes tamaños que varió desde arenas finas hasta guijarros y bloques; gran parte de ellos, provienen de las terrazas aluviales, el cauce de la quebrada y los depósitos de derrubio.

En el área urbana, la avenida torrencial, inundó un local comercial y 70 viviendas en el área aledaña a la Plaza de Mercado (Calle 12 – Av. Balboa) y en el sector La Playita (Calle 11). ([El Colombiano, 2010](#)). Del puente que conduce hacia el

La avenida torrencial se desplazó a gran velocidad desde la parte alta de la cuenca hasta las calles de Dabeiba; en ese proceso transportó rocas, sedimentos y material rocoso de diferentes diámetros. El detonante fue una lluvia de aproximadamente 3 horas que saturó los suelos e incrementó el caudal de la quebrada. La visita de campo evidenció que durante del evento la quebrada amplió su cauce y dejó expuesto material rocoso que fue depositado en anteriores eventos.

2.3 AÑO 2018

El 9/01/2018 en horas de la mañana y después de un fuerte aguacero que inició en la parte alta de la cuenca y se extendió a la cabecera urbana de Dabeiba se presentó el desbordamiento de la quebrada Desmotadora (Figura 3).



Figura 3. Instante en el que el caudal de la quebrada Desmotadora supera la capacidad hidráulica del puente, forma un remanso y el agua empieza a correr por la Carrera 11 (Murillo Toro) ($7^{\circ}0'11,2''N - 76^{\circ}16'7,4''W$). Foto: Dapard (2018), tomada y adaptada de [RCN Radio, 2018](#).

En el desbordamiento la capacidad hidráulica de la quebrada excedió el caudal de diseño del box culvert (Figura 3), formó un remanso y el agua empezó a discurrir por la carrera 11 (Murillo Toro) hasta encontrar la Plaza Municipal de Mercado ubicada en la Calle 12 (Av. Balboa). En ese recorrido de 110 m de largo, por una vía urbana con pendiente suave (3° - 5°), con superficie de rodamiento lisa y con bordes de acera delimitados, el flujo compuesto por sedimentos, rocas, material vegetal y agua incrementó su velocidad y al no encontrar un equilibrio empezó a depositar material en las aceras y viviendas de nivel bajo. En esta dinámica afectó 5 viviendas y 5 locales comerciales que resultaron inundados. (RCN Radio, 2018).

La quebrada superó el caudal de diseño del puente (Figura 3) construido sobre la Carrera 11 (Murillo Toro) con Calle 13 (La Soledad). Ese puente es una estructura de sección rectangular hueca que tiene aproximadamente 10 m de largo, 2,50 m de ancho y 3 de metros de alto; soporta el tráfico liviano y el golpe hidráulico de una quebrada de montaña.

2.4 AÑO 2021

El 22/03/2021, a la 1 am del lunes festivo se presentó una avenida torrencial de la quebrada Desmotadora que dejó 481 personas afectadas, 145 viviendas afectadas, 12 viviendas inhabitables, 59 locales comerciales afectados, 2 sedes educativas afectadas, 10 vehículos particulares afectados, 30 vehículos de la CHEC (China Harbour Engineering Company Limited Colombia) afectados (Corpouraba, 2021). El evento en general cubrió 7 manzanas del área urbana y afortunadamente no dejó pérdida de vidas humanas.

La entidad responsable de la Gestión del Riesgo a nivel departamental (DAGRAN, 2021) explicó que el comportamiento de la quebrada ocurrió debido a las altas precipitaciones en la cuenca que se prolongaron por más de 3 horas esto [...] *generó una avenida torrencial que transportó un gran volumen de sedimentos, provocando afectaciones en la localidad* [...].

Una avenida torrencial es sinónimo de un flujo de detritos ó flujo torrencial y en la literatura científica se define (GEMMA, 2007) como un [...] *flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritus saturados, no plásticos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce empinado. El agua del cauce se incorpora al flujo de detritus, incrementando su contenido de agua. Además, el confinamiento lateral ayuda a mantener la profundidad del flujo, facilitando un cierto tipo de ordenamiento de las partículas sólidas y el desarrollo del oleaje. El ordenamiento se refiere a que los clastos más grandes tienden a quedar cerca de la superficie del flujo, lo que se conoce como gradación inversa* [...].

En la ocurrencia de una avenida torrencial además de la precipitación, inciden otros factores como, por ejemplo: **1)** Las condiciones de humedad del suelo. **2)** El uso que se da al suelo (agricultura, ganadería, bosques, etcétera). **3)** El gradiente de pendiente del suelo. **4)** El tipo de lluvia.

2.4.1 Comportamiento de la precipitación

Para algunos autores (Carpenter, et al., 2007) las avenidas torrenciales se asocian con lluvias de origen convectivo que se caracterizan por ser breves, de alta intensidad y localizadas; durante ellas, las tasas de escorrentía superan con creces la de otro tipo de inundaciones debido a la respuesta hidrológica de la cuenca que muchas veces se ve favorecida, con la humedad y las

propiedades hidráulicas del suelo. En días previos a la ocurrencia de la avenida torrencial la distribución espacial de la precipitación en el territorio colombiano mostró un significativo aumento en el acumulado, los cuales se concentraron especialmente en las regiones Andina, Amazónica, Pacífica y sur de la Caribe (Figura 4).

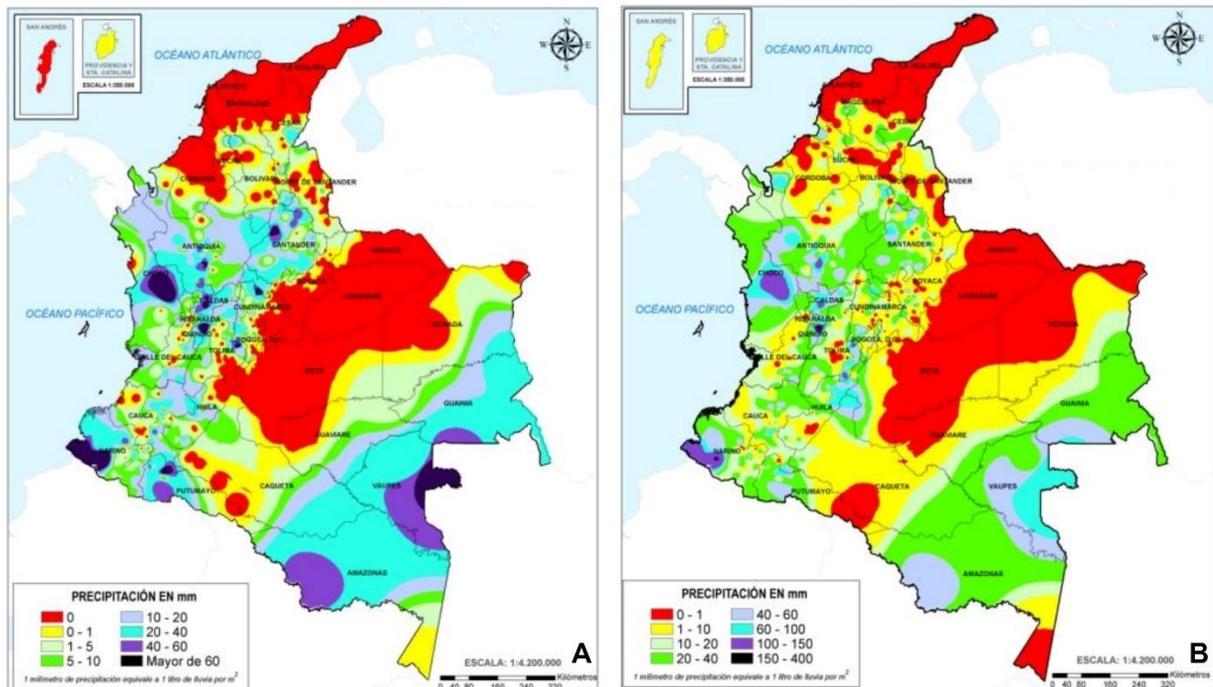


Figura 4. Distribución espacial de la precipitación: **A)** Precipitación diaria desde las 7:00 HLC del domingo 21 de marzo de 2021 hasta las 7:00 HLC del lunes 22 de marzo de 2021. **B)** Precipitación pluvial últimas 72 horas desde las 7:00 HLC del viernes 19 de marzo de 2021 hasta las 7:00 HLC del lunes 22 de marzo de 2021. Fuente: Adaptado de [IDEAM, 2021a](#)

La distribución espacial de la precipitación para el departamento de Antioquia y de manera especial para el municipio de Dabeiba ([IDEAM, 2021a](#)), donde se localiza la cuenca de la quebrada Desmotadora, mostró para el 21 de marzo de 2021, rangos de precipitación comprendidos entre los 20-40 mm (Figura 4A). La lluvia acumulada, que es la suma de los milímetros de agua lluvia que se han registrado en un lapso de tiempo, mostró para el periodo comprendido entre el 19 de marzo y el 22 de marzo de 2021, día en el que se presentó la avenida torrencial, rangos de precipitación comprendidos entre los 60-100 mm (Figura 4B).

Con el análisis de la distribución espacial de la precipitación se busca tener una herramienta para el monitoreo de las avenidas torrenciales ([Borga, et al., 2008](#)) en parte porque ofrece la oportunidad de observar la respuesta de la cuenca cuando la mayoría de las rutas hidrológicas se activan. Sin embargo, este tipo de monitoreo, resulta complicado porque esos eventos se desarrollan en escalas de tiempo y espacio que las redes meteorológicas convencionales no muestrean de manera efectiva y surge entonces la necesidad de utilizar los datos de los radares meteorológicos que recopilan información a escalas espaciales pequeñas (1 km) y escalas de tiempo corto (15-30 minutos o incluso menos en áreas urbanas). En este contexto, el uso de

máximos y mínimos de precipitación, como los que se muestran en la Figura 4, limita la calidad de información toda vez que constituyen datos puntuales.

Los datos del radar meteorológico (SIATA, 2021) para el municipio de Dabeiba, donde se encuentra la cuenca de la quebrada Desmotadora, mostraron que el evento de precipitación inició el 21 marzo antes de las 18 horas y terminó el 22 de marzo después de las 18 horas (Figura 5).

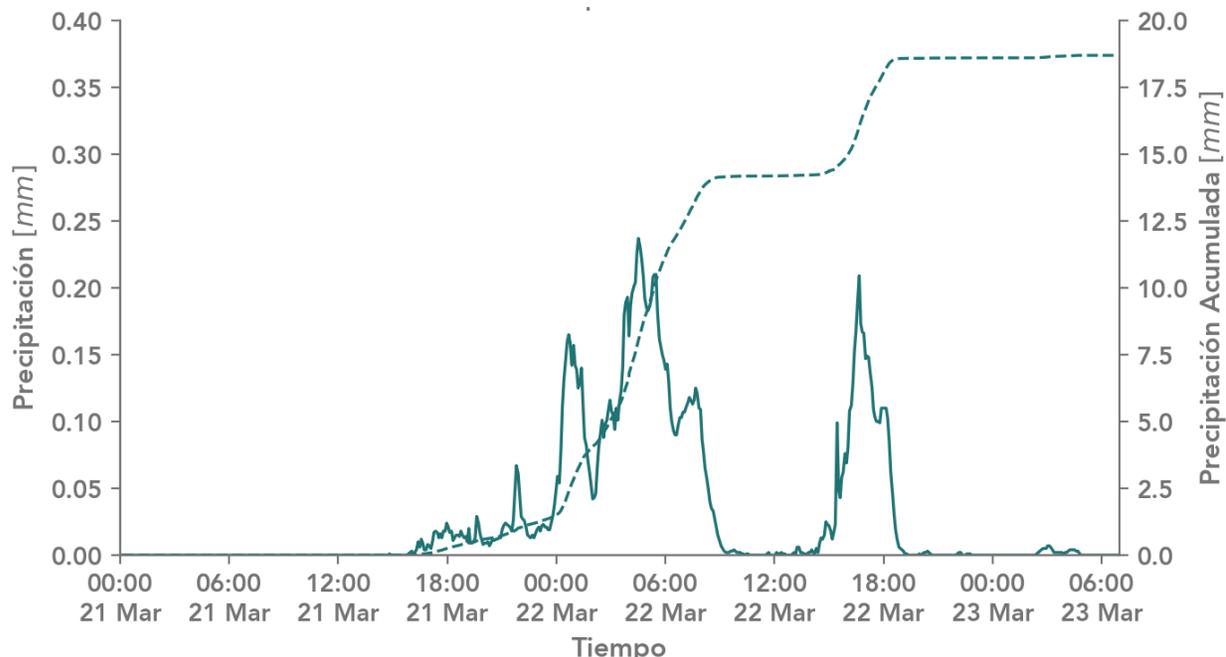


Figura 5. Detalle de la duración e intensidad de la precipitación y precipitación acumulada caída entre el 21 y el 22 de marzo de 2021 que desencadenó la avenida torrencial en la cuenca de la quebrada Desmotadora. Fuente: (SIATA, 2021).

En los datos del radar meteorológico de SIATA (Figura 5), el inicio de la precipitación quedó registrado a las 16:00 horas del 21 de marzo y tuvo el comportamiento (Duración – Intensidad) que se describe a continuación:

1. A las 22:00 horas del 21/03/2021 se registró una precipitación acumulada de 3 mm y luego empezó a descender.
2. A la 1:00 horas de la mañana del 22/03/2021 el radar meteorológico registró un incremento aproximado de 8,0 mm.
A las 2:00 horas, la precipitación acumulada, registró un descenso aproximado hasta los 2,0 mm y de ahí en adelante, la precipitación tuvo un incremento gradual, hasta que a las 4:30 horas cuando alcanzó el pico máximo de 12 mm. Aproximadamente a las 5:30 horas la intensidad de la precipitación acumulada alcanzó 11 mm. Ahora, si se contrasta estos datos con la información reportada por la comunidad (Corpouaba, 2021) vemos que hay coincidencia con los datos reportados por el radar meteorológico de SIATA en relación a la hora de ocurrencia de la avenida torrencial.
3. Antes de las 8:00 horas descendió hasta los 6 mm y cesó alrededor de las 9:00 horas para volver a iniciar alrededor de las 14:00 horas.

4. Aproximadamente a las 17:30 horas del 22/03/2021 la precipitación acumulada alcanzó un pico máximo de 11 mm.

El análisis de los datos del radar meteorológico SIATA (Figura 5) evidencian que en una precipitación de 7 horas comprendidas entre las 18:00 horas del 21/03/2021 y las 1.00 horas del 22/03/2021 se registró variaciones en los rangos de la precipitación acumulada del orden de 8 mm. El pico máximo de 12 mm se alcanzó a las 4:30 horas y 1 hora después; es decir, a las 5:30 horas, la intensidad de la precipitación acumulada alcanzó 11 mm. Los análisis que aquí se presentan dan una idea general del comportamiento de la precipitación que derivó en la ocurrencia de la avenida torrencial del 22 de marzo de 2021.

En concordancia al análisis del comportamiento de la precipitación se tiene la certeza que la avenida torrencial fue el resultado de una lluvia acumulada del orden comprendido entre el rango 60-100 mm tal como se muestra en la Figura 4B para el área que corresponde al municipio de Dabeiba en el departamento de Antioquia. Los datos del radar SIATA muestran el comportamiento de esa precipitación en un rango de tiempo.

2.4.2 Recorrido del flujo de detritus

En relación a la avenida torrencial la dirección del DAGRAN informó ([Q'Hubo Medellín, 2021](#)) que en la dinámica de evaluación del evento se hizo un sobrevuelo en el que se evidenció que no hubo desprendimientos de tierra que generara represamientos por lo que se llegó a la conclusión que se trató de una «*creciente súbita*».

En desarrollo de la «*creciente súbita*» o avenida torrencial, tal como ocurrió en 2018 (Este informe), la capacidad hidráulica de la quebrada Desmotadora excedió el caudal de diseño del box culvert ($7^{\circ}0'11,2''N - 76^{\circ}16'7,4''W$), se formó un remanso y el agua empezó a correr por la [...] Carrera 11 (Murillo Toro) hasta el primer piso de la Plaza Municipal de Mercado ($7^{\circ}0'8,4''N - 76^{\circ}16'4,8''W$). Una parte de la creciente bajó por la Calle 12 (Av. Balboa) y la otra parte siguió por la Carrera 11 hasta la Calle 11 (Vélez) y bajó por esta. La parte que bajó por la Calle 12 (Av Balboa) al llegar a la carrera 10 (Uribe Uribe) se encontró con la creciente que bajaba por la Calle 11 (Vélez), se unieron y continuaron por la Calle 11 afectando dos cuadras de la Carrera 9 (Juan H. White) y dos cuadras del sector La playita (Calle 11) hasta llegar a la playa del rio Sucio" [...] ([Mejía, B. 2021](#)).

2.4.2.1 Sector Plaza de Mercado

La Plaza de Mercado de Dabeiba constituye un sitio de referencia de la comunidad y el lugar de acopio de los productos agrícolas de la región. Consta de dos plantas, ocupa un área de 900 m² y se localiza a 120 m del cauce de la quebrada Desmotadora; en la esquina formada por la carrera 11 (Murillo Toro) y la Calle 12 (Av. Balboa). Su ubicación, que en terreno forma un desnivel, facilitó la acumulación del flujo de lodo y roca que en esta área llegó a ocupar la totalidad de la carrera 11. El flujo derribó las cortinas las cortinas de hierro e ingreso a la plaza para afectar 52 comercios siendo con ello, el sitio de mayor afectación.

La panorámica (Figura 6) muestra en sentido EW la carrera 11 (Murillo Toro) en la que se distingue la naturaleza del material y el espesor del depósito. La pendiente promedio en esa vía es de 4,5° - 5,3°, con un desnivel de 14 m entre la zona de arranque, en inmediaciones de la Casa Cural (cota 432 m) y el pie, en inmediaciones de la Notaría, (cota 418 m) ($7^{\circ}0'6,2''N -$

76°16'3,3"W). En ese trayecto de aproximadamente 152 m se evidenció sedimentos y rocas de diámetro variable; destacándose algunas cuyos diámetros fueron de 0,7m – 1,2 m (Figura 6B). El proceso de remoción del material tardó dos días y en ello se empleó maquinaria pesada (Figura 6C).



Figura 6. Secuencia gráfica del evento. **Panorámica:** Sitio principal del flujo de detritus (7°0'8,3"N - 76°16'4,8"W) que se localiza entre la Calle 12 (Av. Balboa) en sentido SW y la Carrera 11 (Murillo Toro) en sentido EW. Foto: DAGRAN, 2021. Tomada de [El Correo, 2021](#). **A)** Carrera 11 (Murillo Toro) en sentido NS (7°0'8,8"N - 76°16'5,5"W). Foto: Bayardo Mejía Mejía. **B)** Bloques de limolitas o basaltos depositados sobre la Carrera 11. Foto: Autopistas de Urabá – WhatsApp. **C)** Proceso de remoción de rocas en la Calle 12. Foto: Autopistas de Urabá – WhatsApp.

En la carrera 11 (Murillo Toro), el espesor del depósito varió debido a la velocidad del flujo y la pendiente del terreno. Por ejemplo, en inmediaciones de la Plaza Municipal de Mercado (Figura 6), que se halla en la esquina de la Carrera 11 con la Calle 12 (Avenida Balboa) el flujo viajó 93,3 m comprendidos entre el área de arranque (Casa Cural) hasta la intersección de las vías (7°0'8,3N – 76°16'4,8"W). En ese lugar, donde la pendiente promedio es de 7,3° y el desnivel de 12 m, el depósito de sedimentos y roca alcanzó una altura de $\approx 2,4$ m que cubrió las persianas enrollables (Figura 7C) y metros atrás, sobre la Carrera 11, donde el espesor del depósito varió entre $\approx 0,8$ m – 1,2 m, fue suficiente para cubrir el hidrante y las llantas de una camioneta con carrocería tipo estacas (Figura 7A – Figura 7B).



Figura 7. Secuencia del antes y después en la Plaza Municipal de Mercado: **A)** Esquina de la Plaza, la flecha señala el hidrante ($7^{\circ}0'9,4''N - 76^{\circ}16'4,9''W$) y en sentido SW la Carrera 11. Fuente: Google Earth, 2013. **B)** Un par de personas retira el sedimento que cubrió el hidrante, Fuente: Twitter Cr Heiner Giovanni Puentes Aguilar. **C)** Personal militar retira el sedimento que cubrió las rejas ($7^{\circ}0'8,6''N - 76^{\circ}16'5,1''W$), Fuente: Twitter Cr Heiner Giovanni Puentes Aguilar.

2.4.2.2 Sector Calle 12 (Av. Balboa)

Como se ha mencionado, el flujo de roca y sedimento (detritus) llegó a la plaza de mercado y avanzó aproximadamente 30 metros en sentido SW por la Calle 12 (Av Balboa) hasta un punto de coordenadas ($7^{\circ}0'9,0''N - 76^{\circ}16'4,1''W$) que corresponde con la puerta principal del centro de acopio. En ese sector el sedimento y material pétreo constituido por rocas de tamaño mediano y pequeño alcanzó un espesor aproximado de 0,4 m.

2.4.2.3 Características del Flujo

Para efectos de este informe el flujo de detritus que se movilizó por la Carrera 11 (Murillo Toro) tuvo una longitud total de 152 m comprendidos entre la Casa Cural ($7^{\circ}0'11,2'' N - 76^{\circ}16'7,4''W$) y la Notaria ($7^{\circ}0'6,2'' N - 76^{\circ}16'3,3''W$). El flujo de detritus que se movilizó por la Calle 12 (Av. Balboa) tuvo una longitud de 30 m estimados entre la intersección de las vías ($7^{\circ}0'8,3N - 76^{\circ}16'4,8''W$) y un punto de coordenadas ($7^{\circ}0'9,0''N - 76^{\circ}16'4,1''W$). El flujo que se movió por la

Carrera 11 hasta la Plaza de Mercado (7°0'8,4"N – 76°16'4,8"W) tuvo una longitud de 93,3 m y para calcular el volumen se separó en 2 tramos así:

1. El primer tramo de 46,65 m, cubrió 4,5 m de sección de vía y alcanzó un espesor promedio de 0,4 m. El volumen estimado fue 83,97 m³.
2. El segundo tramo de 46,65 m, cubrió 5,0 m de sección de vía y alcanzó un espesor promedio de 2,4 m. El volumen estimado fue 559,8 m³.

La longitud restante; es decir, 58,7 m cubrió 6,0 m de sección de vía y alcanzó un espesor promedio de 0,6 m. El volumen estimado fue 211,32 m³. El flujo movilizado por la Calle 12: tuvo una longitud de 30 m cubrió 6,0 m de sección de vía y el espesor del depósito se estimó en 0,4 m. El volumen estimado fue 72 m³. El volumen total del flujo de detritus fue 972,09 m³.

3. DESARROLLO DE LA VISITA O INFORMACIÓN EXTERNA EN CASO DE NO REALIZAR VISITA

3.1 Georreferenciación (Datum WGS-84)

Equipamiento	Coordenadas Geográficas					
	Latitud Norte			Longitud Oeste		
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
Puente, box culvert, Casa Cural	7	0	11,2	76	16	7,4
Plaza de Mercado	7	0	8,4	76	16	4,8
Notaría	7	0	6,2	76	16	3,3
Flujo de Detritus (93,3 m)	7	0	8,2	76	16	4,9
Primer flujo Detritus (46,65 m)	7	0	9,8	76	16	6,3
Segundo flujo Detritus (46,65 m)	7	0	8,3	76	16	4,8
Flujo Detritus Calle 12 (Av. Balboa	7	0	9	76	16	4,1
Tercer Flujo (Total 152 m) - Notaría	7	0	6,2	76	16	3,3

3.2 Descripción del evento

Se describe a continuación la creciente súbita de la quebrada Desmotadora que se presentó el 27 de abril de 2021; si bien es cierto no tuvo la espectacularidad de los eventos que le antecedieron (1993, 2010, 2018 y 2021, en este documento) generó inquietud conociendo las características torrenciales de la cuenca. En este proceso se calculó los parámetros morfométricos de la cuenca y se analizó, entre otros parámetros, la curva hipsométrica.

3.2.1 Área de Estudio

Corresponde a la cuenca de la quebrada Desmotadora (Figura 8) que posee un área de 502,5 hectáreas (5,02 km²) distribuidos en las veredas El Pital (414,6 ha), Choromandó (83,3 ha) y el área urbana (4,5 ha) del municipio de Dabeiba. En la cuenca la pendiente media es 27° (51%) y la altura promedio es 917,7 m.s.n.m. La longitud del cauce principal es 3,642 km, el máximo orden de la cuenca, calculado con el método de Strahler, es 4. La cota mínima es 395 m.s.n.m. y la cota máxima es 1.717 m.s.n.m. La altura promedio de la cuenca es 917,7 m.s.n.m. A continuación, se presenta un análisis de los principales parámetros morfométricos.

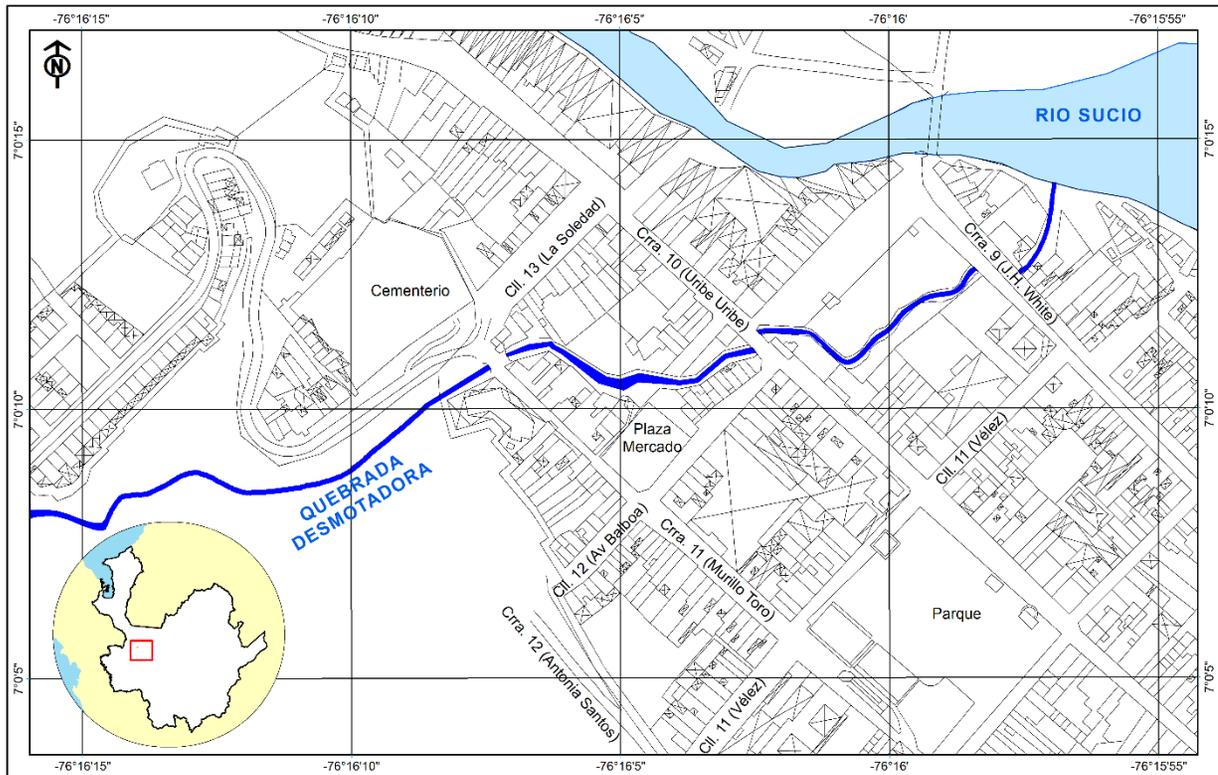


Figura 8. Localización geográfica de la quebrada Desmotadora a su paso por el área urbana de Dabeiba.

3.2.1.1 Morfometría de la cuenca

La cuenca de la quebrada Desmotadora tiene las siguientes características morfométricas: Área (A) 506,6 hectáreas (5,06 km²), perímetro (P) 13.227 m (13,2 km), longitud total (L) 4,46 km y ancho medio (Wm) 1,22 km. Estos valores por sí solos suponen menores tiempos de concentración de la escorrentía superficial y mayor susceptibilidad a experimentar crecidas con picos pronunciados y corta duración. Entre los principales parámetros morfométricos se tiene los siguientes:

Tabla 2. Parámetros morfométricos de la cuenca de la quebrada Desmotadora.

Parámetro	Fórmula	Resultado	Observación
Relieve y Drenaje			
Pendiente Media	$S = \frac{\sum(oc * X)}{\sum oc}$	51% (27°)	Terreno escarpado
Longitud del cauce principal		4,4 km	
Orden de las corrientes	Strahler	4	Es el orden mayor
Densidad de drenaje	$Dd = \frac{L}{A}$	5,6 km/km ²	Densidad de drenaje alta
Longitud promedio de cauces	$Lu = \frac{\sum Lc}{\#Orden}$	74	Un cauce largo implica mayores afluentes de orden

Parámetro	Fórmula	Resultado	Observación
			1 y mayor probabilidades de crecidas
De Forma			
Factor de forma	$Ff = \frac{A}{L^2}$	0,44	La quebrada Desmotadora es una cuenca alargada
Índice Gravellius (Coeficiente compacidad).	$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$	1,52	Tiene forma oval. Este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.
Relación de Elongación	$Re = 1.1284 * \frac{\sqrt{A}}{L}$	0,76	
Tiempo de concentración	Kirpich, Kerby, California	4,4 horas	

3.2.1.1.1 Orden de las corrientes

El orden 4 para la cuenca de la quebrada Desmotadora refleja el grado de ramificación. La cuenca tiene 434 drenajes distribuidos así: 209 drenajes de orden 1 que tienen una longitud total de 11,7 km; 100 drenajes de orden 2 que tienen una longitud total de 9,1 km; 74 drenajes de orden 3 que tienen una longitud total de 4,0 km y 51 drenajes de orden 4 que tienen una longitud total de 3,6 km. La longitud total de los drenajes es 28,5 km. Tiene una densidad 5,6 km/km² lo que significa que es una cuenca bien drenada.

3.2.1.1.2 Índice de Gravelius

La cuenca de la quebrada Desmotadora es irregular y así lo manifiesta el índice que en este caso corresponde a 1,52 y está relacionado con la presencia de avenidas torrenciales.

3.2.1.1.3 Curva hipsométrica

En la determinación de la curva hipsométrica para el área de estudio se utilizó un Modelo Digital de Elevación (MDE) con 12,5 m de resolución ([Alaska Satellite Facility, 2015](#)) el cual es provisto por ALOS PALSAR. El MDE fue analizado en el software ArcGis.

En la curva hipsométrica (Figura 9) para la cuenca de la quebrada Desmotadora, el valor de la mayor cota (1.681 m.s.n.m) corresponde al 0% del porcentaje del Área Acumulada. Y al valor de la cota mínima (451 m.s.n.m) corresponde al 100% del porcentaje del Área Acumulada. En este caso el 53% del Área Acumulada es excedido en la cota 1.025 m.s.n.m.

La forma de la curva hipsométrica se relaciona con la etapa de desarrollo geomorfológico de la cuenca ([Strahler, A.N., 1957](#)) así: Curvas hipsométricas en forma de **S** se relacionan con una etapa de madurez. Curvas hipsométricas convexas son típicas de etapas juveniles de la cuenca y curvas hipsométricas cóncavas son indicadoras de etapas a nivel de superficie. Bajo este

criterio la cuenca de la quebrada Desmotadora evidencia una forma cóncava en la parte alta (>1.200 m.s.n.m) y convexa en la parte baja (< 1.025 m.s.n.m) (Figura 9).

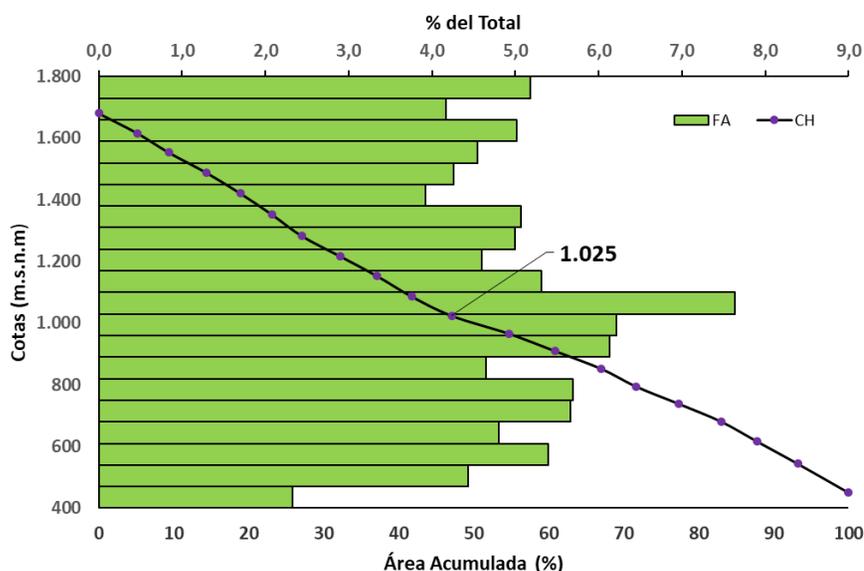


Figura 9. Curva hipsométrica (CH) y frecuencia acumulada (FA) de las altitudes de la cuenca de la quebrada Desmotadora.

Una forma sencilla de caracterizar la forma de la curva hipsométrica es calcular su integral hipsométrica (HI). La integral se define como el área bajo la curva hipsométrica y su cálculo (Keller and Pinter, 2002, citado por Ngo Van Liem, Nguyen, et al., 2016) se hace así:

$$HI = \frac{(H_{med} - H_{min})}{(H_{max} - H_{min})} \quad (1)$$

Dónde: HI es la integral hipsométrica. Hmax corresponde a la máxima cota de elevación. Hmin es la mínima cota de elevación y Hmed corresponde a la elevación media. En la ecuación (1) los valores varían de 0-1. Los valores cercanos a 1 indican una etapa juvenil de la cuenca y generalmente se asocia a curvas convexas. Para el caso de la quebrada Desmotadora el valor de la integral hipsométrica fue 0,39 lo que significa que corresponde a una cuenca joven donde hay procesos de socavación, arrastre de material y crecientes periódicas.

3.2.1.1.4 Tiempo de Concentración

Lo define (Llamas J., 1993) como el tiempo requerido para que, durante un aguacero "uniforme", se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya a la generación de flujo en el sitio de desagüe. Se utilizó estos métodos:

Kirpich	$T_c = m * 0,000323 * L^{0,77} * S^{-0,385}$	Tc en horas, L longitud del cauce (m), S pendiente adimensional. El coeficiente m es 2 por el tipo de cuenca.
Kerby	$T_c = \left[\frac{6,56 * L * N}{3\sqrt{S}} \right]^{1/2,24}$	Tc en minutos. N coeficiente de rugosidad se empleó 0,005. L en metros. S adimensional

California	$T_c = \left[\frac{0,8702 * L}{H} \right]^{0,385}$	Tc en horas. H diferencia de elevaciones en m. L en km.
------------	---	---

La aplicación de estos métodos en la cuenca de la quebrada Desmotadora arrojó un tiempo de concentración de 56 minutos.

3.2.1.2 Geología

En la figura 10 se muestra las Unidades Cronoestratigráficas (SGC, 2015) que exhibe la cuenca de la quebrada Desmotadora. En la parte baja de la cuenca se destaca la presencia de la Formación Cansona (k2k6-Sm7) que en este sitio se caracteriza por la presencia de lodolitas; arenitas lodosas y arenitas líticas; cherts; calizas; tobas, y aglomerados. Localmente cataclasitas.

En la parte alta de la cuenca (Figura 10) se destaca la presencia de la Unidad n4n5-Vm compuesta por Basaltos y andesitas asociados con tobas líticas, de cristales y cristalolíticas de composición básica.

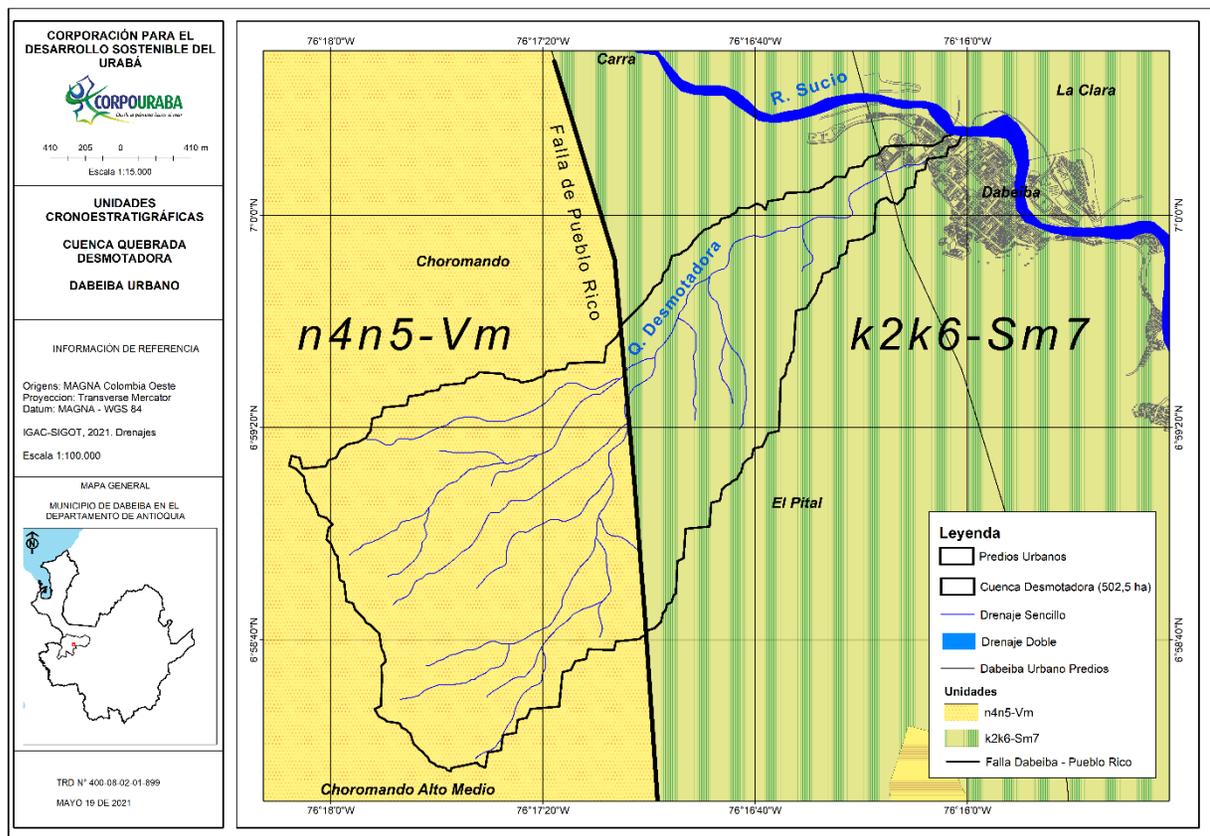


Figura 10. Unidades cronoestratigráficas y fallas geológicas en la cuenca de la quebrada Desmotadora.

En la cuenca Desmotadora hay evidencia de la Falla de Pueblo Rico y de la Falla Dabeiba – Pueblo Rico (SGC, 2015). La falla Abriaquí (Noriega-Londoño, S., Caballero-Acosta J.H., 2015) es una estructura transpresiva (las rocas pueden ser falladas en forma ascendente para formar

relacionado al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de fallamiento intenso"[...].

2. **Ddi:** Se clasifica como Cono de Deslizamiento Indiferenciado, se localiza (Figura 11) en la parte media de la cuenca y el autor (SGC, 2015) lo define como: [...]"*Estructura en forma de cono o lóbulo de morfología baja, cóncava a convexa, con una pendiente escalonada, nichos semicirculares, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambios súbitos de la pendiente. Su origen es relacionado a procesos de movimientos en masa de tierra o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o en zonas con alta deformación cortante*"[...].
3. **Dpa:** Se clasifica como Pedimentos de Acumulación, se localiza (Figura 11) en la parte media de la cuenca y se define como: [...]"*Superficie de acumulación de sedimentos de longitud moderadamente larga, en montículos redondeados con laderas suavemente inclinadas. Su origen es relacionado a la acumulación del material fino procedente del desgaste y por procesos de erosión intensa en rocas ígneas o metamórficas*"[...].
4. **Ftan:** Se clasifica como Terraza de Acumulación Antigua, se localiza (Figura 11) en la parte media y baja de la cuenca y el autor (SGC, 2015) lo define como: [...]"*Superficie alomada en forma de abanico de extensión kilométrica, laderas moderadamente largas, cóncavas a convexas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de "V" que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20°. De manera general, se presentan colgadas, inclinadas y discordantes sobre unidades antiguas. Su origen es relacionado a la disección y tectonismo de abanicos y planicies aluviales antiguas. Su depósito está constituido por gravas, arenas y arcillas*"[...].
5. **Ftas:** Se clasifica como Terraza de Acumulación Subreciente, se localiza (Figura 11) en la parte baja de la cuenca y el autor (SGC, 2015) lo define como: [...]"*Superficie alomada en forma de abanico de extensión kilométrica, laderas moderadamente largas, cóncavas a convexas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de "V" que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20°. De manera general, se presentan colgadas, inclinadas y discordantes sobre unidades antiguas. Su origen es relacionado a la disección y tectonismo de abanicos y planicies aluviales antiguas. Su depósito está constituido por gravas, arenas y arcillas*"[...].
6. **Fta:** Se clasifica como Terraza de acumulación, se localiza (Figura 11) en la parte baja de la cuenca y el autor (SGC, 2015) lo define como: [...]"*Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce de un río. Su origen es relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden ser parte de cauces rectos a meándricos. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del río*"[...].
7. **Fca:** Se clasifica como Cauce Aluvial, corresponde (Figura 11) al río Sucio que discurre en sentido SN y el autor (SGC, 2015) lo define como: [...]"*Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. Los*

cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas"[...].

El autor agrega que [...]"Estos cauces cuando recorren grandes distancias pueden formar lagunas y rápidos. Cuando las corrientes fluyen en zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo. Dependiendo la cantidad de carga de sedimentos, la pendiente y caudal pueden llegar a formar sistemas anastomosados, trenzados, divergentes y otras unidades asociada"[...].

Por su forma alargada y por su pendiente hacia el valle, la unidad geomorfológica Cono de Deslizamiento Indiferenciado (Ddi) es la estructura más notoria de la cuenca (Figura 12A). Tiene una longitud aproximada de 500 m y al pie de ella, por un canal incisado en forma de **V**, circula la quebrada Desmotadora.



Figura 12. Elementos del paisaje en la cuenca de la quebrada Desmotadora: **A)** Depósito aluvial incisado que en un tramo de 200 m brinda control estructural a la quebrada. **B)** Procesos de soliflujión o deslizamientos escalonados hacia el cauce de la quebrada. **C)** Depósito fluviotorrencial con bloques de roca de aproximadamente 0,50-0,60 m de diámetro. **D)** Corona del deslizamiento sobre la margen derecha de la quebrada. Fotos: Alberto Vivas Narváz

En la cuenca los principales movimientos en masa son: soliflujión laminar (Figura 12B) (terracedas, patas de vaca), deslizamientos rotacionales (Figura 12D), desprendimientos de suelo

y reptación que introducen sedimentos a la cuenca. Una evaluación en detalle del cauce de la quebrada evidenció procesos de socavación lateral en la margen derecha (Figura 12C) debido a que los depósitos de roca alteran el recorrido del agua.

En un tramo de 50 m se observó que el aporte de sedimentos provenientes de la zona montañosa es representativo; tanto que llega a sobrepasar la capacidad de arrastre de la quebrada, eleva el cauce y amenaza, con transportarlo aguas abajo, cuando la quebrada aumente el caudal. La presencia de estos depósitos, el canal en forma de **V**, las lluvias que acrecientan el caudal e incrementan la velocidad hacen que la quebrada sea torrencial.

En el recorrido por la quebrada se encontró 3 depósitos aluviales que se mueven cuando las condiciones de precipitación así lo determinen.

3.2.2 El Evento

3.2.2.1 La precipitación

El 27 de abril de 2021, a nivel de Colombia (Figura 13), se evidenció incremento importante de las lluvias en las últimas 24 horas, siendo el 26 de abril de 2021 el segundo más lluvioso en el transcurso del mes de abril de 2021; estas se concentraron principalmente en las regiones Andina, Orinoquia y Pacífico (IDEAM, 2021b).

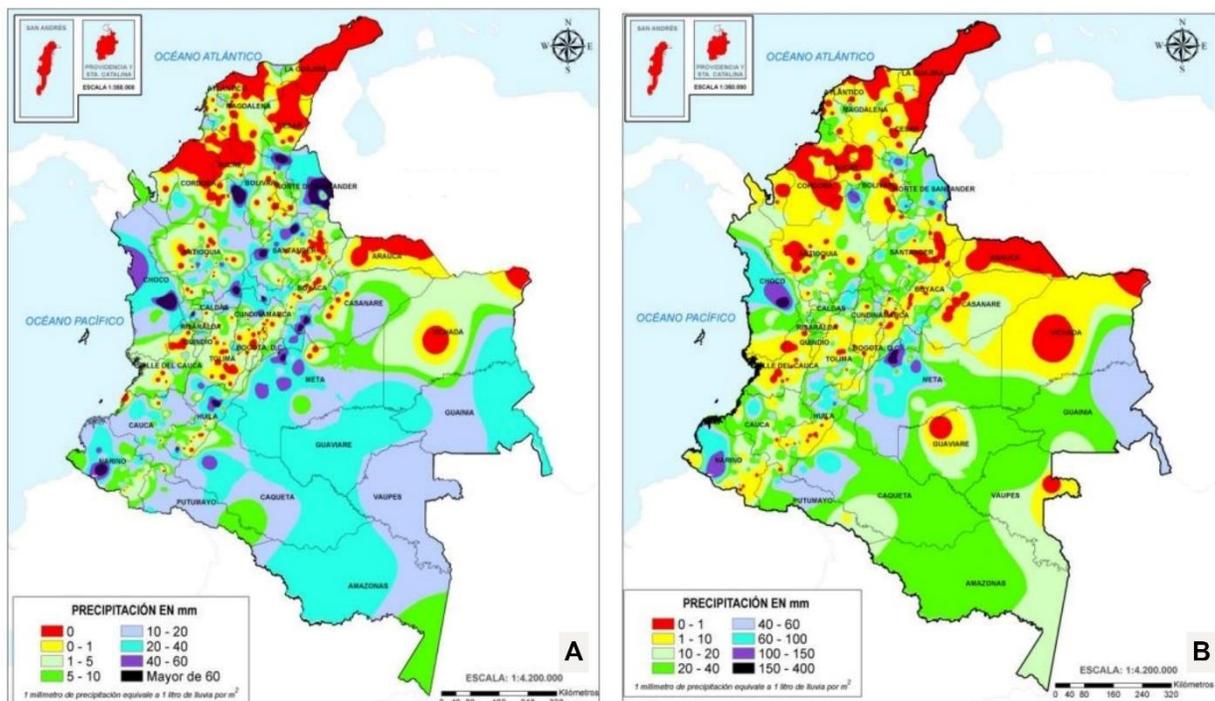


Figura 13. Distribución espacial de la precipitación: **A)** Precipitación diaria desde las 7:00 HLC del lunes 26 de abril hasta las 7:00 HLC del martes, 27 de abril de 2021. **B)** Precipitación acumulada en las últimas 72 horas desde las 7:00 HLC del sábado 24 de abril hasta las 7:00 HLC del martes, 27 de abril de 2021. Fuente: Adaptado de IDEAM, 2021b

A nivel nacional (Figura 13) y para el municipio de Dabeiba se observa que la precipitación tiene áreas donde los rangos varían de 0-1 mm a 1-5 mm (Figura 13A). La lluvia acumulada, que es la suma de los milímetros de agua lluvia que se han registrado en un lapso de tiempo, mostró en un periodo de 72 horas comprendidas entre las 7:00 HLC del sábado 24 de abril hasta las 7:00 HLC del martes, 27 de abril de 2021 que la precipitación tuvo áreas donde los rangos variaron de 1-10 milímetros.

En horas de la mañana del 27 de abril de 2021 y después de lluvias que fluctuaron entre 3-6 horas continuas (NWS, 2005) se presentó una avenida torrencial de la quebrada Desmotadora que además de causar pánico en la comunidad, socavó la margen derecha y derribo árboles que se encontraban en el área de retiro a la altura del barrio Guerra Serna, afectó 3 locales comerciales y 3 viviendas localizadas en el sector La Playita (Calle 11). Una avenida torrencial es una creciente súbita derivada de las condiciones geomorfológicas de la cuenca (Ministerio de Ambiente, 2014); están compuestas por un flujo de agua con alto contenido de materiales de arrastre, con un gran potencial destructivo debido a su alta velocidad.



Figura 14. Detalle de la quebrada Desmotadora a la altura de Puente Tierra (Carrera 10) sobre la vía principal. **A)** Detalle del caudal de la quebrada a las 8:51 am del 27/04/2021. **B)** Instante en el que la quebrada sobrepasa el puente sobre la vía principal (Carrera 10 Uribe Uribe) y empieza a correr en sentido de la pendiente hasta la calle 11 (Vélez). Fotos: Tomadas de videos ciudadanos.

3.2.2.2 Impactos Externos

La cuenca de la quebrada Desmotadora en un periodo de 28 años (1993-2021) evidencia 5 eventos hidrológicos extremos (avenidas torrenciales) cuyos impactos se manifiestan en 250 viviendas afectadas, 1.531 personas damnificadas y 22 personas muertas (Este documento). Las avenidas torrenciales tienen sus mecanismos de iniciación en la interacción de procesos (Borga, *et al.*, 2014) que incluyen, entre otros: características hidrológicas, geomorfológicas, particularidades geotécnicas de la pendiente, fuente de materiales, disponibilidad de sedimentos, escorrentía (propiedades hidráulicas del suelo, uso de la tierra) y frecuencia y magnitud de las precipitaciones.

Las avenidas torrenciales, en la cuenca de la quebrada Desmotadora, son usualmente la consecuencia de lluvias cortas de alta intensidad y de origen convectivo que se ven favorecidas por un sistema montañoso el cual, marca la existencia de cauces cortos y un cauce principal largo

con tramos que tienen un marcado control estructural. En ese sistema las características de humedad, dadas por la vegetación y la altura (1.681 m.s.n.m.), favorecen el nacimiento de la quebrada que desciende hasta los 450 m.s.n.m. para entregar aguas al río Sucio. En su recorrido de 4,4 km por un paisaje abrupto y en donde el uso del suelo está dado por la ganadería recibe aguas de escorrentía que incrementan el caudal.



Figura 15. Evidencia externa de las avenidas torrenciales. **A)** Primer plano de la cicatriz de impacto en el fuste de un árbol de cedro (*Cedrela odorata*). **B)** Evidencia de la cicatriz de impacto ubicada a una altura de 1,70 m desde el nivel del lecho. **C)** Diferencia de alturas de las cicatrices de impacto en árboles de caracolí (*Anacardium excelsum*). **D)** Exposición de raíces de un árbol de caracolí que estaba en el Área de Retiro que fue invadida por el flujo de sedimentos. Fotos: Alberto Vivas Narváez.

En la dinámica de una avenida torrencial, una cuenca como la quebrada Desmotadora, responde hidrológicamente con una mezcla heterogénea de agua, sedimentos, rocas y material vegetal que es arrastrado aguas abajo y depositado en las áreas urbanas impactando social y económicamente al municipio de Dabeiba. Interiormente, en los drenajes, la mezcla de sedimentos circula de manera rápida debido a la pendiente e impacta lo que encuentra a su paso, invade el área de retiro y con un movimiento de ascenso y descenso deja su huella en los troncos de los árboles (Figura 15).

Los árboles, geomorfológicamente hablando, se localizan en un tramo de más de 100 metros que corresponde a la margen derecha de la quebrada que los autores (SGC, 2015) clasifican como un Cono de Deslizamiento Indiferenciado (Figura 15A). En ese tramo, el cauce de la quebrada

posee al menos 4 depósitos fluviotorrenciales compuestos por bloques de $\approx 0,50 - 0,60$ m de diámetro que corresponden a limolitas y basaltos sub-redondeados.

Los depósitos se encuentran en un área donde la cobertura vegetal está compuesta por un conjunto de árboles y arbustos mayores a 10 cm de diámetro y con alturas comprendidas entre los 8-12 metros. En esos árboles se buscó rastros que permitieran identificar externamente el impacto de la avenida torrencial. Hay que tener en cuenta que los árboles almacenan, en sus anillos de crecimiento, la historia de las sequías e inundaciones; por eso, en otras condiciones, un análisis de esos anillos arrojaría evidencia de eventos hidrológicos extremos que han ocurrido en la cuenca de la quebrada Desmotadora.

En la búsqueda de esos rastros (cicatrices de impacto) se revisó, en el área de retiro de la quebrada Desmotadora ($6^{\circ}59'57,5''N - 76^{\circ}16'34,2''W$), 17 árboles de diferentes especies que evidencian daños en sus fustes. Por la altura de las cicatrices, el daño en la parte leñosa (xilema) y la pérdida de la corteza podría concluirse que esos árboles concentraron un impacto de alta intensidad (Figuras 15A-15C), mediana o débil intensidad ([Ballesteros-Cánovas, J.A., et al., 2014](#)).

Por la interpretación físicas de las cicatrices de impacto podría concluirse que corresponden a la avenida torrencial del 22/3/2021 cuyos impactos, en el área urbana de Dabeiba, fueron descritos al inicio de este documento. Otros árboles que fueron observados en el recorrido de campo evidencian intensidades medias y débiles. Se concluye que los árboles son testigos de la ocurrencia de eventos extraordinarios en la quebrada Desmotadora.

3.2.2.3 Niveles de Riesgo

En el documento técnico de la zonificación de riesgos para la cuenca de la quebrada Desmotadora ([CORPOURABA, 2009](#)) se definió tres niveles de riesgo así:

1. **Nivel Muy Bajo:** Corresponde al barrio Guerra Serna (Figura 14). La lectura de columna estratigráfica mostró a una profundidad comprendida entre 275 – 560 cm la existencia de un [...] *depósito en abanico que contiene flujo de escombros con más de 65% bloques decimétricos redondeados con núcleos frescos y clastos de basaltos, angulares y, oxidados superficialmente y con meteorización parcial. Matriz limo-arcillosa compacta* [...].
2. **Nivel Medio:** Comprende desde el puente que conduce hacia el barrio Guerra Serna, Calle 13 (La Soledad), hasta la calle 11 (Vélez) y desde la carrera 11 (Murillo Toro) hasta la Carrera 10 (Uribe Uribe). En este sector (tal como se describe en este documento) se concentró la mayor parte del flujo de detritus de la avenida torrencial del 22/03/2021. En este sector se localizan dos puentes o estructuras que tienen las siguientes características:

- 1)** Puente al Cementerio (Carrera 11). Este puente es una estructura de sección rectangular hueca que tiene aproximadamente 10 m de largo, 2,50 m de ancho y 3 de metros de alto. En términos generales $7,5 \text{ m}^2$ de área.

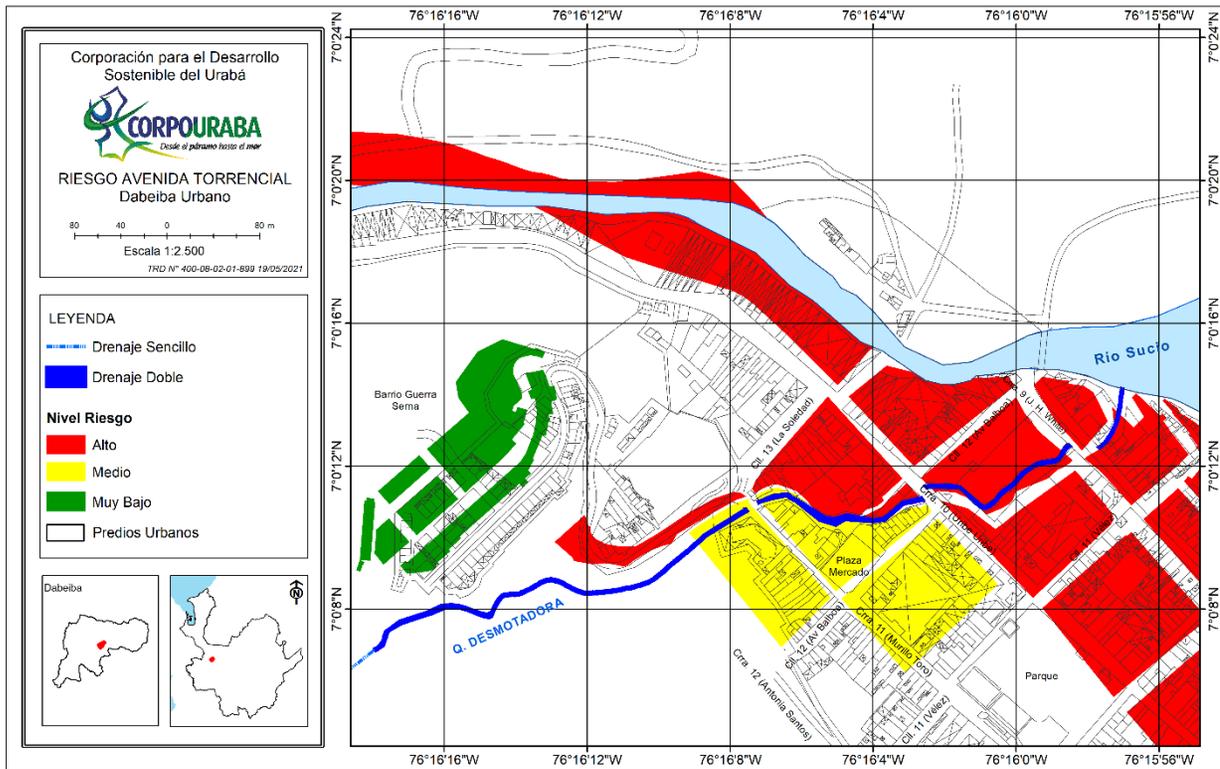


Figura 16. Niveles de riesgo por avenidas torrenciales de la quebrada Desmotadora. Fuente: Corpouraba, 2009.

- 2) **Puente Tierra:** se localiza sobre la carrera 10 (Uribe Uribe) o vía principal que conduce hacia Mutatá. Es una estructura de sección rectangular hueca que tiene aproximadamente 11 m de largo, 3,50 m de ancho y 4 de metros de alto. En términos generales 14 m² de área.

Estas dos estructuras (CORPOURABA, 2009) se [...] "convierten en un limitante del paso de cualquier caudal importante de la quebrada Desmotadora, lo que da como resultado un efecto de embudo, que obliga a las crecientes mayores a desviarse por las vías de la población; de manera especial por la Carrera 11 – Murillo Toro, Calle 12 Avenida Balboa, Calle 11 – Vélez y Carrera 10 – Uribe Uribe. Los flujos, por su capacidad de arrastrar grandes bloques de roca y troncos, pueden ser desviados parcialmente por ellos si en algún momento se atraviesan a la corriente principal, inundando sectores de menor amenaza, lo que aumenta los daños" [...].

3. **Nivel Alto:** Corresponde al barrio La Playita (Figura 16). Calle 11 (Vélez), Calle 12 (Avenida Balboa), Carrera 9 (J. H. White). En este sector, la creciente, el sedimento y el material vegetal de la quebrada Desmotadora impacta las viviendas y el instituto educativo Madre Laura Montoya. En este sector no se observa los bloques de roca.

3.2.3 Número de personas y/o familias afectadas

El evento socavó la margen derecha de la quebrada y derribo árboles que se encontraban en el área de retiro a la altura del barrio Guerra Serna, afectó 3 locales comerciales y 3 viviendas localizadas en el sector La Playita (Calle 11 - Vélez).

4. CONCLUSIONES Y/U OBSERVACIONES

1. Se describe la creciente súbita de la quebrada Desmotadora que se presentó el 27 de abril de 2021. En los antecedentes se describe los eventos ocurridos en 1993, 2010, 2018 y 2021.
2. En las características morfométricas de la quebrada Desmotadora se destaca: área 502,5 hectáreas (5,02 km²), pendiente media 27° (51%), altura promedio 917,7 m.s.n.m., longitud del cauce principal 3,642 km, máximo orden de la cuenca es 4, cota mínima 395 m.s.n.m., cota máxima 1.717 m.s.n.m. La altura promedio de la cuenca es 917,7 m.s.n.m.
3. La curva hipsométrica evidencia una forma cóncava en la parte alta (>1.200 m.s.n.m) y convexa en la parte baja (< 1.025 m.s.n.m) y el cálculo de la integral hipsométrica arrojó 0,39 lo que significa que corresponde a una cuenca joven donde hay procesos de socavación, arrastre de material y crecientes periódicas. El cálculo del tiempo de concentración, que es el tiempo necesario para que todo el sistema contribuya a la generación de flujo en el sitio de desagüe, fue de 56 minutos.
4. La fisiografía de la cuenca presenta terreno escarpado y los procesos morfogenéticos dominantes son: **erosión hídrica** (superficial ligera, moderada y severa), **escurrimiento** (difuso generalizado, localmente difuso intenso y concentrado), **movimientos en masa** (derivada de las pendientes y a la inestabilidad de los suelos en algunos tramos del cauce principal), **escorrentía** (concentrada y difusa).
5. El evento de la mañana del 27 de abril de 2021 se presentó después de lluvias que fluctuaron entre 3-6 horas continuas; además de causar pánico en la comunidad, socavó la margen derecha y derribo árboles que se encontraban en el área de retiro a la altura del barrio Guerra Serna, afectó 3 locales comerciales y 3 viviendas localizadas en el sector La Playita (Calle 11).
6. La quebrada Desmotadora en un periodo de 28 años (1993-2021) evidencia 5 eventos hidrológicos extremos (avenidas torrenciales) cuyos impactos se manifiestan en 250 viviendas afectadas, 1.531 personas damnificadas y 22 personas muertas.
7. En la búsqueda de cicatrices de impacto se revisó, en el área de retiro de la quebrada Desmotadora (6°59'57,5"N – 76°16'34,2"W), 17 árboles de diferentes especies que evidencian daños en sus fustes. Por la altura de las cicatrices, el daño en la parte leñosa (xilema) y la pérdida de la corteza podría concluirse que esos árboles concentraron un impacto de alta y mediana.
8. En los niveles de riesgo definidos por CORPOURABA (2009) se encontró que las secciones de los dos puentes (Puente al Cementerio y Puente Tierra) se convierten en un

limitante del paso de cualquier caudal importante de la quebrada Desmotadora, lo que da como resultado un efecto de embudo, que obliga a las crecientes mayores a desviarse por las vías de la población; de manera especial por la Carrera 11 – Murillo Toro, Calle 12 Avenida Balboa, Calle 11 – Vélez y Carrera 10 – Uribe Uribe.

5. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

ALASKA SATELLITE FACILITY, 2015. Alaska Satellite Facility, (2015), ASF Radiometrically Terrain Corrected ALOS PALSAR products, Product Guide, Revision 1.2.

BALLESTEROS-CÁNOVAS, J.A., RODRÍGUEZ-MORATA, C., GARÓFARO-GÓMEZ, V., RUBIALES, J. M., SÁNCHEZ-SALGARO, R., STOFFEL, M., 2014. Unravelling past flash flood activity in a forested mountain catchment of the Spanish Central System. *J. Hydrol.* (2014). Consultada el 15 de mayo de 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.027>

BORGA, M., GAUME, E., CREUNTI, J.D., MARCHI, L., 2008. Surveying flash flood: gauging the ungauged extremes. *Hydrol. Process.* 22, 3883–3885 (2008). Consultada el 17 de mayo de 2021 en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.7111>.

BORGA, M., STOFFEL, M., MARCHI, L., MARRA, F., & JAKOB, M. 2014. Hydrogeomorphic response to extreme rainfall in headwater systems: flash floods and debris flows. *Journal of Hydrology*, 518, 194-205.doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.05.022. Consultada el 17 de mayo de 2021 https://www.academia.edu/13066826/Hydrogeomorphic_response_to_extreme_rainfall

CARACOL RADIO, 2010. Inundada población Antioqueña por creciente de quebrada. Medellín. Consultado en: https://caracol.com.co/radio/2010/11/06/regional/1289040780_381723.html

CARPENTER, T.M., TAYLOR, S.V., GEORGAKAKOS, K.P., WANG, J., SHAMIR, E., SPERFSLAGE, J.A., 2007. Surveying flash flood response in mountain streams. *EOS Transactions. American Geophysical Unión*, Vol 88 (6). Consultado el 17 de mayo de 2021 en https://www.researchgate.net/publication/248820004_Surveying_Flash_Flood_Response_in_Mountain_Streams

CORPOURABA, 2009. Zonificación de amenazas y riesgos de origen natural y antrópico del área urbana del municipio de Dabeiba como herramienta fundamental en la planificación del territorio. Apartadó, 170p. Consultado en: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/discover>

CORPOURABA, 2021. Informe Trimestral de la Asesoría, Apoyo y/o Participación en las Reuniones del (los) Consejo(s) Municipal(es) y/o Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres. Informe Técnico preparado por Eduardo Enrique Pérez Bermúdez para el municipio de Dabeiba. Radicado N° 400-08-02-99-636 del 12/04/2021. Apartadó. 3p.

DAGRAN, 2021. Entrevista a Jaime Enrique Gómez. Tomado de El Colombiano, 2021. Desmotadora puso en emergencia a Dabeiba. Medellín. Consultado en el siguiente link: www.elcolombiano.com.

EL COLOMBIANO, 1983. Apoyo para Dabeiba: Han sido rescatados 37 cadáveres de las orillas de Desmotadora. Medellín. Consultado en el siguiente link: <https://www.elcolombiano.com/blogs/casillero-de-letras/apoyo-dabeiba-tras-fuerte-invierno/26238>

EL COLOMBIANO, 2010. Estragos invernales en Mutatá y Dabeiba. 5/11/2010. Medellín. https://www.elcolombiano.com/historico/mutatata_anegado_por_el_invierno-JDEC_110911.

EL CORREO, 2021. Desbordamiento de Desmotadora en Dabeiba: Unas 50 familias afectadas por desbordamiento de una quebrada en Colombia. Bogotá, 23 de marzo. Consultado en el siguiente link: <https://www.periodicoelcorreo.co/ambiental/desbordamiento-de-la-desmotadora/>

EL MUNDO, 2010. Anegado un sector de la cabecera municipal: Dabeiba en emergencia causada por inundación. 6 de noviembre de 2010. Medellín. Consultado en el siguiente link: <mailto:https://www.elmundo.com/portal/pagina.general.impresion.php?idx=164371>

EL TIEMPO, 1993. Desbordamiento deja 22 muertos. Redacción Periódico El Tiempo 20/12/1993. Bogotá. Consultado en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-277427>.

EL TIEMPO, 1993. Una quebrada baño de muerte a Dabeiba. Redacción Periódico El Tiempo 19/12/1993. Bogotá. Consultado en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-277122>

GEMMA, 2007. Movimientos en masa en la región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM. https://www.researchgate.net/publication/320310478_Movimientos_en_Masa_en_la_Region_Andina_Una_Guia_para_la_Evaluacion_de_Amenazas

IDEAM, 2021a. Informe Técnico Diario. Boletín N° 081. 22/03/2021. Bogotá. 50p. Consultado http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/78690/81_IDA_MARZO_22_2021.pdf/

IDEAM, 2021b. Informe Técnico Diario. Boletín N° 117. 27/04/2021. Bogotá. 47p. Consultado http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/78690/117_IDA_ABRIL_27_2021.pdf/

KELLER, E.A., PINTER, N., 2002. Active Tectonics. Earthquakes, Uplift and Landscape. Prentice Hall, New Jersey, 362.

LLAMAS, J. Hidrología general: Principios y Aplicaciones. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 635 p. 1993.

MEJÍA, M., Bayardo. 2021. Entrevista estructurada. Consentimiento Informado. Dabeiba.

MINAMBIENTE, 2014. Guía técnica para la elaboración de los POMCA. Bogotá. Consultado en el siguiente link: <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/>

NATIONAL WEATHER SERVICE (NWS). 2005. National Weather Service Glossary. Consultado el 17 de mayo de 2021 en el siguiente link www.weather.gov/phi/FlashFloodingDefinition

NGO VAN LIEM, NGUYEN PHUC DAT, Bui Tien Dieu, Vu Van Phai⁵, Phan Trong Trinh, Hoang Quang Vinh¹, Tran Van Phong. 2016. Assessment of geomorphic processes and active tectonics in Con Voi mountain range area (Northern Vietnam) using the hypsometric curve analysis method. [eearchgate.net/publication/342335459_Assessment_of_geomorphic_processes_and_active_tectonics_in_Con_Voi_mountain_range_area_Northern_Vietnam_using_the_hypsometric_curve_analysis_method/link/5f10bd95299bf1e548bb047a/download](https://www.researchgate.net/publication/342335459_Assessment_of_geomorphic_processes_and_active_tectonics_in_Con_Voi_mountain_range_area_Northern_Vietnam_using_the_hypsometric_curve_analysis_method/link/5f10bd95299bf1e548bb047a/download)

NORIEGA-LONDOÑO, S., CABALLERO-ACOSTA J.H., 2015. Morfotectónica de la falla Abriaquí y sismicidad histórica asociada con el sismo de 1903 en Frontino, Antioquia. Consultado en el siguiente link: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v39n150/v39n150a10.pdf>

Q'HUBO MEDELLÍN, 2021. Fotos y Videos: La Luz del día evidenció la magnitud del desastre en Dabeiba. Medellín. Consultado en el link. <https://www.qhubomedellin.com/noticias/fotos-y-videos-la-luz-de-dia-evidencio-la-magnitud-del-desastre-en-dabeiba/>.

RCN RADIO, 2018. Locales y viviendas resultaron afectadas por inundaciones en Dabeiba, Antioquia. 9 de enero de 2018, 4:26 pm. Medellín. 1p. Consultado en el siguiente link: <mailto:https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/locales-viviendas-resultaron-afectadas-inundaciones-dabeiba-antioquia>

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC), 2015. Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa, Plancha 114 – Dabeiba "*Propuesta Metodológica Sistemática para la Generación de Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1:100.000*". Escala 1.100.000. Consultado en el siguiente link: <http://recordcenter.sgc.gov.co/B8/21003010028467/Mapa/Pdf/2105284671300001.pdf>

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC), 2015. Notas explicativas: Mapa Geológico de Colombia. **En:** Gómez, J. & Almanza, M.F. (Editores), Compilando la geología de Colombia: Una visión a 2015. Servicio Geológico Colombiano, Publicaciones Geológicas Especiales 33, p. 9–33. Bogotá

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DEL VALLE DE ABURRÁ (SIATA). 2021. Curvas de precipitación para los días 21-22 de marzo de 2021 aportadas por el radar. Medellín, 2p.

STRAHLER, A.N. 1957. Quantitative Analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union 38, 913-920.

VIVAS, ALBERTO., CANO, JUAN GUILLERMO. 2011. Resumen de eventos hidrometeorológicos y movimientos en masa durante la temporada invernal 2010 - 2011 en jurisdicción de CORPOURABA. Apartadó, 32p. Consultado en el siguiente link: http://www.corpouraba.gov.co/sites/default/files/informinund_0.pdf

ALBERTO VIVAS NARVÁEZ
FIRMA FUNCIONARIO DE CORPOURABA