acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

MEMORANDO INTERNO

2620001-2019-DIE-664

Bogotá D.C., 8 de noviembre de 2019

PARA: JULIE ANDREA MARTINEZ MENDEZ
Directora (e) Gestión Ambiental del Sistema Hídrico

DE: Dirección de Ingeniería Especializada

ASUNTO: Modelación hidrológica e hidráulica de la quebrada Callejas.
En respuesta al Aviso SAP No. 400069844.

En atención a la solicitud de servicio del asunto, donde la Dirección Gestión Ambiental del Sistema Hídrico (DGASH) le solicita a la Dirección de Ingeniería Especializada (DIE) realizar la modelación hidrológica e hidráulica de la quebrada Callejas para el caudal correspondiente al período de retorno de cien (100) años, se realizaron varias visitas técnicas en conjunto con la Dirección Gestión Ambiental del Sistema Hídrico (DGASH) y la Dirección de Información Técnica y Geográfica (DITG) realizó el levantamiento topográfico y el Modelo Digital de Terreno (MDT) que se utilizaron como base para realizar los trabajos solicitados; a continuación se presentan los resultados del análisis realizado.

1. Introducción

La quebrada Callejas hace parte del sistema hídrico de la localidad de Usaquén, nace en cerros orientales Bogotá, aproximadamente a los 3021 msnm, y fluye en dirección oriente-occidente en sección abierta en una longitud de 1000 metros, para posteriormente ingresar al sistema de alcantarillado pluvial de la Calle 127 con Carrera 7, y descargar en el canal callejas, canal de sección trapezoidal, hasta descargar en el Humedal Córdoba.

A continuación en la Figura 1 y en la Figura 2 se presenta el lugar del nacimiento de la quebrada y el cauce típico encontrado.

19 NOV. 2019

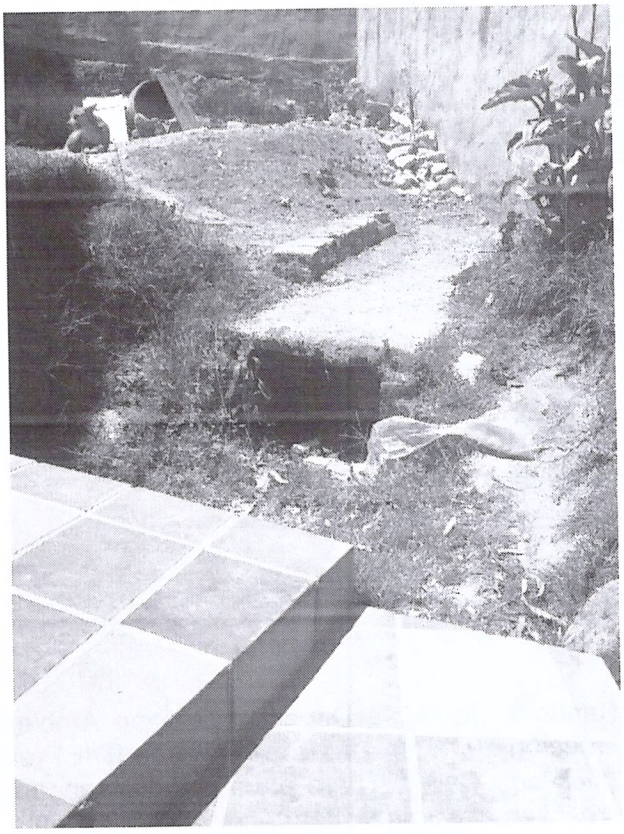


Figura 1. Perdida de Cauce.



Figura 2. Cauce encontrado de la quebrada Callejas.

2. Modelación hidrológica

La modelación hidrológica para la determinación de los hidrogramas de evaluación de la quebrada Callejas se desarrolló en el software HEC-HMS de acuerdo con los requerimientos de la normatividad vigente. El modelo HEC –HMS es un modelo lluvia – escorrentía que calcula el hidrograma producido por una cuenca a partir de los datos físicos de la cuenca y la precipitación considerada, utilizando diferentes métodos para el cálculo de la infiltración y la transformación de la precipitación en escorrentía. A continuación, se describen los métodos utilizados para la estimación de los caudales realizada para la zona de estudio.

2.1. Método Soil Conservation Service (SCS) para el cálculo de las abstracciones y la precipitación efectiva

El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Soil Conservation Service - SCS), desarrolló un método para el cálculo de las abstracciones iniciales de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración cuantificada a partir de un parámetro conocido como el número de curva de escorrentía.

Si se conoce el volumen total de lluvia precipitada en una tormenta (P), y la distribución temporal de un aguacero (hietograma de lluvia, ver Figura 3) en éste, una parte del volumen en el inicio de la lluvia es retenido o interceptado en la vegetación o en depresiones topográficas, de forma que en un aguacero existe una pérdida de volumen inicial o abstracción inicial (I_a). De igual forma, parte de dicho volumen se infiltra en el suelo (F_a), es decir sólo una parte de la lluvia total es la que contribuye a la escorrentía directa (precipitación efectiva, Pe).

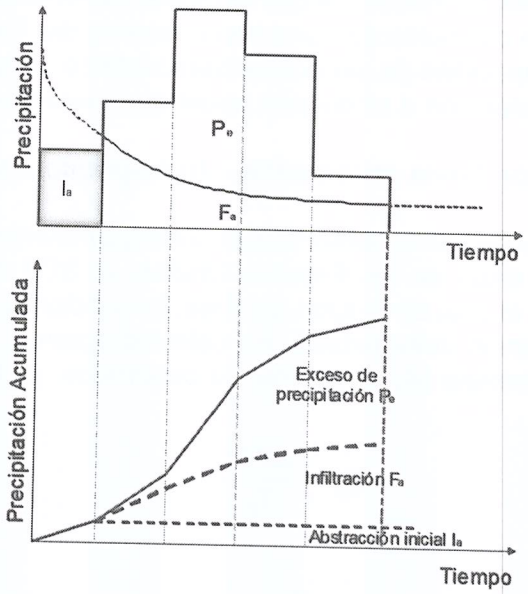


Figura 3. Método de abstracciones del SCS.

El método del SCS parte de la relación entre las siguientes cantidades:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \qquad \textit{Ecuación 1}$$

Donde S es la retención potencial máxima, o el almacenamiento. Siguiendo con la deducción de la precipitación efectiva, por el principio de continuidad se tiene que,

$$P = P_e + I_a + F_a \qquad \textit{Ecuación 2}$$

Combinando las dos ecuaciones anteriores se obtiene,

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \qquad \textit{Ecuación 3}$$

Siendo esta última la ecuación con la que se calcula la precipitación de exceso, donde las abstracciones iniciales pueden ser expresadas en términos del almacenamiento, a partir de la expresión $I_a = C_a S$, donde C_a es un coeficiente que varía entre 0.15 y 0.20 para cuencas colombianas.

El almacenamiento en la cuenca se puede expresar en términos de un parámetro adimensional que tiene en cuenta las características geomorfológicas del suelo, su uso y cobertura vegetal. Este parámetro es conocido, de acuerdo con la metodología propuesta por el SCS, como el número de curva (CN).

El número de curva depende de la clasificación hidrológica del suelo, realizada a partir de la geomorfología de la zona de estudio, el uso del suelo, la condición del suelo, es decir, si es pobre, aceptable o buena, y la condición de humedad antecedente. Este parámetro varía entre 0 y 100, siendo un suelo con capacidad de almacenamiento infinito aquel que presenta un CN igual a 0, y un suelo sin ninguna retención o infiltración aquel que presenta un CN igual a 100.

2.2. Transformación lluvia escorrentía – Hidrograma unitario del SCS.

A partir de varias series de hidrogramas reales correspondientes a cuencas de diversos tamaños, ubicadas en distintos sitios de los Estados Unidos, el SCS desarrolló un hidrograma unitario sintético adimensional el cual es función del área, la pendiente de la cuenca y que es válido para una lluvia de una duración determinada. En este hidrograma, el caudal máximo se expresa en términos del área de drenaje (A) en kilómetros cuadrados, y el tiempo al pico (Tp), a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_p = \frac{2.08A}{T_p} \qquad \textit{Ecuación 4}$$

Donde

$$T_p = \frac{tr}{2} + tp \qquad \textit{Ecuación 5}$$

Donde tr es el tiempo de duración de la lluvia y tp el tiempo de rezago o de retardo de la cuenca que se define como el tiempo comprendido entre el centroide del hidrograma de precipitación de exceso y el pico del caudal en el hidrograma. Cuando se conoce el tiempo de concentración (T_c), es posible determinar el tiempo de retardo asumiendo que $tp = 0.6T_c$.

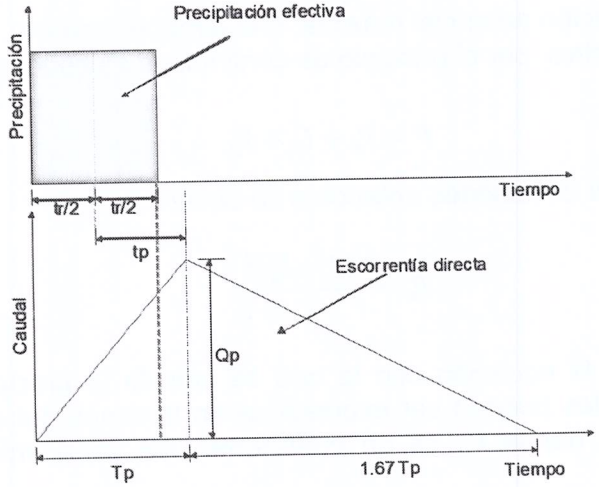


Figura 4. Esquema del Hidrograma unitario del SCS.

El tiempo de retardo o rezago (T_{lag}) puede ser calculado a través de la siguiente ecuación:

$$T_{lag} = L^{0.8} \frac{\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{1900\sqrt{Y}}$$ *Ecuación 6*

Donde T_{lag} es el tiempo de retardo en horas, L es la longitud hidráulica en pies, CN es el número de Curva, y Y es la pendiente en porcentaje.

2.3. Propiedades de la cuenca

Para la construcción del modelo hidrológico se deben introducir características y parámetros representativos de la cuenca, los cuales se describen a continuación:

2.3.1. Delimitación de la cuenca

La delimitación de la cuenca se realizó utilizando un modelo digital de elevaciones, a partir de los puntos de elevación de terreno procesados (LiDAR) de propiedad de la Empresa, información suministrada por la Dirección de Información Técnica y Geográfica (DITG), y la información existente de las redes de alcantarillado del sector registradas en el Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial (SIGUE). Como resultado del análisis se determinó que la cuenca de la quebrada Callejas tiene un área de drenaje de 36.54 hectáreas, cuya extensión se muestra en la Figura 5. Para efectos del análisis hidrológico y definir los caudales de análisis, el área de la cuenca fue desagregada en ocho (8) sub-cuencas, teniendo en cuenta el cambio de pendientes y los diferentes afluentes de la quebrada.

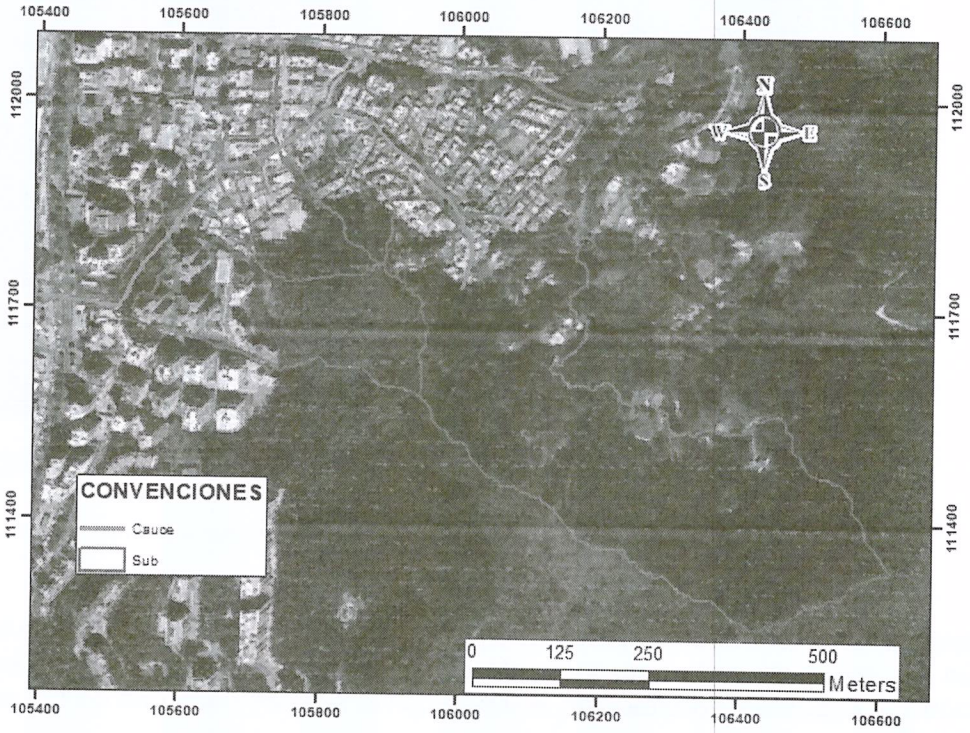


Figura 5. Cuenca de la quebrada Callejas y drenaje afluente.

2.3.2. *Porcentaje de área impermeable*

Para la determinación del porcentaje de área impermeable se realizó una clasificación Ráster supervisada en el programa ArcGIS utilizando una imagen satelital reciente de la cuenca. Los porcentajes estimados de área permeable e impermeable para las ocho (8) sub-cuencas se muestran en la Tabla 1, el resultado gráfico de la clasificación realizada para la estimación de estos porcentajes se muestra en la Figura 6.

Tabla 1. Porcentaje de área impermeable cuenca de drenaje.

Sub-cuenca	% Impermeable	% Permeable
1	7.32%	92.68%
2	65.62%	34.38%
3	72.28%	27.72%
4	43.79%	56.21%
5	80.78%	19.22%
6	83.30%	16.70%
7	28.96%	71.04%
8	12.27%	87.73%

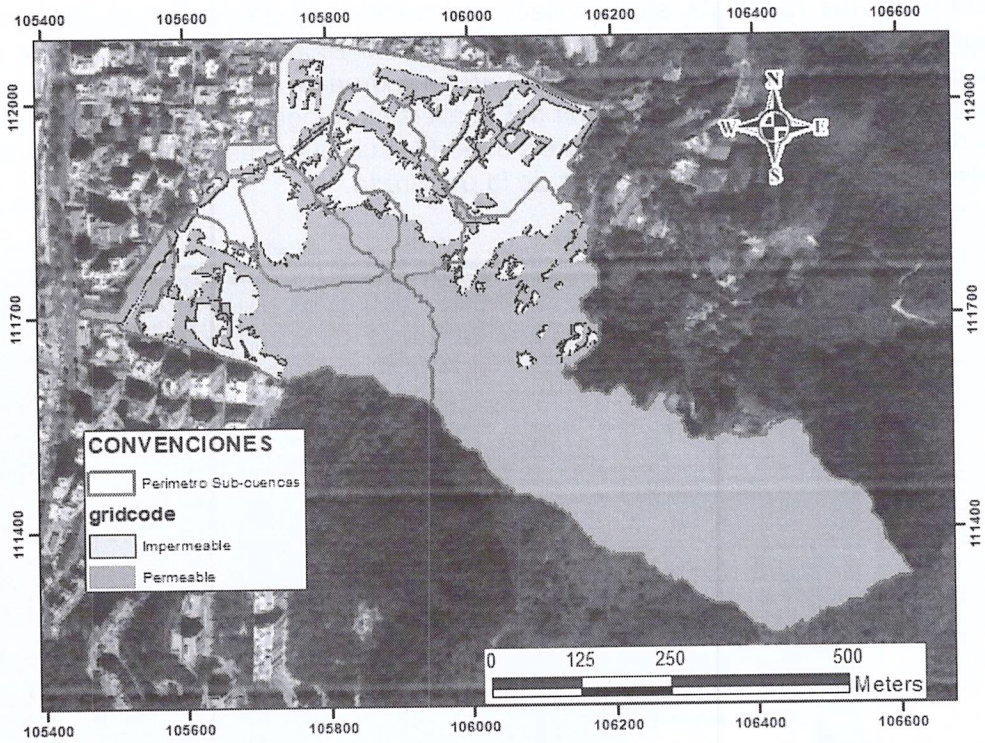


Figura 6. Distribución espacial de áreas permeables e impermeables en la cuenca.

2.3.3. *Parámetro Número de Curva (CN)*

La determinación del valor del parámetro Número de Curva (CN) se realizó de manera ponderada según las áreas de cada uso, tomando como referencia la clasificación ráster descrita en la sección 2.2.2. El valor adoptado de acuerdo con el área de cada uno de los usos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Número de Curva de las cuencas.

Número	CN Ponderado
1	81.32
2	91.81
3	93.01
4	87.88
5	94.54
6	94.99
7	85.21
8	82.21

2.3.4. Tiempo de concentración y tiempo de rezago

El tiempo de concentración es el tiempo que le toma a una gota de escorrentía pluvial recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano de la cuenca hasta el punto de análisis, definido como el tiempo de entrada, el cual debe ser de mínimo 8 minutos, más el tiempo de tránsito, así mismo, el tiempo de concentración inicial debe ser como mínimo de 15 minutos. El tiempo de rezago corresponde al 60% del tiempo de concentración.

El tiempo de entrada se calculó considerando la distancia desde el punto más alejado en cada cuenca hasta el punto de ingreso a la quebrada, para este fin se utilizaron las fórmulas indicadas en la Tabla 2 de la norma NS-085 (Ecuación 7 y Ecuación 8), teniendo en cuenta en cada caso la pendiente del terreno y las características de la superficie.

En áreas pavimentadas $V = 6.1960 \cdot S^{0.5}$ *Ecuación 7*

En áreas no pavimentadas $V = 4.9178 \cdot S^{0.5}$ *Ecuación 8*

Con base en las pendientes longitudinales de cada sub-cuenca, se estimaron las velocidades de entrada y con las longitudes a recorrer se calculó el tiempo de entrada para cada caso. Luego se calculó el tiempo de tránsito por medio de la velocidad de flujo estimada y las longitudes de flujo a recorrer. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Tiempo de concentración y Tiempo de rezago de las sub-cuencas.

Sub - Cuenca	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	T Entrada (min)		T Transito (min)	T Concentración (min)		T Lag (min)
				Calculado	Adoptado		Calculado	Adoptado	
1	0.259	2.50	164.1	1.09	8.0	0.41	1.5	15.0	9.0
2	0.363	2.96	78.7	0.44	8.0	0.24	0.7	15.0	9.0
3	0.293	2.66	121.7	0.76	8.0	0.26	1.0	15.0	9.0
4	0.384	3.05	236.4	1.29	8.0	0.30	1.6	15.0	9.0
5	0.201	2.20	224.1	1.69	8.0	0.72	2.4	15.0	9.0
6	0.188	2.13	165.3	1.29	8.0	0.37	1.7	15.0	9.0
7	0.277	2.59	149.1	0.96	8.0	0.27	1.2	15.0	9.0
8	0.091	1.48	260.4	2.93	8.0	0.83	3.8	15.0	9.0

2.4. Tormenta de diseño

Una vez definida el área de drenaje, se determinó la curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) en el centroide de esta. Mediante las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) es posible estimar la intensidad de tormentas de distintas duraciones y para diferentes periodos de retorno. La curva IDF correspondiente al período de retorno de cien años se encuentra descrita por la siguiente expresión.

$$Intensidad = C_1(Duración + X_O)^{C_2} \qquad \textit{Ecuación 9}$$

Donde, los parámetros de la ecuación para el centroide de la cuenca de drenaje (coordenadas Norte: 111936.995 – Este: 105995.009) son los mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4. Curva IDF.

C_1	X_0	C_2
7447.80832	29.1	-1.05038

Con el valor de la intensidad extraído de las curvas IDF, se calculó el volumen de lluvia total a distribuir como:

$$P(mm) = I\left(\frac{mm}{h}\right) * Duración\ (6\ horas) \qquad \textit{Ecuación 10}$$

$$P(mm) = 14.17\frac{mm}{h} * 6\ horas = 85.04\ mm \qquad \textit{Ecuación 11}$$

El hietograma de diseño presentado en la Figura 8, se realizó a partir de la distribución temporal mostrada en la Figura 7, la cual fue obtenida del análisis de eventos históricos de precipitación registrados en la ciudad de Bogotá. Debido a las condiciones hidrológicas del sector y la alta pendiente del terreno, se distribuyó la lluvia en tres (3) horas.

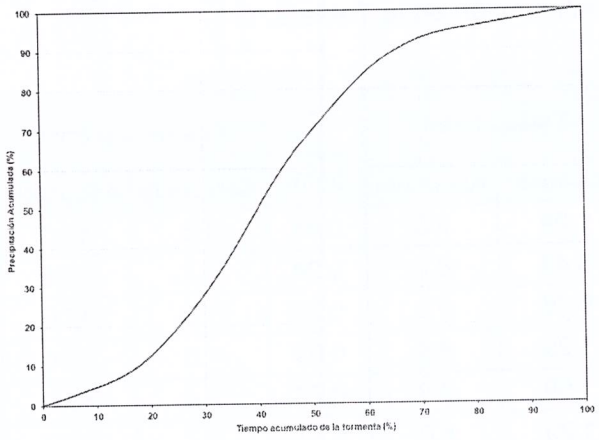


Figura 7. Distribución temporal tormentas. Duración 3 horas.

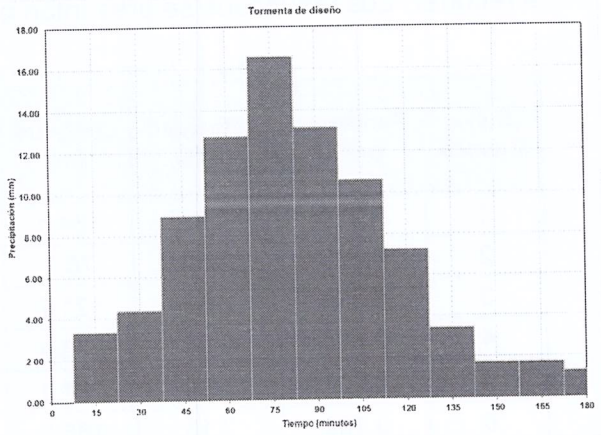


Figura 8. Hietograma de diseño. Duración 3 horas. Tr = 100 años.

2.5. Caudales de análisis

De acuerdo con la información relacionada, se realizó el montaje del modelo hidrológico en el programa HEC-HMS de acuerdo con lo exigido en la normatividad vigente, el cual se presenta en la Figura 9.

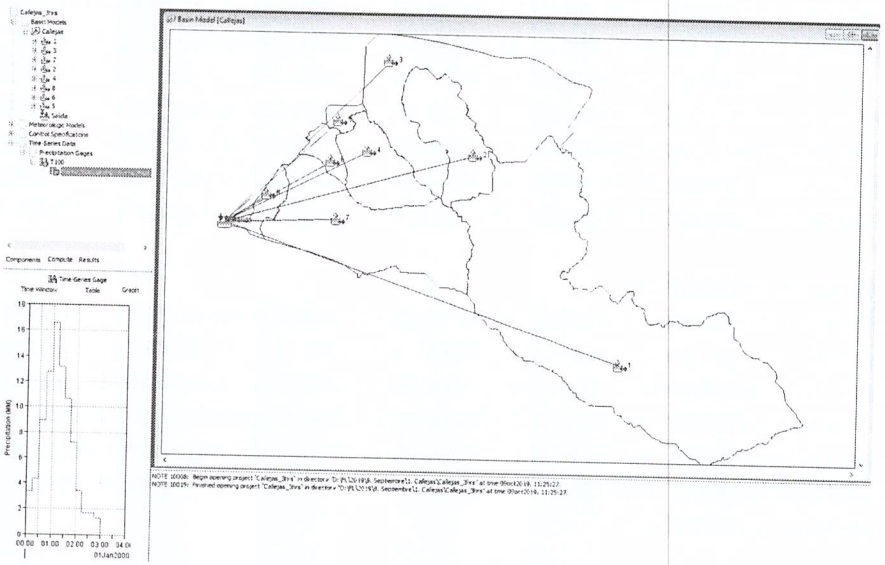


Figura 9. Modelo hidrológico de las subcuencas de la quebrada Callejas.

Realizada la modelación hidrológica en el programa HEC-HMS de las subcuencas aferentes a la quebrada, se obtuvieron los caudales mostrados en la Figura 10 y cuyos valores máximos se muestran en la Tabla 5.

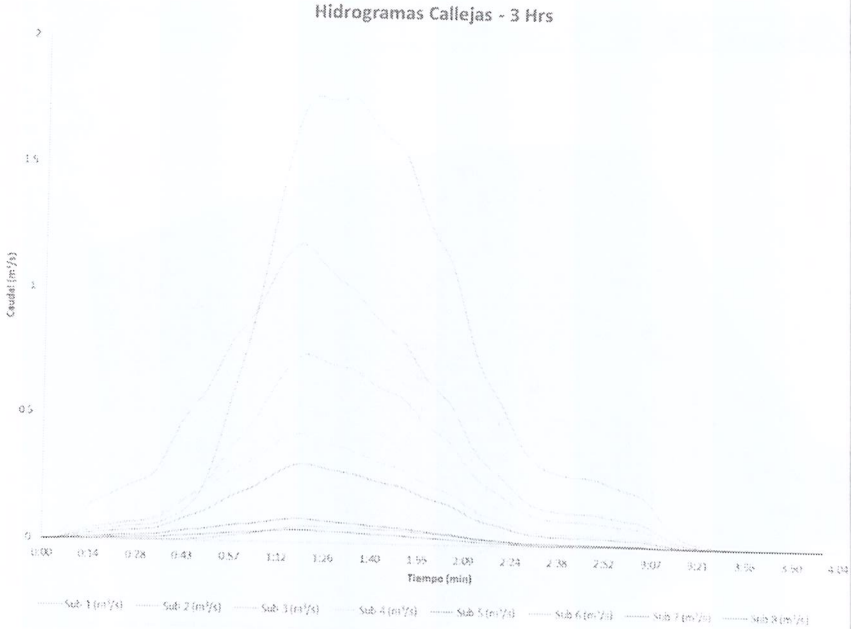


Figura 10. Caudales de las sub-cuencas de la Quebrada Callejas.

Tabla 5. Caudales máximos por sub-cuenca.

Sub-cuenca	Caudal (m^3/s)
1	1.774
2	1.188
3	0.747
4	0.431
5	0.311
6	0.065
7	0.095
8	0.051

Se debe mencionar que la DIE, realizó la revisión y análisis de estudios previos y antecedentes de este cuerpo de agua, encontrando que en el año 2001 el Consorcio MUR Proyectos LTDA y Samuel Hernández Ayala, realizó La Consultoría para la Elaboración de los Diseños Definitivos Detallados para Construcción de las Obras de Adecuación, Paisajismo, Control de Crecientes y Descontaminación a través de interceptores para algunas Quebradas de las Localidades Usaquén y Chapinero de Bogotá D.C. Contrato No 1-02-7200-568-2000, en el estudio mencionado se incluyó la adecuación de la quebrada Callejas (anteriormente llamada Quebrada Delicias del Carmen), este estudio contempla el diagnostico detallado de la situación actual del desarenador justo antes de la carrera 7ma, para tal verificación se presentan caudales máximos anuales, para un periodo de retorno de 10 años, 2.48 m^3/s y para 25 años, 4.09 m^3/s.

3. Modelación hidráulica

Para realizar la modelación hidráulica de la quebrada Callejas se construyó un modelo hidráulico bidimensional en el programa HEC-RAS versión 5.0.7. Este programa resuelve tanto las ecuaciones bidimensionales de Saint Venant como las ecuaciones bidimensionales de onda difusiva. Para el análisis de flujo bidimensional bajo condiciones de flujo no permanente, HEC-RAS utiliza un algoritmo implícito de volúmenes finitos. El algoritmo de solución implícito permite pasos computacionales más grandes que los métodos explícitos, a la vez que proporciona una gran estabilidad y robustez.

El dominio computacional de la quebrada fue definido en el programa HEC-RAS mediante una malla de 93,957 celdas con un área promedio de 1.0 m^2 (Figura 11). Se incluyeron breaklines con el fin de definir el cuerpo de agua y adicionalmente se generaron celdas que presentan caras orientadas en el perímetro de algunos sectores del cauce, garantizando resultados con un mayor grado de confiabilidad.

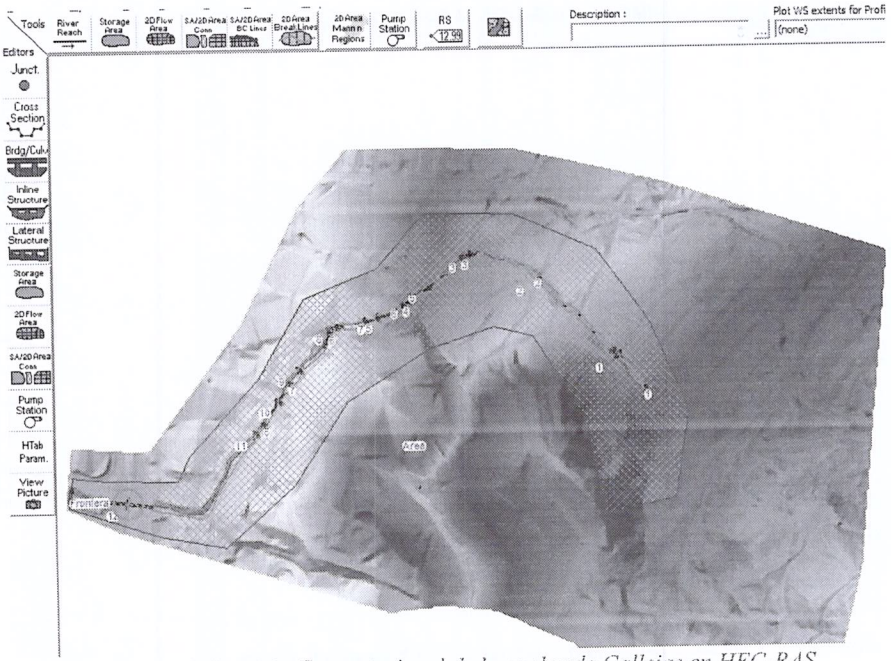


Figura 11. Dominio Computacional de la quebrada Callejas en HEC-RAS

3.1. Construcción del modelo

Una vez realizada la visita e inspección del cuerpo de agua, se logró determinar que hay una pérdida del cauce en aproximadamente 120 metros de longitud, hacia el oriente de la carrera 2 bis sobre la calle 128 bis. En sector se evidencio la presencia de un muro, aparentemente construido por la comunidad (ver la Figura 12). Adicionalmente, se construyó una especie de canaleta o cuneta al costado norte de la vía (Calle 128 bis) para manejar el drenaje del sector, que evidentemente no reemplaza el cauce intervenido. Por otra parte, en la Figura 13 se puede observar el sector donde se perdió el cauce se encuentra por fuera del límite del perímetro urbano de Bogotá, por lo que la DIE decidió iniciar la modelación hidráulica del cuerpo de agua a partir de la Diagonal 127ª Bis con Calle 128 Bis, de acuerdo con las competencias de la Empresa.



Figura 12. Muro Construido por la Comunidad.

Se recomienda elevar la consulta ante la autoridad competente sobre la situación reportada, la cual deberá definir qué sucederá con la zona en que se perdió el cauce y definir cuál es el procedimiento para seguir con el fin de asegurar y dar continuidad al cuerpo de agua del sector presentado a continuación en la Figura 13.

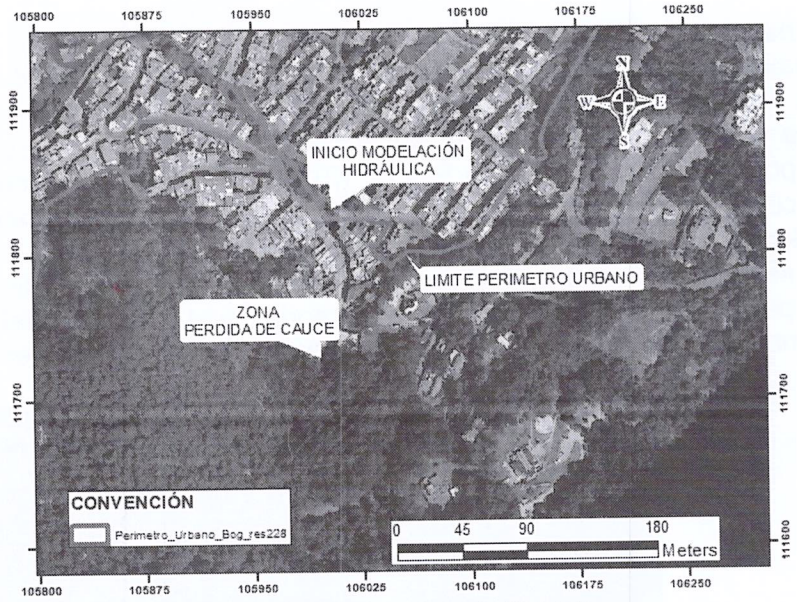


Figura 13. Alcance Modelación Hidráulica.

3.1.1. Información topográfica

Para realizar la modelación hidráulica bidimensional es absolutamente esencial contar con un modelo de terreno con alto nivel de detalle y precisión. El modelo de terreno puede provenir de distintas fuentes, formatos y nivel de detalle. Para la modelación hidráulica de la quebrada Callejas, se utilizó un modelo digital de elevaciones construido por la Dirección de Información Técnica y Geográfica (DITG) a partir del levantamiento topográfico de campo adelantado por parte de Secretaria Distrital de Hábitat, con una resolución espacial de 0.1 metros por 0.1 metros, utilizando distintas fuentes de información, las cuales se describen a continuación.

- Modelo digital de terreno con una resolución espacial de 0.1 metros x 0.1 metros.

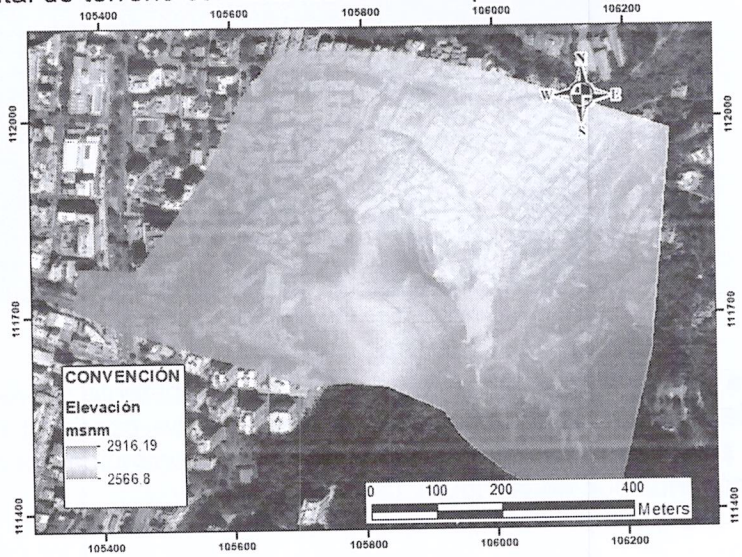


Figura 14. DEM de la quebrada Callejas.

- **Estructuras.** A lo largo del cuerpo de agua se evidencio la presencia de varias estructuras de paso y de obras hidráulicas, para la modelación de la quebrada se incluyeron en total doce (12) estructuras hidráulicas, para esto se utilizó la información validada por Dirección de Información Técnica y Geográfica (DITG), la cual realizó la revisión del levantamiento topográfico de las obras. En la Figura 15 se encuentra su ubicación.

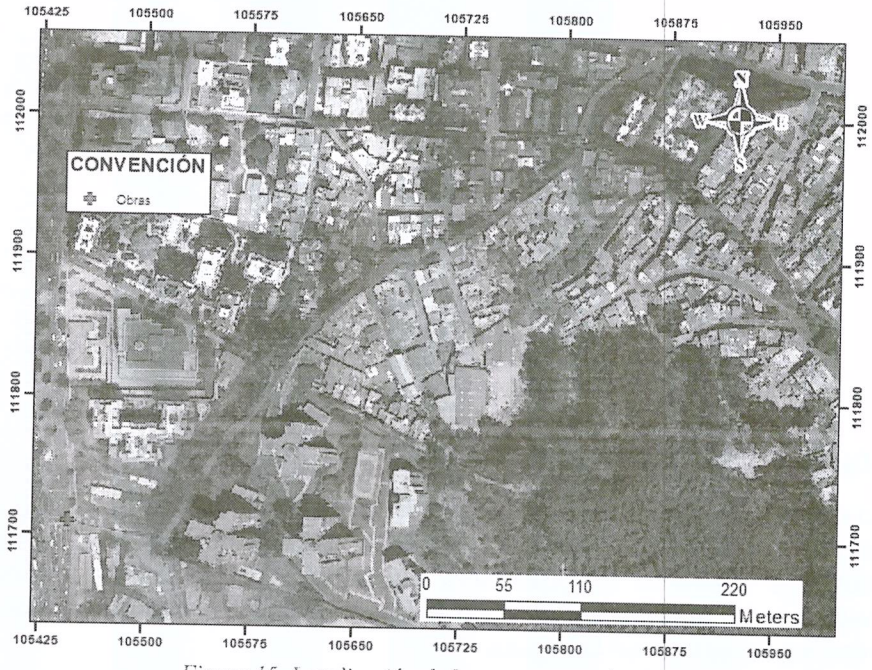


Figura 15. Localización de las estructuras de paso.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las características y localización de las estructuras de paso a lo largo del cauce.

Tabla 6. Cuadro Resumen de Estructuras de Paso quebrada Callejas.

No.	LOCALIZACIÓN		TIPO	DIMENSIÓN	LONGITUD	MATERIAL
	X	Y				
1	105970.36	111868.97	Tubería Circular	1.20 m	11.51	Concreto
2	105928.35	111913.95	Box Culvert	1.8 x 0.25 m	3.15	Concreto
3	105780.95	111959.86	Box Culvert	0.9 x 1.4 m	3.77	Concreto
4	105807.42	111984.86	Box Culvert	1.6 x 1.41 m	14.1	Concreto
5	105883.45	111954.28	Tubería Circular	0.87 m	8.15	Concreto
6	105740.91	111933.24	Box Culvert	1.8 x 0.25 m	10.5	Concreto
7	105713.73	111915.56	Tubería Circular	0.53 m	26.67	Concreto
8	105664.20	111899.77	Box Culvert	0.9 x 1.4 m	12.93	Concreto
9	105619.35	111859.00	Tubería Circular	0.91 m	12.09	Concreto
10	105593.71	111825.06	Box Culvert	1.5 x 2.1	28.2	Concreto
11	105568.31	111787.80	Box Culvert	0.95 x 1.1	10.95	Concreto
12	105446.18	111710.54	Box Culvert	2.8 x 1.85 m	62.24	Concreto



Figura 16. Estructura No. 11 Box Culvert.

3.2. Caudales de análisis

Teniendo en cuenta que el propósito de la modelación hidráulica es el de determinar el área de inundación de la quebrada al transitar la creciente correspondiente al período de retorno de cien (100) años, se utilizaron los caudales correspondientes a este período de retorno; cuya determinación se muestra en la sección 2. Los puntos de carga de caudal para cada una de las subcuencas se muestran en la Figura 17.

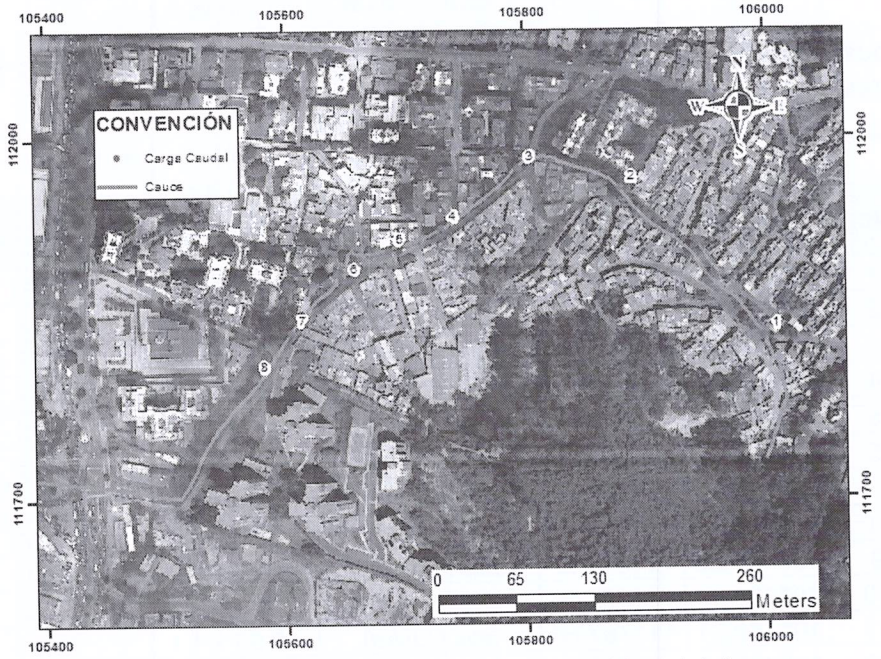


Figura 17. Puntos de Carga de Caudal en el Modelo Hidráulico.

3.3. Rugosidad

En la construcción del modelo se consideró un valor del coeficiente de rugosidad de Manning, de 0.040, valores que se encuentran dentro de lo recomendado en la norma de diseño de alcantarillados NS-085.

3.4. Condición de frontera y condiciones iniciales

La condición de frontera aguas abajo correspondió a la cota 2569 m.s.n.m., correspondiente al canal Callejas aguas abajo de la Carrera 7 completamente lleno y por encima de la cota clave del colector que entrega los caudales de la quebrada Trujillo, lo que se considera un escenario conservador del sistema.

4. Resultados Obtenidos de la Modelación

Los resultados obtenidos para la modelación para la condición actual fueron los siguientes:

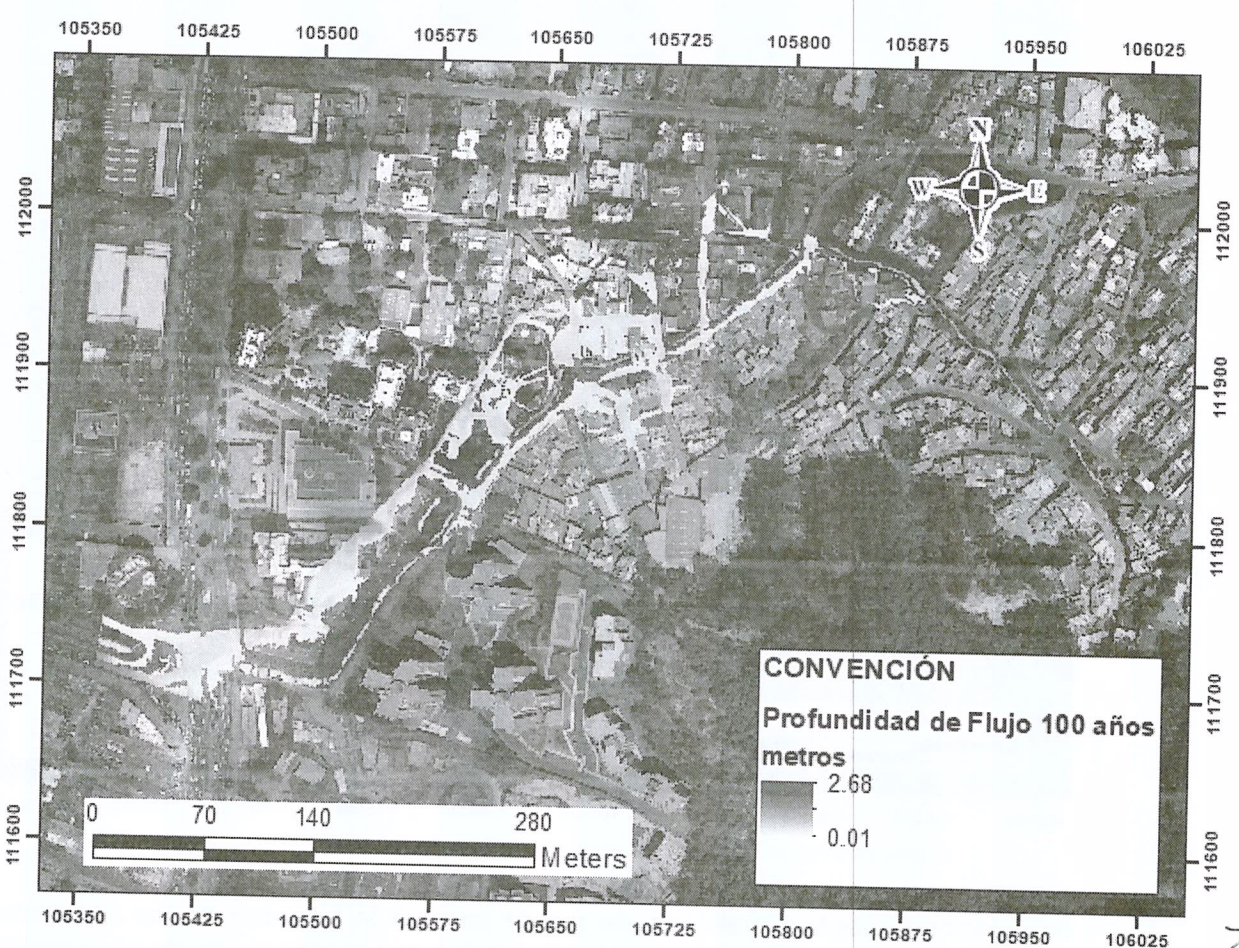


Figura 18. Profundidad de Flujo quebrada Callejas Tr = 100 años.

Una vez realizada la modelación hidráulica para el periodo de cien (100) años, se observa que aproximadamente en los primeros 170 metros de la modelación el caudal fluye por el cauce, sin embargo, a partir de carrera 3a, tanto las obras hidráulicas como el cauce no tienen capacidad hidráulica suficiente para transitar los caudales evaluados, por tal razón se genera el área de inundación mostrada en la Figura 18.

Dado que la condición actual genera múltiples desbordamientos, los caudales totales no fluyen por el cauce y estructuras hacia aguas abajo, por lo que la Dirección de Ingeniería Especializada, ajustó artificialmente las dimensiones y estructuras de paso para garantizar que el caudal total fluya por el sistema y permita su evaluación. Este ajuste no representa ningún diseño, únicamente se modificó el modelo con el fin de permitir que el caudal asociado a un periodo de retorno de 100 años se mantenga dentro del cauce y así realizar los análisis de capacidad del cauce. A continuación, se presentan el resultado de la modelación una vez ajustadas las obras que no tienen capacidad.

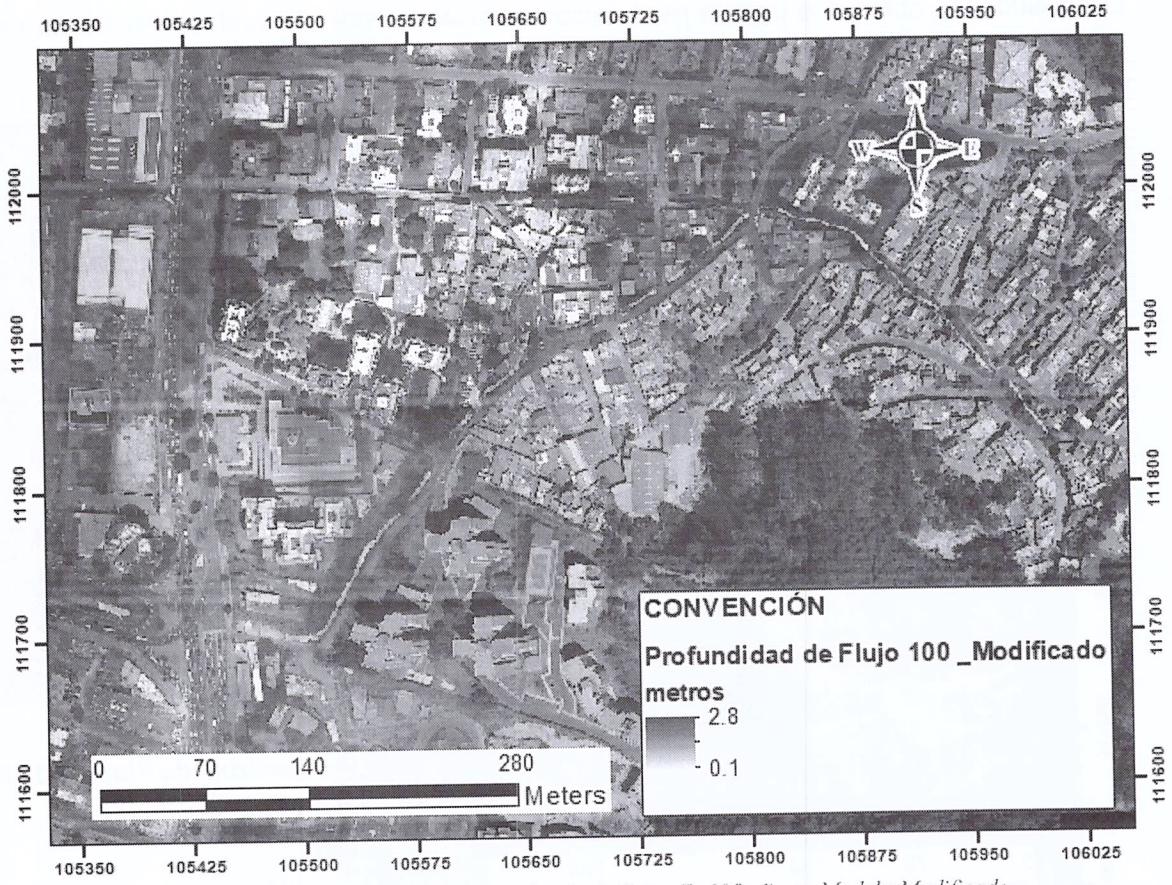


Figura 19. Profundidad de Flujo quebrada Callejas Tr 100 años – Modelo Modificado.

De la modelación hidráulica realizada, se puede concluir la totalidad de los desbordamientos identificados se deben a la falta de capacidad hidráulica de las estructuras de paso existente, por lo que se recomienda consultar con las áreas y entidades encargadas sobre la posibilidad real de diseñar y reconstruir estas estructuras de paso, con el fin de poder ajustar el modelo hidráulico.

5. Conclusiones y recomendaciones

Se realizó la modelación hidrológica de la quebrada Callejas para la creciente correspondiente al periodo de retorno de 100 años en el programa HEC-HMS, para tal fin se desarrolló un modelo lluvia escorrentía que incluyó la delimitación de las subcuencas de drenaje, la determinación de la tormenta de diseño construida a partir de las curvas IDF y el análisis de las características de impermeabilidad y usos en las distintas subcuencas, lo cual permitió la obtención de los caudales de análisis. Se realizó la distribución de la lluvia en tres (3) horas debido a las condiciones hidrológicas y de alta pendiente del terreno en el sector de estudio.

Se realizó la modelación hidráulica de la quebrada mediante un modelo bidimensional desarrollado en el programa HEC-RAS, en el que se empleó un modelo digital de elevaciones construido a partir del levantamiento topográfico ejecutado por la Dirección de Información Técnica y Geográfica (DITG) de la Empresa en el que se tomaron las secciones transversales de la quebrada y se realizó el levantamiento detallado de las estructuras de cruce.

Se identificaron doce (12) estructuras hidráulicas a lo largo del cauce, las cuales incluyen tuberías de diferentes diámetros en concreto, así como box culverts. La modelación hidráulica permitió identificar que a lo largo del cauce únicamente dos (2) estructuras de cruce tienen capacidad hidráulica para el evento de asociado a un caudal con periodo de retorno de 100 años (No. 1 y No. 2 de acuerdo con la Tabla 6), lo que genera los desbordamientos e inundaciones identificados por falta de capacidad hidráulica en las demás.

Se recomienda definir el tipo de intervención en cada una de las diez estructuras de paso identificadas con falta de capacidad hidráulica, donde además de las consideraciones hidráulicas se debe definir las prediales en los casos donde las viviendas de encuentren sobre el cauce o que no cumplan con los espaciamientos mínimos exigidos en la normatividad vigente, como es el caso de la vivienda ubicada aguas debajo de la Carrera 5B, que se encuentra construida sobre el cauce de la quebrada, el cual fue reemplazado por una estructura, donde se recomendaría una reconformación de la misma.

El pre-dimensionamiento hidráulico lo puede hacer la DIE, pero el área o entidad responsable debe ejecutar un diseño detallado y las obras correspondientes para garantizar la capacidad adecuada, teniendo en cuenta posibles obras de encole y disipación de energía en los descole.

Por otro lado, se determinó que hay una pérdida de cauce en la zona rural, aproximadamente 120 metros hacia el oriente de la carrera 2 bis, sobre la calle 128 bis, como parte de la perdida de cauce se encontró un muro aparentemente construido por la comunidad, adicionalmente la misma comunidad construyo una especie de canaleta o cuneta al costado norte de la vía (Calle 128 bis) con el fin de permitir que el agua fluya por este sector, el cual evidentemente no reemplaza el cauce de la quebrada Callejas. Se recomienda elevar la consulta ante la autoridad competente sobre la situación reportada, la cual deberá definir qué sucederá con la zona en que se perdió el cauce y definir cuál es el procedimiento para seguir con el fin de asegurar y dar continuidad al cuerpo de agua del sector.

Debido a la falta de mediciones directas en la quebrada Callejas, no fue posible realizar la calibración del modelo hidrológico ni del modelo hidráulico desarrollados. Sin embargo, se recomienda que ante la disponibilidad de este tipo de información, se realice la calibración del modelo y análisis de la incertidumbre.

Atentamente,

DIEGO GUTIERREZ BOHORQUEZ
Director de Ingeniería Especializada

Anexo: Un DVD que contiene: 1) Modelo Hidrológico HEC-HMS, 2) Modelo Hidráulico HEC-RAS, 3) Ráster área inundación Tr 100 años condición actual y condición modificada, 4) Levantamiento topográfico y DTM en 1.01 GB (100 archivos en 22 carpetas).

Copia: Dirección de Ingeniería Especializada, Consecutivo.

Revisó: Daniel Rodríguez Amaya – Profesional Especializado.

Elaboró: Fabián Luna.