



**FACULTAD INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: “Atribución no comercial”.

AÑO DE ELABORACIÓN: 2017

TÍTULO: Propuesta para la implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), en el sector de Chapinero Alto, Bogotá. Colombia.

AUTOR (ES): Caycedo Villarraga, David Felipe y Morales Juyó, Juan Sebastián.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES): Córdoba Romero, Henry Alberto.

MODALIDAD: Trabajo de investigación.

PÁGINAS: 88 **TABLAS:** 24 **GRÁFICAS:** 9 **FIGURAS:** 18 **ANEXOS:** 21

CONTENIDO:

GLOSARIO.

1. INTRODUCCIÓN.
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
3. OBJETIVOS.
4. JUSTIFICACIÓN.
5. DELIMITACIÓN Y ALCANCE.
6. ANTECEDENTES.
7. MARCO REFERENCIAL.
8. METODOLOGÍA.
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.
10. CONCLUSIONES.
11. RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



DESCRIPCIÓN:

En este trabajo se desarrollan conceptos básicos de la hidrología y la hidráulica, son necesarios para lograr la propuesta para la implementación de un dren filtrante, un Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS), en la zona de Chapinero Alto, Bogotá. Colombia. Para esto, se realizó un análisis hidrológico e hidráulico que permitió el dimensionamiento de la estructura.

El análisis hidrológico está compuesto por los siguientes procedimientos: completar los datos faltantes, el análisis de dobles masas, la determinación de propiedades geométricas del sitio, el cálculo de los tiempos de concentración, las gráficas IDF, el cálculo de la precipitación media, del caudal pico y de la infiltración sub superficial; con el fin de calcular los parámetros mínimos necesarios para continuar con el análisis hidráulico, donde el objetivo es dimensionar la estructura según las condiciones del sector.

METODOLOGÍA:

Se realizó el análisis hidrológico para determinar la precipitación promedio de la zona de estudio mediante estudios de doble masa, tiempos de concentración, curvas IDF, Polígonos de Thiessen y cálculo de caudales pico por los métodos racional y de hidrograma unitario.

Además se realizó el análisis hidráulico para dimensionar la alternativa de dren filtrante como propuesta de sistema de drenaje en el área estudiada, por medio de la ecuación de Manning a tubo medio lleno.

PALABRAS CLAVE:

SISTEMAS DE DRENAJE URBANO (SUDS), DREN FILTRANTE, ANÁLISIS HIDROLÓGICO, ANÁLISIS HIDRÁULICO.

CONCLUSIONES:

La localidad de Chapinero Alto, Bogotá. Colombia, es una zona donde los niveles de pluviosidad son bastante altos, las estaciones utilizadas para el desarrollo del análisis hidrológico respaldan esta afirmación, además, la impermeabilización del



suelo causada por el desarrollo urbano acelerado y sumado a los altos niveles de pluviosidad, genera un nivel de escorrentía que contribuye a los problemas de inundación del sector.

Se plantea la implementación de los drenes filtrantes como sistema urbano de drenaje sostenible en la zona de la calle 72 con carrera Séptima como complemento al sistema de drenaje convencional, éstos se diseñan para tener la capacidad reducir las velocidades en el sistema de alcantarillado convencional y generar un control de las aguas arribas en el sector de estudio, por ésta razón, se propone una tubería de 1 metro de diámetro y un tanque de retención con vegetación de un ancho y una altura de 10 y 4.37 metros, respectivamente. Este sistema contribuye a mejorar el paisajismo del sector.

Los drenes filtrantes almacenan la escorrentía superficial en tanques mientras que se hace la descarga correspondiente en el sistema de drenaje, es decir, infiltran el agua de la superficie sin sobrepasar la capacidad de su propia estructura ni de la tubería convencional; esto se logra con el análisis de los materiales granulares que permiten reducir tiempos de concentración y velocidad de las aguas pluviales que ingresan al sistema (material orgánico, marga limosa y arena). Este sistema se adecúa a las condiciones que se presentan en la localidad de Chapinero Alto, tanto funcional como paisajísticamente, la capacidad de los drenes filtrantes permite el manejo del caudal generado por la quebrada 'La Vieja' junto con la pluviosidad de la zona.

De acuerdo con las condiciones de pluviosidad del sector analizado, se establece la necesidad de un complemento para el sistema de drenaje convencional actual, sin embargo, la estructura diseñada en este proyecto no se adapta al sistema urbano presentado, debido a las dimensiones requeridas para dar el manejo adecuado de las aguas, esto produce que la propuesta presente un alto nivel de dificultad a nivel constructivo y como planteamiento urbano sobre el corredor vial de la calle 72, entre las carreras Séptima y Quinta.

El diseño de la estructura se realizó de acuerdo al análisis hidrológico, se encontró que el sistema tiene dimensiones finales de: 10 metros de base y 4.37 metros de profundidad, de esta manera el sistema se adecua constructivamente en la zona de estudio, dado que, actualmente se cuenta con una calzada de 19 metros y un separador vial de aproximadamente 5 metros de ancho

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

De acuerdo al análisis hidrológico y al caudal calculado de 4,3699 m³/s, se realizó el diseño de la tubería para los tanques de la estructura teniendo en cuenta que el objetivo del dren filtrante es reducir y tener control sobre la velocidad del agua, por tal razón, se consideraron diámetros de gran magnitud, para el caso de la presente propuesta, 1 metro.

FUENTES:

Abellán, Ana. 2016. Drenaje Urbano Sostenible. [En línea] 24 de Mayo de 2016. [Citado el: 28 de Febrero de 2017.] <http://drenajeurbanosostenible.org/>.

Alcaldía de Chapinero. 2013-2016. *Plan Ambiental Local de Chapinero*. Bogotá D.C. : s.n., 2013-2016.

Alcaldía Mayor de Bogotá. 2014. *Política pública de eco urbanismo y construcción sostenible de Bogotá*. Bogotá D.C. : 2014, 2014.

Almanza. 2014. IDIGER. *Caracterización general del Escenario de Riesgo por Inundación*. [En línea] 14 de Noviembre de 2014. [Citado el: 7 de Abril de 2017.] <http://www.idiger.gov.co/riesgo-por-inundaciones>.

Almanza, Giovanni. 2014. IDIGER. *Caracterización general del Escenario de Riesgo por Inundación*. [En línea] 14 de Noviembre de 2014. [Citado el: 7 de Abril de 2017.] <http://www.idiger.gov.co/riesgo-por-inundaciones>.

Camara de Comercio de Bogotá. 2006. *Perfil económico y empresarial-Localidad de Chapinero*. Bogotá : s.n., 2006.

Caracol Radio. 2016. Chapinero, Ciudad Bolivar y Usaquén localidades con mayor riesgo de inundación: IDIGER. *Caracol radio*. [En línea] 16 de Septiembre de 2016. [Citado el: 10 de Abril de 2017.] http://caracol.com.co/emisora/2016/09/16/bogota/1474003536_948146.html.

Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental CIIA. 2015. *Investigación de las Tipologías y/o tecnologías de sistemas urbanos de*. Universidad de los Andes. Bogotá D.C. : s.n., 2015.



Chow, Ven te, Maidment, David y Mays, Larry. 1994. *Hidrología Aplicada*. s.l. : McGraw-Hill, 1994.

Corte constitucional. 2015. *Constitución Política de Colombia*. Bogotá D.C : s.n., 2015.

Cubel, Alicia Loro. 2016. *Estudio de alternativas para la implantación de Sistemas de Srenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)*. Universitat Politècnica de València. Valencia : s.n., 2016. pág. 17, Trabajo final de grado.

Departament of Natural Resources. 2008. *Sustainable Drainage System (SuDs) for Stormwater Management: A Technological and Policy Intervention to Combat Diffuse Pollution*. Delhi : s.n., 2008.

Dirección de prevención y atención de emergencias de Bogotá - Colombia. 2006. Fondo de prevención y atención de emergencias - FOPAE. *Información general de la Localidad de Chapinero*. [En línea] 2006. [Citado el: 14 de Marzo de 2017.]

http://svrdpae8n1.sire.gov.co/portal/page/portal/fopae/localidades/chapinero/chapinero_info.

ECO@DMIN. 2014. Ecotelhado. *Beneficios de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)*. [En línea] 7 de Marzo de 2014. [Citado el: 3 de Marzo de 2017.] <http://ecotelhado.com.co/beneficios-de-los-sistemas-urbanos-de-drenaje-sostenible-suds/>.

El Tiempo. 2017. ¿Hasta cuando habrá lluvia en Bogotá? *El Tiempo*. [En línea] 02 de marzo de 2017. [Citado el: 07 de Abril de 2017.]

<http://www.eltiempo.com/bogota/lluvias-en-bogota-en-marzo-del-2017-63248>.

—. **2005.** Inundaciones en Chapinero por Quebrada Las Delicias, puede ser peor la proxima vez. *El Tiempo*. [En línea] 08 de Mayo de 2005. [Citado el: 10 de Abril de 2017.] <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1643955>.

Hidrología Sostenible. *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible-SUDS*. [En línea] [Citado el: 28 de Febrero de 2017.] <http://hidrologiasostenible.com/sistemas-urbanos-de-drenaje-sostenible-suds/>.



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2014. IDEAM. *IDEAM*. [En línea] 2014. [Citado el: 11 de Agosto de 2017.] <http://www.ideam.gov.co>.

Instituto Nacional de Vías. 2009. *Manual de Drenaje para Carreteras*. Bogotá D.C. : s.n., 2009.

Jiménez Escobar, Henry. 1986. *Hidrología Básica*. Cali : s.n., 1986.

Poleto, Cristiano y Tassi, Rutinéia . 2012. Sustainable Urban Drainage Systems. [aut. libro] Muhammad Salik Javaid. *Drainage Systems*. Brazil : s.n., 2012.

Publimetro. 2017. Caos en la movilidad por desbordamiento del canal Torca y lluvias en Bogotá. *Publimetro*. [En línea] 08 de Marzo de 2017. [Citado el: 10 de Abril de 2017.] <https://www.publimetro.co/co/bogota/2017/03/08/caos-movilidad-desbordamiento-canal-torca-lluvias-bogota.html>.

Revista Semana. 2016. *Fuertes lluvias generaron inundaciones en Bogotá*. Bogotá : s.n., 2016.

Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deportes. 2008. *Localidad de Chapinero Ficha Básica*. Bogotá : s.n., 2008.

Secretaría Distrital de Ambiente. 2014. *Decreto 528*. Bogotá D.C. : s.n., 2014.

Secretaria Distrital de Ambiente. 2011. *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*. Bogotá : s.n., 2011.

Subdirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial SEGAE. 2011. *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*. Bogotá D.C. : s.n., 2011.

SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution. **Fletcher, Tim, y otros. 2014.** 2014.

Zhou, Qianqian. 2014. *A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considerign the Climate Change and Urbanization Impacts*. Guangzhou : s.n., 2014.



LISTA DE ANEXOS:

- Anexo 1. Corredor de la carrera Séptima con calle 74.
- Anexo 2. Dren filtrante en el corredor de la carrera Séptima.
- Anexo 3. Calle 72 con carrera Séptima, sentido occidente – oriente.
- Anexo 4. Calle 72 con carrera Quinta.
- Anexo 5. Sendero peatonal, quebrada La Vieja.
- Anexo 6. Redes Alcantarillado Sanitario Plancha J33.
- Anexo 7. Redes Alcantarillado Sanitario Plancha J43.
- Anexo 8. Redes Alcantarillado Sanitario Plancha J32.
- Anexo 9. Redes Alcantarillado Sanitario Plancha J42.
- Anexo 10. Valores totales mensuales de precipitación – Estación Emmanuel d’Alzón.
- Anexo 11. Valores totales mensuales de precipitación – Estación Jardín Botánico.
- Anexo 12. Valores totales mensuales de precipitación – Estación Venado Oro Vivero.
- Anexo 13. Análisis de doble masa – Estación Emmanuel d’Alzón.
- Anexo 14. Análisis de doble masa – Estación Jardín Botánico.
- Anexo 15. Análisis de doble masa – Estación Venado Oro Vivero.
- Anexo 16. Intensidades máximas asociadas a diferentes tiempos de retorno, con tiempos de 5 a 180 minutos. Estación – Emmanuel d’Alzón.
- Anexo 17. Intensidades máximas asociadas a diferentes tiempos de retorno, con tiempos de 5 a 180 minutos. Estación – Emmanuel Jardín Botánico.
- Anexo 18. Intensidades máximas asociadas a diferentes tiempos de retorno, con tiempos de 5 a 180 minutos. Estación – Venado Oro Vivero.
- Anexo 19. Coeficiente de escorrentía C, según el tipo de área de drenaje.
- Anexo 20. Plano de la zona de estudio.
- Anexo 21. Vista en corte del tanque para el dren filtrante.