

Study of surface drainage of the University Campus

Maribet Rincón¹ y Benedicto Rincón²

¹Departamento de Ingeniería Suelos y Agua, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apdo. Postal 5205. Maracaibo 4005, Venezuela. Telf. 7597111, maribetrincon@yahoo.es.

²Departamento Hidráulica, Escuela de Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Apdo. Postal 526. Maracaibo 4011-A, Venezuela. Telf. 7598712, brrincon@cantv.net

Abstract

The study consists on the evaluation of the University Campus drainage system by the application of a model for maxima hydrological events, that determined the design flows for return periods of 25 and 50 years. Once defined the runoff, the existent natural and artificial drainages were evaluated, turning out to be inefficient for the transport of these flows; therefore, hydraulic structures were designed for new sections corresponding to the hydraulic design. The structural calculations for the system of collectors, bridges, sewers and channels were carried out with the purpose of determining their dimensions, using a maintenance approach, in order to drain efficiently the study area.

Key words: Hydrological evaluation, drainage, hydraulic design, structural design

Estudio de drenaje superficial de la Ciudad Universitaria

Resumen

El estudio consiste en la evaluación del sistema de drenaje de la Ciudad Universitaria mediante la aplicación de un modelo para eventos hidrológicos máximos, con el cual, se determinaron los caudales de diseño para períodos de retorno de 25 y 50 años. Una vez definidos los escurrimientos se evaluaron los drenajes naturales y artificiales existentes, resultando ser ineficientes para el transporte de dichos caudales, por tanto, se diseñaron las estructuras hidráulicas acordes a las nuevas secciones correspondientes al diseño hidráulico, se realizaron los cálculos estructurales del sistema de colectores, pasos de vía, alcantarillas y canales con la finalidad de determinar sus dimensiones, utilizando un criterio de mantenimiento, de manera que drenen eficientemente el área en estudio.

Palabras clave: Evaluación hidrológica, drenaje, diseño hidráulico, diseño estructural.

Introducción

Actualmente el crecimiento anárquico de las áreas urbanas en la ciudad de Maracaibo ha colapsado todo el sistema de drenaje, tal como lo señala DRAGASUR [1]; de tal manera que, en la Ciudad Universitaria se hace necesario realizar un estudio integral de drenaje que permita evaluar los escurrimientos que se producen dentro de esta área, con la finalidad de diseñar el sistema de colectores principales y secundarios para

drenar el área de manera eficiente y permitir un desarrollo físico acorde con los requerimientos de la Universidad. Con esto, se logra el saneamiento ambiental de la cañada Zapara, áreas adyacentes al Hospital Universitario de Maracaibo, Instituto Regional de Enfermedades Cardiovasculares Dr. Tulio Alberto Sulbarán y Museo de Arte Contemporáneo del Zulia.

El objetivo fundamental del estudio es el de proporcionarle una solución al problema de dre-

naje en el área de la Ciudad Universitaria. Para tal fin, se cubren los siguientes aspectos:

Estudiar las características hidrológicas de la cañada Zapara, realizando un análisis hidrológico de la cuenca que descarga al segundo y tercer tributario de la Cañada Zapara, para definir el caudal máximo en los puntos de interés.

Diseñar hidráulica y estructuralmente la red de drenaje que conforma la Cañada Zapara en la Ciudad Universitaria.

Metodología

El Estudio de drenaje de la Ciudad Universitaria se realizó en un área comprendida entre las siguientes coordenadas N 204923,37 – 201195,30 y E 193121,53 – 198119,15, con origen en la Catedral de Maracaibo. Esta zona es de clima muy seco tropical con precipitaciones inferiores a 900mm al año y contempla el segundo tributario de la Cañada Zapara debido a su cercanía con el Museo de Arte Contemporáneo del Zulia y demás instalaciones universitarias hasta su desembocadura en el puente con la Av. 16. También se consideró el tercer tributario de la Cañada Zapara, dada su cercanía con el Hospital Universitario de Maracaibo y el Instituto Regional de Enfermedades Cardiovasculares Dr. Tulio Alberto Sulbarán; debido a que este tributario ha ocasionado problemas de insalubridad y conta-

minación del medio ambiente en el Hospital y sus alrededores. En la Figura 1 se presenta una planta que muestra la disposición de los ramales estudiados de la Cañada Zapara.

Dentro de la metodología utilizada se tiene:

- Levantamiento planialtimétrico detallado del sistema de drenaje, tanto natural como artificial, con la finalidad de definir las pendientes de cada tramo así como los segmentos de escurrimiento; para esto se utilizaron los planos cartográficos de la ciudad de Maracaibo correspondientes al vuelo del año 1996.
- Análisis hidrológico del área con la finalidad de determinar las características de los eventos máximos de precipitación. El análisis de la precipitación en la zona bajo estudio se realizó a partir de la información obtenida de las estaciones pluviométricas suministradas por la Dirección de Hidrometeorología del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN).
- Determinación de los caudales de diseño para periodos de retorno de 25 y 50 años considerando el área de drenaje totalmente urbanizada, mediante la utilización de un modelo hidrológico para eventos extremos, indicado por Duque y colaboradores [2]. Este modelo conceptualiza la cuenca como

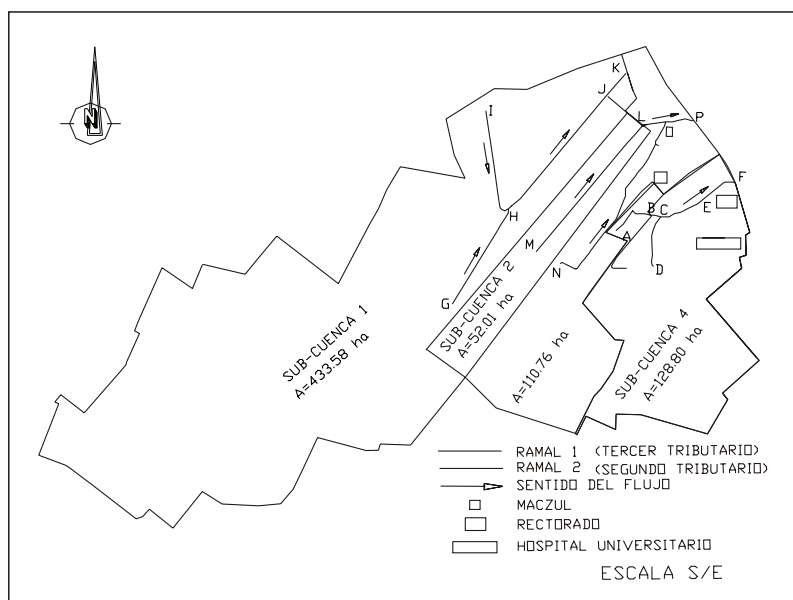


Figura 1. Delimitación de la cuenca y disposición de los tributarios de la Cañada Zapara.

un conjunto de segmentos de flujo, los cuales, pueden ser de escurrimiento o escorrentía, cada uno con parámetros uniformes, tales como: rugosidad, pendiente, impermeabilidad y sección. La lámina de escorrentía de los segmentos de escurrimiento se determinan a través del método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelo [2]. Posteriormente estos volúmenes llegan a los canales de escorrentía y son transitados mediante el método de la onda cinemática.

- Diseño hidráulico de los diferentes componentes del sistema de drenaje, mediante la utilización del programa HCANALES [3]; considerando una fase de predimensionamiento y otra de verificación:

1.a. El predimensionamiento de los canales se realiza utilizando el concepto de flujo uniforme y permanente, indicado por CHOW, V. T. [4]; para el caudal de diseño (50 años de período de retorno).

1.b. Se consideraron secciones rectangulares revestidas en concreto, de manera de transportar mayores caudales con la misma disponibilidad de espacio físico.

1.c. Las dimensiones de las secciones obedecen, a criterios hidráulicos, de operatividad, mantenimiento y a espacio disponible, con la finalidad de minimizar expropiaciones.

1.d. Se consideran los pasos de vía funcionando con flujo sin restricción, a fin de que prevalezca el flujo uniforme a lo largo de todo el tramo del canal.

2. Se verifican las condiciones del flujo bajo la teoría de flujo gradualmente variado para los diferentes sitios donde existen cambios en el tamaño de las secciones, cambios de pendiente, transiciones y confluencias, de manera de tomar en consideración la magnitud de sus efectos en la posición de la superficie del agua.

- El análisis estructural de todo el conjunto de obras que componen el sistema de drenaje; se realizó a través del programa para análisis estructural STAAD-III [5]; bajo la teoría de elemento finito. Este análisis se hizo para distintos tipos de carga, tales como:

1. Peso propio: de la estructura, que dependerá del espesor de los elementos, las dimensiones escogidas y el material.

2. Carga debida al agua: se asumió el agua en reposo (hidrostática) llenando todo el volumen del canal.

3. Carga debida al suelo: El momento se calcula con la carga lateral ejercida por la presión del suelo hacia los muros.

4. Carga vehicular: será aplicada en la losa superior (cajón), en esta consideración se escogerá un camión con tres ejes cuyo peso es de 26 Toneladas y 12.2m de longitud.

El suelo que soporta la losa de piso se simula como un lecho elástico, considerando el módulo de Balasto obtenido del estudio de suelo. En la Figura 2 se muestra una sección transversal típica de uno de los tramos diseñados.

Resultados y Discusión

Los caudales obtenidos de la aplicación del modelo hidrológico en las intersecciones del ramal 1 y ramal 2 con la Av. 16 (Guajira) son $14,30\text{m}^3/\text{s}$ y $47,85\text{m}^3/\text{s}$ respectivamente, lo cual implica módulos de escurrimiento unitarios de 110L/s/ha y 80L/s/ha respectivamente. Esta diferencia en los módulos es debida al desarrollo urbanístico entre ambas sub-cuencas; y los caudales son congruentes con los obtenidos por COBOS G, Deyadira [6].

La Figura 1 muestra los ramales 1 y 2 constituyentes de la cañada Zapara, y para los puntos de interés los caudales de diseño para 50 años de período de retorno junto con las dimensiones ya calculadas de las secciones transversales se presentan en la Tabla 1. Estos caudales de diseño se hicieron pasar a través de las secciones actuales, y se determinó, que las mismas son insuficientes para el transporte del escurrimiento con el período de retorno seleccionado.

Para la construcción del ramal 1 se realizó una combinación de cajón cerrado y canal abierto debido a los requerimientos urbanísticos de la zona como la ampliación del estacionamiento del Instituto Regional de Enfermedades Cardiovasculares; el resto de los canales se diseñaron como abiertos de sección rectangular dado que permite para la misma disponibilidad de espacio físico,

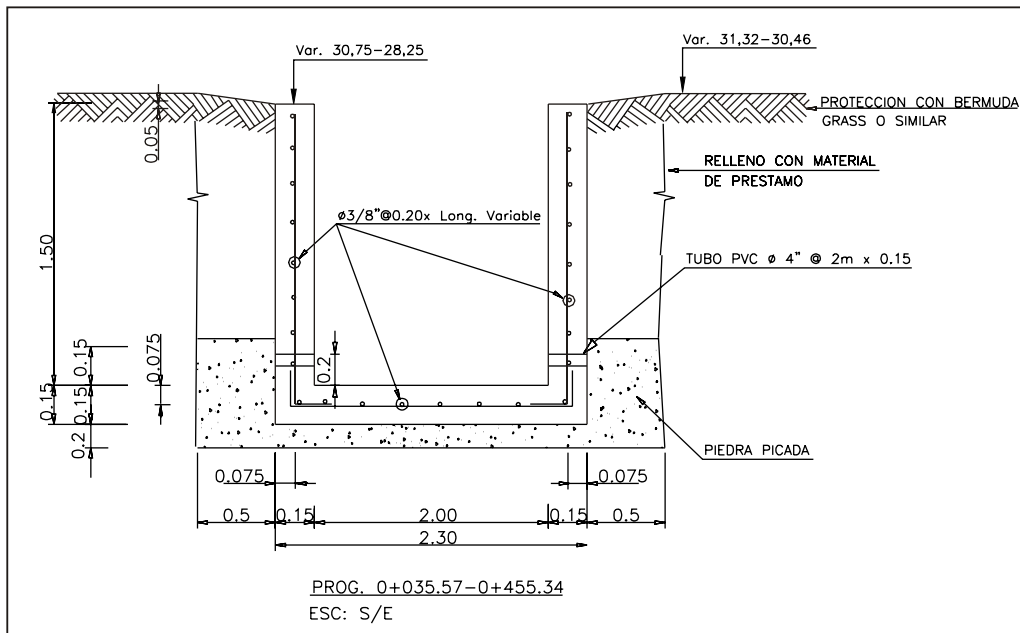


Figura 2. Sección transversal representativa del tramo M-L.

Tabla 1
Dimensiones y tirantes en los tramos

Tramo	Cota Inicial	Cota Final	Pendiente de Fondo (m/m)	Ancho b (m)	Alto (m)	Caudal m ³ /s	Coefficiente de Manning	y _n (m)	y _c (m)	V (m/s)
A-B	27,39	26,67	0,01	Ø=42"	-	-	-	-	-	-
B-C	26,45	26,24	0,00335	1,5	1,8	1,95	0,015	0,67	0,56	1,93
C-E	26,24	25,40	0,00335	5,0	1,6	13,22	0,015	0,90	0,90	2,93
D-C	29,24	26,24	0,0249	5,0	1,2	11,27	0,015	0,42	0,80	5,33
E-F	25,40	24,04	0,005	5,0	1,2	14,30	0,015	0,83	0,94	3,44
G-H	34,20	33,02	0,0078	6,00	1,50	28,8	0,015	1,00	1,33	4,84
H-J	33,02	29,44	0,0038	6,00	1,50	34,4	0,015	1,07	1,21	3,47
K-J	31,55	30,81	0,0038	5,00	0,13	0,48	0,015	0,10	0,10	0,86
J-L	28,14	25,81	0,0069	3,00	2,50	34,88	0,015	2,25	2,40	5,16
M-L	29,55	25,81	0,007	2,00	1,50	4,15	0,015	0,68	0,76	3,05
L-O	25,81	24,78	0,0071	6,00	2,00	39,16	0,015	1,22	1,63	5,18
N-O	28,46	24,78	0,0076	3,00	2,50	7,61	0,015	0,71	0,87	3,57
O-P	24,78	23,54	0,0071	8,00	2,00	47,85	0,015	1,14	1,54	5,21

Los tramos H-J y K-J corresponden a secciones trapezoidales existentes con taludes 3:1.

transportar un mayor caudal en comparación con una sección trapezoidal.

En el análisis realizado de las confluencias se tiene que, para la intersección J (Figura 1) se considero una tanquilla de descarga existente, cuyo funcionamiento hidráulico asemeja al de un sumidero donde convergen los flujos de los canales H-J (supercrítico) y K-J (crítico) hacia el canal subterráneo J-L, el cual, trabaja con flujo supercrítico y cuya cota de rasante esta por debajo de las cotas finales de los canales que descargan en el, tal y como se aprecia en la Tabla 1.

De la verificación de las condiciones del flujo en todo el sistema de canales propuesto, se determinó que el diseño definitivo coincide con el diseño preliminar, ya que la posición de la superficie del agua en ningún caso coloca al sistema en condición de desbordamiento.

En el caso del ramal 2 fue necesario modificar el cauce natural de la cañada motivado al trazado del corredor vial Paseo Urdaneta. También se rediseñó la red de drenaje subterránea dispuesta en el antiguo aeropuerto de Maracaibo, debido a que, era insuficiente para transportar los caudales de diseño. El resto de los canales se trazaron abiertos, revestidos de concreto, con secciones que garanticen la eficiencia en el transporte de las aguas y un mantenimiento adecuado.

Conclusiones

Del análisis hidrológico, se infiere que la red de drenaje natural y artificial de la Ciudad Universitaria es insuficiente para transportar los caudales de diseño a un período de retorno de 50 años.

El trazado de los drenajes de la manera propuesta permite a la Universidad de Zulia organizar su desarrollo físico interno, debido a que los

espacios de la cañada quedan como cauces permanentes. Se escogieron secciones transversales rectangulares para los canales, permitiendo así un mayor caudal para la misma disponibilidad de espacio y facilitando su etapa constructiva.

La ejecución del proyecto permitió desarrollar el trazado vial Paseo Urdaneta en su tercera etapa para integrarlo al sistema vial de la ciudad de Maracaibo.

Referencias Bibliográficas

1. DRAGASUR, C.A. "Plan Maestro para el Diseño de un Sistema de Gerencia del Drenaje Urbano de la Ciudad de Maracaibo", Maracaibo, 1997.
2. Duque, Roberto; Bandes R., Tomás, Barrios R., A. "Modelo de Drenaje Urbano Modificado. Descripción del modelo e instructivo de uso". Banco de programas. C.I.D.I.A.T. Mérida, Venezuela, 1983.
3. Villón Máximo, "HCANALES para Windows", Manual del Usuario. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1994.
4. CHOW, V.T, "Hidráulica de Canales Abiertos", Editorial McGraw-Hill. Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1994.
5. Research Engineers, Inc, "STAAD-III Reference Manual", California, Estados Unidos, 1995.
6. Cobos G, Deyadira; Blanco R, Jacqueline; Chavez A, Luis, "Estudio Hidrológico de la cañada Zapara y sus consecuencias en el Drenaje Urbano". Trabajo especial de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia, 1995.

Recibido el 17 de Octubre de 2005

En forma revisada el 06 de Febrero de 2006