

ESTUDIO DE ÁREAS ASOCIADAS A LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

QUIBÚSTUDY OF AREAS ASSOCIATED WITH THE QUIBÚ WASTEWATER TREATMENT PLANT

Ing. Ing. Alexei Hernández Pérez.UNAICC, Cuba, alexeih@ahabana.co.cu

RESUMEN

Las redes de alcantarillado se consideran un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estas en las ciudades de países en desarrollo es baja si la comparamos con la cobertura de las redes de agua potable. Cuba no está exenta de esta problemática y esto ha generado problemas sanitarios, principalmente en los cuerpos receptores y las zonas aledañas a estos. Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades a estado más ocupada en construir redes de acueducto, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado, sin tener en cuenta que del 70% al 80 % de toda esa agua se convierte en residual sanitario y se le debe dar un tratamiento antes de ser vertida al ambiente. Sin embargo, hoy se gana conciencia (más aún en la situación económica que vive el país), que es más racional y efectivo desde el punto de vista social, económico y técnico constructivo, evitar la contaminación que invertir en sanear las zonas ya dañadas. El presente trabajo da solución a varios problemas en nuestra empresa. Una es dar respuesta a vertimientos residuales que llegan a la Calle 130, que está fundamentada en un levantamiento de salideros de acueducto y el otro es direccionar el residual que actualmente no llega a la EDAR Quibú. Por lo que se propone un área que por su topografía no necesita ningún tipo de energía para garantizar la recogida de las aguas residuales y que llegue por gravedad hasta la entrada de la estación depuradora.

Palabras clave: Alcantarillado, Vertimiento, Residual

ABSTRACT

Sewerage networks are considered a basic service, however the coverage of these in the cities of developing countries is low if we compare it with the coverage of drinking water networks. Cuba is not exempt from this problem and this has generated health problems, mainly in the receiving bodies and the areas surrounding them. For a long time, the concern of the authorities has been more occupied in building aqueduct networks, leaving for the indefinite future the construction of sewerage networks, without taking into account that 70% to 80% of all that water becomes sanitary waste and should be treated before being released into the environment.

However, today awareness is gained (even more so in the economic situation of the country), which is more rational and effective from a social, economic and technical constructive point of view, avoiding pollution than investing in cleaning up already damaged areas.

The present work gives solution to several problems in our company. One is to respond to residual discharges that reach Calle 130, which is based on an uprising of aqueduct leaks and the other is to address the residual that currently does not reach the Quibú WWTP. Therefore, an area is proposed which, due to its topography, does not need any type of energy to guarantee the collection of wastewater and which arrives by gravity until the entrance of the treatment plant.

Keywords: Sewerage, Shedding, Residual

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alcantarillado de las ciudades se remontan a la antigüedad, se han encontrado conductos de mampostería y de barro en ruinas de antiguas civilizaciones. La concentración demográfica fue la razón para su construcción, aunque su función original era el drenaje, es decir la recogida del agua de lluvia.

Se conoce por alcantarillado o red de alcantarillado al conjunto de estructuras y tuberías que se usan para recolectar y transportar aguas residuales y pluviales de una población, desde el lugar en que se genera hasta el sitio donde se vierten. Estas alcantarillas pueden ser sanitarias (destinadas a la evacuación de residuales domésticos e industriales), pluviales (evacuan las aguas pluviales que escurren) o combinadas (toda el agua residual junta).

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es baja si la comparamos con la cobertura de las redes de agua potable. Cuba no está exenta de esta problemática y esto ha generado problemas sanitarios, principalmente en los cuerpos receptores y las zonas aledañas a estos. Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades a estado más ocupada en construir redes de acueducto, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado, sin tener en cuenta que del 70% al 80 % de toda esa agua se convierte en residual sanitario y se le debe dar un tratamiento antes de ser vertida al ambiente.

Sin embargo, hoy se gana conciencia (más aún en la situación económica que vive el país), que es más racional y efectivo desde el punto de vista social, económico y técnico constructivo, evitar la contaminación que invertir en sanear las zonas ya dañadas. Para enfrentar la situación en Aguas de La Habana se realizan estudios a nivel de proyecto y planeamiento donde se definen las estrategias a seguir según los valores y los flujos de inversión, dando respuesta por separado a cada una de las cuencas, priorizando siempre las zonas en desarrollo y el presupuesto real existente.

2. METODOLOGÍA

El sistema de alcantarillado sanitario está constituido a gran escala por obras para:

- Captación o recolección de residuos líquidos
- Transporte o conducción
- Tratamiento
- Disposición final

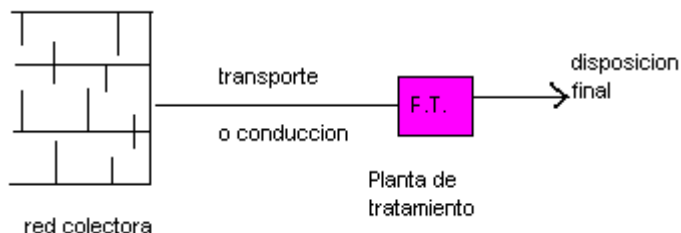


Figura 1. Esquema general del sistema de alcantarillado

Como se ve en el esquema de la figura 1 se parte de la red que colecta el agua de abastecimiento después que ha sido usada, la misma comienza en cada vivienda, industria o local que utilice agua, la transporta por conductos cada vez de mayor tamaño, hasta la planta de tratamiento si se ha decidido tratar el residual o si no, y como última etapa al punto de disposición final.

Aguas residuales: Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Conexión Errada: Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

Caudal de infiltración: Agua subterránea proveniente principalmente de la infiltración freática, indeseable para el sistema y que puede penetrar en las alcantarillas a través de fisuras en las redes, juntas en mal estado, unión con los registros o cualquier otra condición.

Vertimiento: Cualquier descarga de un elemento, sustancia o compuesto que este en un líquido residual de cualquier origen ya sea agrícola, mineral, industrial, de servicio o aguas residuales, hecha a un cuerpo hídrico o al alcantarillado

Antecedentes:

El alcantarillado de La Habana cuenta actualmente con 1 570 km de tubería. El servicio cubre el 63% de la población de la ciudad aproximadamente (1373439 habitantes) y se concentra fundamentalmente en los 5 municipios centrales (10 de Octubre, Centro Habana, Cerro, Habana Vieja y Plaza de la Revolución). Los municipios periféricos cuentan con sistemas incompletos, con pequeños sistemas de tratamiento y disposición final, que no siempre cumplen los requerimientos técnicos. (Vega 2007)

La población que no cuenta con sistema de alcantarillado, que representa un 37% (aproximadamente 806 128 habitantes), dispone sus residuales mediante ramales inadecuados, que vierten directamente a ríos, arroyos, drenes, etc., provocando serios problemas de contaminación. También como medio de disposición, son empleadas las fosas sépticas, existiendo 116 474 unidades en la ciudad. (Vega 2007)

Con este trabajo se da respuesta a la propuesta de solución a los vertimientos residuales que llegan a la Calle 130, que está fundamentada en un levantamiento de salideros de acueducto y residuales realizado en marzo del 2006

Para obtener la solución de proyecto, el mismo se concilio con el “Estudio de Factibilidad Económica – Redes de alcantarillado hacia la P.T.R Quibú” elaborado en la EPIHH en Mayo de 1998.

Problemática:

Actualmente a la Planta de Tratamiento de Residuales (PTR) del Quibú no llega residual directamente por los colectores provenientes de los entronques del sector residencial o estatal. Hasta el momento lo que existe son varias obras de fábrica que desvían en varios puntos un aproximado de 33 % del agua contaminada que circula por zanjas o riachuelos que transitan dentro de Marianao que a su vez son afluentes del río Quibú.

El área de estudio posee un sistema de alcantarillado muy deficiente, ramales en su mayoría de Ø6” con poca pendiente hidráulica, en mal estado y que sin ningún tipo de tratamiento contaminan con sus efluentes líquidos directamente la zona.

Teoría y Propuesta de solución

La cantidad de aguas negras que hay que evacuar de una población estará compuesta por tres procedencias distintas.

Aguas residuales domesticas: La norma se tomará igual al 80% del suministro de agua para la población dada al final del periodo de diseño.

Aguas residuales industriales y otros usos: Las aguas industriales y de otros usuarios solamente se añadirán al total cuando estos no se contemplan en la conformación de la dotación.

Aguas que se infiltra a la red procedente del manto freático: El caudal de agua freática que puede infiltrarse en un conducto soterrado está en función de.

- Profundidad del nivel freático y su fluctuación
- Permeabilidad del terreno
- Diámetro, tipo y cantidad de juntas, así como la calidad del tubo.

El valor del caudal de infiltración se define en la Tabla 1, donde se analizan los factores antes señalados.

Tabla 1. Valores de infiltración

| Valores de infiltración en tuberías. | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|------|-----------------|------|-----------------------------|------|--------------------|------|
| | Caudales de Infiltración (l/s/Km.) | | | | | | | |
| | Tubo de cemento | | Tubo de arcilla | | Tubo de arcilla vitrificada | | Tubo de PVC y PEAD | |
| Unión | Cemento | Goma | Cemento | Goma | Cemento | Goma | Cemento | Goma |
| Nivel Freático bajo | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,05 |
| Nivel Freático alto | 0,8 | 0,2 | 0,7 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |
| Fuente: Norma Boliviana NB 688-01 de Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |

Los cálculos se realizarán con el software AKUA, éste se usa en el Departamento de Proyectos de Aguas de La Habana para modelar redes de alcantarillado. El método implícito se basa en calcular la población a partir del área que aporta al tramo y la densidad de población del sector. El área de aporte se calcula como proporcional a la longitud del tramo. A continuación, se reflejan algunas fórmulas y datos con las que trabaja el programa.

El gasto Máximo Instantáneo a conducir hasta un punto y por tanto el de diseño de las tuberías será:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máximo}} + Q_i + Q_e + Q_{fd}$$

$$Q_{\text{máximo}} = Q_{\text{prom.}} \times M$$

$$Q_{\text{promedio}} = \left(\frac{P * K_1 * Dot}{86400} \right) * K \text{ en (L/seg.)}$$

$$Q_e = 0.05 * Q_{\text{máximo}}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P_r}}$$

Donde:

Q máximo= Caudal máximo a conducir (L/seg.)

Qpromedio= Caudal medio (L/seg.)

Qi. = gasto de infiltración (L/seg.)

Qfd = Gasto que aporta la industria y otros usuarios no contemplados en la dotación (L/seg.)

Qe = Caudal por conexiones erradas (L/seg.)

Dot = Dotación Calculada por la norma (L/hab. /d)

K1 = Coeficiente máximo diario.

K = Coeficiente de recuperación.

P = Población

Pr = Población expresada en miles de habitantes

M = Formula de Harmon

Debemos señalar como aspecto importante, que la cuenca que tributa a la Calle 130 es mayor que la que se aborda en este trabajo. Esto es debido a la limitante del tratamiento de la EDAR Quibú, que

actualmente es capaz de tratar 200 l/s, los cálculos fueron realizados según el caudal actual que puede tratar.

Los cálculos hidráulicos de este proyecto responden al Planeamiento futuro previsto en la zona, suministrado por el departamento de Planeamiento de la empresa Aguas de la Habana. Se consideraron los siguientes datos:

Densidad de población 230 hab/ha

P = 1817 hab

Dot = 360 l/hab/día

K1 = 1.25

K = Se estima igual a 0.8 (Norma)

En la Figura 2 se muestra una ventana donde se definen los datos generales para comenzar la modelación.



Figura 2. Datos generales usados por el AKUA

Una vez introducidos los datos Akua debe disponer de una base cartográfica de la zona en cuestión, por lo que se aprovecharán las bondades que brinda la base de datos históricos de redes obtenidos por años asociados al GIS y la posibilidad de intercambio y análisis que brinda esta herramienta.

Teniendo importado el archivo (ver Figura 3) de la base cartográfica y definido desde el mismo software la capa cota con los valores numéricos de las cotas del terreno, Akua conforma automáticamente el sembrado de cotas y las curvas de nivel.

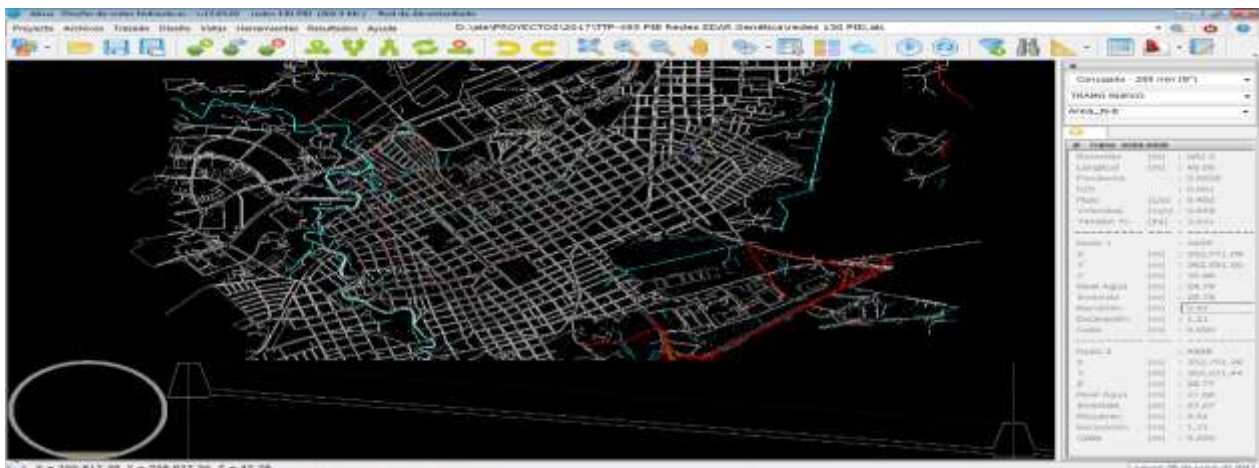


Figura 3. Interfaz de Akua con cartografía

Habiendo introducido e importado los datos y parámetros se obtienen las condiciones de fronteras que debe cumplir el diseño, así como todo lo necesarios para la estimación de los caudales.

La mayoría de estos parámetros están regulados en la Norma Cubana, también se asumieron según el criterio del proyectista y otros según criterios de los explotadores de los sistemas de Alcantarillado de Aguas de La Habana. Así es el caso del gasto mínimo, recubrimiento mínimo y longitud de tramo máximo. La velocidad mínima recomendada es de 0.6 m/s, aunque en tramos iniciales puede ser un poco inferior.

En este sentido Akua realiza cálculos para optimizar el diseño, después de actualizar el surtido de tuberías con el cual él trabaja, para ello introducimos las características de las tuberías y materiales utilizados en el país para alcantarillado, ver Figura 4



| Diámetro (mm) | Material | D.Nom. (mm) | D.Int. (mm) | D.Ext. (mm) | Coef. N | Pend. Min | Ancho Zanja (m) | Sección |
|---------------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------|-----------------|---------|
| 200.0 | Corrugada | 200.0 | 176.9 | 200.6 | 0.013 | 0.0040 | 0.60 | CIRC |

Figura 4. Surtido de tuberías y características

Para obtener resultados validos que contribuyan a soluciones, la modelación consistirá en ir aumentando tramos de tuberías dentro de la Cuenca de 130 e ir recalculando, hasta llegar a la suma de 200 l/s de caudal en el cierre que será en Ave. 25 y Calle 122-A, recordemos que éste es el flujo que es capaz de tratar la EDAR Quibú. Se consideraron las mismas pendientes del terreno a la de los conductos en los tramos donde la topografía lo permitía.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

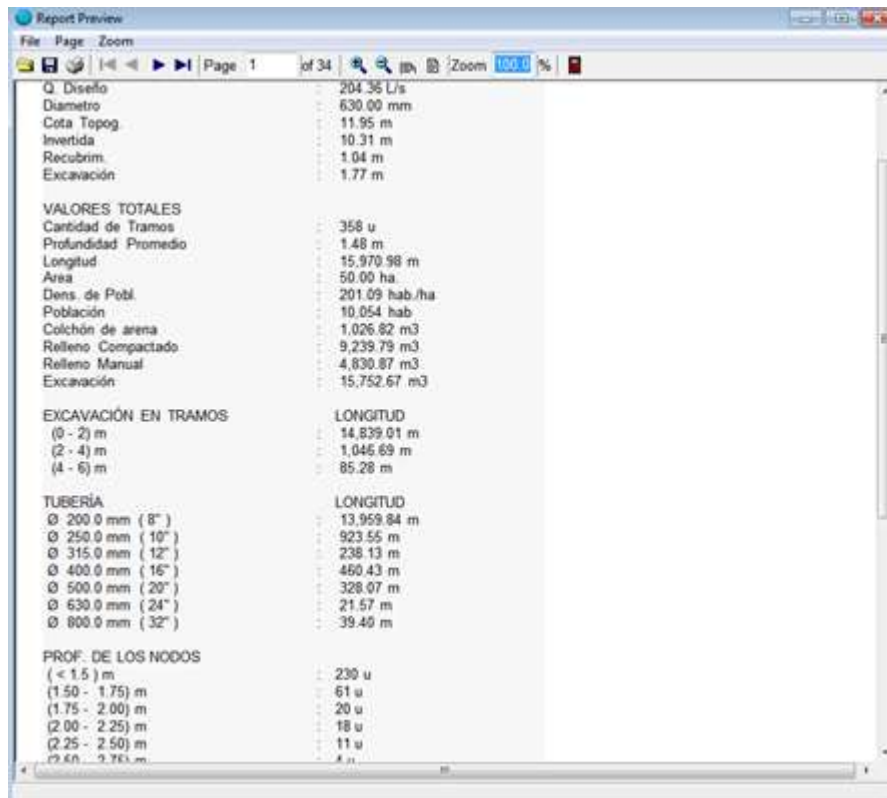
Los cálculos fueron realizados según el caudal actual que puede tratar la PTR Quibú que es 200 l/s. Se conectarán todos los aportes al Colector proyectado con anterioridad a este estudio, principalmente en 3 puntos de la red, uno en la esquina de Ave. 37 y Calle 130, en Ave. 27-D y Calle 124 y el otro en Ave. 25 y Calle 122-A.

El área resultante de aporte Limita al Sur con Ave. 51, al Norte con Ave 25, al Oeste en diferentes puntos con las calles 138, 134 y 132 al Este también en diferentes puntos con 124, 120 y 116, la Figura 5 muestra el plano general del estudio.

El colector proyectado comienza en Calle 130 y Ave. 43, incorporando a estos todos los aportes de los Ramal a los mismos. Las tuberías a utilizar en toda esta zona serán SN-4 corrugado sanitaria con uniones con manguito. Los diámetros a utilizar serán variables según los caudales a conducir y estos serán de Ø200mm, Ø250mm, Ø315mm; Ø400mm, Ø500mm, Ø630mm y Ø800mm. Se aprovecharán algunos tubos existentes de Ø24" y sus registros para el colector, en los lugares donde las profundidades son mayores de 4 metros.

Los resultados finales se exportan en formato Excel y se pueden consultar cada vez que se necesite en reportes. La Tabla 2 muestra el reporte final de los resultados tal y como los da Akua.

Tabla 2. Resultados generales de 130



| Report Preview | |
|-----------------------------|--------------------------|
| File | Page Zoom |
| Q. Diseño | 204.35 L/s |
| Diametro | 630.00 mm |
| Cota Topog | 11.95 m |
| Invertida | 10.31 m |
| Recubrim | 1.04 m |
| Excavación | 1.77 m |
| VALORES TOTALES | |
| Cantidad de Tramos | 358 u |
| Profundidad Promedio | 1.48 m |
| Longitud | 15,970.98 m |
| Area | 50.00 ha |
| Dens. de Pobl. | 201.09 hab./ha |
| Población | 10,054 hab. |
| Colchón de arena | 1,026.82 m ³ |
| Relleno Compactado | 9,239.79 m ³ |
| Relleno Manual | 4,830.87 m ³ |
| Excavación | 15,752.67 m ³ |
| EXCAVACIÓN EN TRAMOS | |
| (0 - 2) m | LONGITUD |
| (2 - 4) m | 14,839.01 m |
| (4 - 6) m | 1,046.69 m |
| | 85.28 m |
| TUBERÍA | |
| | LONGITUD |
| Ø 200.0 mm (8") | 13,959.84 m |
| Ø 250.0 mm (10") | 923.55 m |
| Ø 315.0 mm (12") | 238.13 m |
| Ø 400.0 mm (16") | 460.43 m |
| Ø 500.0 mm (20") | 328.07 m |
| Ø 630.0 mm (24") | 21.57 m |
| Ø 800.0 mm (32") | 39.40 m |
| PROF. DE LOS NODOS | |
| (< 1.5) m | 230 u |
| (1.50 - 1.75) m | 61 u |
| (1.75 - 2.00) m | 20 u |
| (2.00 - 2.25) m | 18 u |
| (2.25 - 2.50) m | 11 u |

Valoración económica

El efecto económico en los trabajos de alcantarillado va en aumento en función, entre otras cosas, del tipo de intervención, excavación, longitud de la obra y equipos necesarios para acometer el trabajo. A medida que se es más exacto a la hora de tomar la decisión es más preciso el gasto a tener en cuenta y los resultados generados por la intervención serán más certeros.

En el caso que nos ocupa no se llegaron a resultados monetarios concretos, no tenemos el costo de sanear todas las zanjas y riachuelos que transitan dentro de la zona del estudio, así como gran parte del río Quibú que también es y ha sido afectado por la contaminación directa del residual.

El efecto de esta obra es social y ambiental, el resultado se verá a largo plazo y es un paso para el saneamiento de los ríos urbanos. Acentuar y realizar este tipo de soluciones es la que da sentido a nuestro trabajo y es uno de los objetos sociales de nuestra empresa.

4. CONCLUSIONES

Se evidencia la necesidad de la utilización del software de modelación Akua, para ayudar en el análisis del planeamiento y proyecto en los estudios de factibilidad de redes de alcantarillado.

Con la construcción de esta obra se podrán eliminar las redes en mal estado técnicos y la carga contaminante que actualmente llega al río Quibú.

Invertir en la construcción de redes de alcantarillado estando subutilizada la planta de tratamiento de aguas residuales, es uno de los pasos fundamentales para lograr la revitalización del río Quibú, aunque el resultado final puede demorar décadas.

Una vez saneado el río se podría bombear esa agua directo para el riego de jardines o cualquier otro uso donde no se necesiten niveles altos de calidad de agua.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NC 12/4: (Cuba, 2013). Especificaciones para el diseño y construcción de alcantarillados y drenaje pluvial urbano.
- NC 970 (Cuba, 2013). Requisitos de alcance y contenido de los servicios técnicos para inversiones de alcantarillado.
- Tania Vega García. (2007). Metodología para la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado.
- Comisión Nacional del Agua (México, 2009). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario.
- Organización Panamericana de la Salud. (Lima, 2005). Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

SOBRE EL AUTOR

Trabajo actualmente en Aguas de la Habana como Jefe de Departamento de Proyectos.

Tareas realizadas: Rectorar y Dirigir proyectos e investigaciones de Acueducto, Alcantarillado y Drenaje Urbano. Análisis y estudios mediante softwares (EPA-SWMM; GIS; AKUA, CL; DISPER; WaterGEMS, AutoCAD), Análisis de Presupuesto y Movimiento de Tierra.

Contactos:

alexeih@ahabana.co.cu