

Influencia De La Tecnología En Los Métodos De Estimación De Cargas Para Las Instalaciones Hidráulicas.

Gómez, Jiménez Carlos Arturo^{1(*)}

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Bogotá, Colombia.

RESUMEN

La tecnología cada vez tiene un rol más importante dentro de la ingeniería civil, de tal modo que nos permite reformular ecuaciones que están basadas en la estadística y probabilidad, como es el caso de las instalaciones hidrosanitarias donde el Dr. Roy Hunter desarrolló ecuaciones que se siguen empleando hoy en día. Este artículo plantea un nuevo método de diseño para las redes hidrosanitarias que se fundamenta en el empleo de tecnología, creando válvulas de cierre automatizadas para mejorar la estimación entre el caudal real y el caudal teórico, y a su vez, mejorar el impacto hacia el medio ambiente.

Palabras clave: Hidráulica. Instalaciones hidrosanitarias. Tecnología.

Influence Of Technology On The Methods Of Estimating Of Loads For Hydraulic Installations

ABSTRACT

Technology is playing an increasingly important role in civil engineering, in such way that it allows us to reformulate equations that are based on statistics and probability, as is the case of hydrosanitary installations, where Dr. Roy Hunter developed equations that are still used today. This article proposes a new design method for hydrosanitary networks that is support on the use of technology, creating automated shut-off valves to improve the estimating between the real flow and the theoretical flow, and in turn, be focused on protecting the environment.

Keywords: Hydraulic. Hydrosanitary designs. Technology.

Recibido: 28/04/2021 Aceptado: 15/05/2021
Correspondencia: (*) cagomezj@correo.udistrital.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia se ha adoptado el método Hunter Modificado para el diseño de las redes hidrosanitaria (Delgado, 2009), esta metodología se basa en el comportamiento, la frecuencia de uso y horas de consumo para una red; las ecuaciones que se plantean predicen un caudal transportado por una tubería bajo predeterminadas condiciones. (ICONTEC, 2017)

Con el avance de la tecnología y el cambio de la mentalidad hacia la protección del medio ambiente se empezó a desarrollar productos que tienen un menor consumo de agua como es la ducha infinita que recicla el agua durante su uso (CONSTRUIRTV, 2016) o sanitarios que no usan agua ni necesita instalación de tuberías (ECOINVENTOS, 2020). Esto, ha desencadenado una diferencia entre el caudal teórico y el caudal real de diseño, lo que provoca sobredimensionamientos para las redes hidrosanitarias (Caballero Rojas, Aldana Arévalo, & Zamudio Huertas, 2017).

Este escrito tiene la finalidad de presentar al lector una propuesta de metodología de diseño que se basa en el empleo de tecnología para el cálculo del diámetro comercial.

2. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los principales conceptos teóricos para el desarrollo de este trabajo de grado.

2.1 Caudal y principio de continuidad.

El caudal es la cantidad de fluido que pasa por la sección de un conducto por unidad de tiempo, sus unidades generalmente son litros/segundos

$$Q = v * \frac{\pi * \phi^2}{4} \quad (1)$$

Siendo ϕ el diámetro de la tubería y V la velocidad interna del fluido.

2.2 Cálculo de pérdidas en tuberías y accesorios.

Existen diversas metodologías de cálculo, pero nos enfocaremos en la metodología de Darcey – Weisback, que plantea lo siguiente:

$$H_{ft} = f * \frac{L}{\phi} * \frac{v^2}{2 * g} \quad (2)$$

siendo H_{ft} = pérdida de carga debida a la fricción.

f = factor de fricción de Darcey. (adimensional)

L = longitud de la tubería. (m)

ϕ = diámetro interno de la tubería. (m)

v = velocidad media del fluido. (m/s)

g = aceleración de la gravedad

Pérdidas por accesorios

$$H_f = K * \frac{v^2}{2 * g} \quad (3)$$

Siendo H_f pérdidas por accesorios y K la constante de cada elemento.

2.3 Método hunter modificado.

Nos enfocamos en la norma NTC 1500, donde se hace una distinción entre aparatos comunes y fluxómetros, y define las unidades de consumo (UC) como el caudal que requiere por minuto cada aparato para su buen funcionamiento y es equivalente a unos 25 litros por segundo.

Aparatos fluxómetros

Para cálculos entre $3 < UC \leq 240$ se obtiene

$$UC = 0.7243 * UC^{0.384} \quad (4)$$

Para cálculos entre $240 < UC \leq 1000$ se obtiene

$$UC = 0.3356 * UC^{0.528} \quad (5)$$

Un fluxómetro es un mecanismo que funciona a través de diferencia de presión que genera una descarga abundante y de corta duración de agua al ser activado por el usuario.

2.4 Métodos existentes para el cálculo de instalaciones hidrosanitarias.

Actualmente, se clasifican los métodos de diseño de acuerdo a la postulación que se hace para llegar a las respectivas fórmulas (Castro Ladino, Garzón Garzón, & Ortiz Mosquera, 2006), en donde se encuentran cuatro métodos principales:

- Caudales máximos: se asume que todos los aparatos van a operar al mismo instante de tiempo.
- Empíricos: por experiencia del diseñador, se plantean tablas y valores para poder diseñar.
- Semiempíricos: combinan la experiencia del diseñador y fórmulas estadísticas.
- Probabilísticos: se basan netamente en planteamientos estadísticos.

3. METODOLOGÍA

El planteamiento de este método, se hace a través de una serie de análisis y deducciones lógicas acerca de cómo funciona una red hidrosanitaria, también se apoya en el empleo de tuberías en polibutileno (PB) estas tienen diámetros comerciales menos a ½" y son más ecológicas en el momento de producirse (TERRAIN SDP, 2006).

Con el fin de dar un alcance al proyecto, para realizar la primera modelación matemática y así determinar su viabilidad, se establece que el método Osolo abarcará los baños con los siguientes aparatos hidrosanitarios: ducha, lavamanos, orinal e inodoro, así mismo nos enfocamos en el suministro de agua y no en su evacuación

3.1 Propuesta de clasificación

Esta nueva metodología de diseño propone una nueva área de clasificación que sería la siguiente:

- Tecnológico: método que se basa en el empleo de tecnología para formular ecuaciones y planteamientos basados en lo que va a ocurrir, eliminando la incertidumbre.

3.2 Concepto de diseño

Esta metodología nace de la necesidad de involucrar los diferentes avances tecnológicos que se han implementado en las instalaciones hidrosanitarias, en donde el ingeniero- diseñador pueda involucrar todos los factores que intervienen en el diseño de una red hidrosanitaria, en especial la protección del medio ambiente. Con el fin de despertar el interés del lector, se mencionan algunas de las ventajas identificadas:

- Protección del medio ambiente en la reducción del plástico producto de disminuir los diámetros de diseño.
- Uniformidad entre el caudal teórico y caudal de diseño.
- Un método que contemple la tecnología moderna y que a su vez permite ahorrar agua por cada descarga en los aparatos hidrosanitarios.

La metodología contempla un control sobre el flujo de agua dentro de la red, esto se logra al emplear válvulas de cierre automatizadas permitiendo dominar el tiempo de uso y el orden en el que se van a usar estos aparatos. El método analiza el máximo caudal y es el diseñador quien tiene la libertad de asignar las siguientes variables dentro de la red:

- Aparatos tecnológicos modernos en el ahorro del agua.
- Caudal y presión real de cada aparato estipulado por el proveedor.
- Control de flujo y el orden en el uso de cada aparato.

3.3 Válvulas de cierre automatizadas

Las válvulas de cierre automatizadas son la esencia de esta metodología de diseño y una de las principales ventajas es que la tecnología para sincronizar los aparatos con Internet o entre ellos, se ha abaratado gracias a la masificación del Internet de las Cosas (IoT).

Dentro de las características que debe contener encontramos las siguientes:

- Cierre automatizado que permita regular el

caudal y su respectivo tiempo de uso, este sistema reemplaza el sistema fluxómetro el cual tiene el mismo objetivo.

- Sincronización con el micromedidor del tanque.
- Su ubicación debe estar fuera del alcance del usuario para evitar actos vandálicos.

El desarrollo e implementación de esta válvula, será un gasto adicional por parte del cliente final, así mismo se generará un costo adicional por el mantenimiento y sincronización para un óptimo funcionamiento.

4. DETERMINACIÓN CAUDAL DE DISEÑO

4.1 Conversión de litros por funcionamiento a litros por segundo

En general, los aparatos hidrosanitarios dependiendo del proveedor indican su consumo en litros por funcionamiento, para obtener el caudal de diseño se divide este valor sobre el tiempo de uso del aparato. Es interesante resaltar que al existir diferentes tiempos se obtendrá diferentes caudales, lo cual permite al diseñador escoger de acuerdo a las necesidades expuestas.

4.2 Cantidad de aparatos funcionando de acuerdo al diseñador

Un ejemplo de esto son los baños de un centro comercial, a lo largo del día se usará continuamente por parte de los visitantes, posiblemente se tenga horarios picos como es la hora del almuerzo, pero es un uso continuo a lo largo del día. Un baño de un estadio de fútbol, tiende a usar los aparatos en un instante de tiempo muy limitado que son los quince minutos de descanso y a la entrada y salida, así que el diseñador de acuerdo a las necesidades, es quien decide si aumenta la cantidad de aparatos funcionando al mismo instante de tiempo.

Diseño de sanitarios

Su funcionamiento ocurre cuando las personas están realizando sus necesidades fisiológicas y el láser se activa para su evacuación, desocupando el

agua dentro del tanque o la red y se genera un tiempo muerto mientras el primer usuario sale y el segundo entra.

Si se emplea un sistema que llene los tanques del sanitario de manera ordenada, no va a ocurrir ningún problema en que el sanitario no se llene en ese instante de tiempo dado que existen tiempos muertos. Se propone un funcionamiento de uno por cada cinco, para casos de uso continuo y dos por cada cinco para casos puntuales de mayor número de afluencia de personas.

Diseño en orinales

Realizando un análisis similar, se propone un funcionamiento de uno por cada cinco, para casos de uso continuo y dos por cada cinco para casos puntuales de mayor número de afluencia de personas.

Diseño en duchas

Requiere que el número total de duchas instaladas funcione en el mismo instante de tiempo, se calcula como la multiplicación del caudal mínimo requerido por cada aparato por el número total instalado.

Estas duchas funcionarán por fluxómetro.

Diseño en lavamanos

Se calcula como la multiplicación del caudal mínimo requerido por cada aparato por el número total instalado.

Toda la red llevará un factor de seguridad de sobredimensionamiento que se debe determinar con respectivas investigaciones, sin embargo, para temas de un primer acercamiento, se establece de 7%, de acuerdo al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, 2.6.2 Pérdidas comerciales en la red de distribución, párrafo 2. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2016)

4.3 Factor de corrección por simultaneidad

Se debe aplicar un factor de corrección cuando se diseña un baño con varias duchas consecutivas como es el caso de los gimnasios, dado que estos pueden incrementar de manera considerable el diámetro de la tubería. Este factor garantiza que en

horas valle, bajo la condición anteriormente descrita, se obtengan velocidades mayores a 0.6m/s. Este factor de corrección se puede determinar de dos maneras que van a depender de la economía.

Factor de corrección por válvulas:

Se puede instalar válvulas de cierre automatizadas para determinado número de duchas. Para un primer acercamiento, se estima un diseño con el 50% para números pares y 50% + 1 en números impares.

Factor de corrección por probabilidad:

Se empleará el cálculo de probabilidad desarrollado por el Método Español. Este no puede ser inferior al 50% para las primeras aproximaciones.

5. POSTULADOS Y PROCESO DE DISEÑO

- Postulado 1: se diseña para el total del caudal real que generan los aparatos hidrosanitarios.
- Postulado 2: el caudal de diseño de los aparatos, depende de las condiciones reales ofertadas por el proveedor, multiplicado por un factor de seguridad para pérdidas dentro de la red.
- Postulado 3: el número de inodoros y orinales que van a operar en el mismo instante de tiempo, dependerá del uso del inmueble.
- Postulado 4: se diseña para el número total de lavamanos instalados.
- Postulado 5: para generar la diferencia entre el número total de duchas instaladas y el número real de diseño, se puede emplear dos métodos de reducción que dependerá del factor económico.

5.1 Proceso general de diseño

Preliminar: arquitectura del espacio.

Para iniciar un proceso de diseño, debemos conocer la distribución en la ubicación de los elementos que es propuesto por parte de los arquitectos. En especial debe de existir un modelamiento BIM.

Primero: información de los equipos a emplear.

Dependiendo de los requerimientos del cliente se escoge cuáles son los aparatos que se van a instalar, es importante resaltar que, en caso de falla de

un aparato, no puede instalarse uno con características menores al anterior.

Segundo: trazado de redes que alimentan los equipos.

Se hace un trazado de líneas desde la red principal hasta los aparatos hidrosanitarios, esta dependerá de la arquitectura del edificio.

Tercero: se definen los aparatos con el menor caudal y menor presión.

Se debe definir el aparato crítico el cual tiene que garantizar un caudal y una presión de diseño para que pueda operar en hora valle y en hora pico.

Cuarto: se definen los caudales de diseño.

Se determina los caudales de diseño de acuerdo a los parámetros previamente comentados.

Quinto: se realiza la ubicación de las válvulas de diseño.

De acuerdo al criterio del diseñador, se ubican las válvulas de cierre automatizado.

Sexto: se realizan los respectivos cálculos.

Se procede a realizar los respectivos cálculos para el diseño de una red.

6. RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN

Se logran reducciones en el empleo de plástico del 70% en promedio, sin embargo, este valor disminuye dado que para la construcción de las válvulas se va a requerir de plástico. Dentro de un planteamiento teórico, cuando son pocos los aparatos sanitarios que están conectados, se puede emplear tubería de polibutileno ya que su producción es más ecológica. Además, se aprecia que las pérdidas por longitud son muy similares para los dos métodos de diseño. Para finalizar, este método alcanza su potencial para grandes superficies, en donde se vean involucrados varios aparatos hidrosanitarios.

7. CONCLUSIONES

El método propuesto a nivel teórico, trabaja de manera satisfactoria dado que permite reducir los diámetros comerciales y esta es la principal finalidad al desarrollar este trabajo de grado; esto se logra gracias al avance de la tecnología de los materiales que se emplean en las tuberías. Es importante resaltar que la reducción de plástico es significativa cuando se habla a nivel nacional (Colombia).

Este método está enfocado para grandes superficies que emplean varios aparatos hidrosanitarios como lo son teatros, cines, gimnasios, centros comerciales, entre otros, donde la reducción de plástico pueda ser significativa; dado que este método requiere hacer una inversión monetaria, en un conjunto de viviendas de interés social o conjuntos de casas, probablemente no van a estar interesados en instalar válvulas y así mismo permitir la implementación de este método.

Cada día que pasa, la tecnología va a avanzar, lo que permitirá convertir un mayor número de elementos en aparatos inteligentes, en especial con el desarrollo de la tecnología 5G, así que es responsabilidad de los ingenieros civiles ver cómo podemos emplear esto en nuestra área, sea para reformular ecuaciones, validar métodos, desarrollos de nuevas tecnologías, entre otros.



REFERENCIAS

Caballero Rojas, D., Aldana Arévalo, J. M., & Zamudio Huertas, E. (2017). Cálculo de unidades de consumo a través de caudales máximos instantáneos medidos en cuatro zonas de servicio de la ciudad de Bogotá D.C. Tecnura.

Castro Ladino, N. Y., Garzón Garzón, J. E., & Ortiz Mosquera, R. O. (2006). Aplicación de los métodos para el cálculo de caudales máximos probables instantáneos, en edificaciones de diferente tipo. Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua.

CONSTRUIRTV. (2016). Una "ducha infinita" que recicla agua durante su uso. Obtenido de www.construirtv.com: <https://www.construirtv.com/una-ducha-infinita-que-recicla-agua-durante-su-uso/>

Delgado, D. C. (2009). Caracterización y estimación de consumo de agua de usuarios.

ECOINVENTOS. (27 de Abril de 2020). www.ecoinventos.com. Obtenido de www.ecoinventos.com: <https://ecoinventos.com/secco-sanitario-seco-eco-amigable/>

ICONTEC. (2017). Código Colombiano de fontanería NTC 1500, tercera actualización. Bogotá: ICONTEC.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2016). Título B, Sistema de acueducto. Bogotá. doi:ISBN: 978-958-8491-51-6

TERRAIN SDP. (2006). Manual técnico de polibuteno. España.