UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y DESAGUE DE UN EDIFICIO DE TRES PLANTAS

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
NAGUA ERREYES ELIO EDISON

MACHALA - EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, NAGUA ERREYES ELIO EDISON, con C.I. 0704515188, estudiante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y DESAGUE DE UN EDIFICIO DE TRES PLANTAS

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.

- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:

  a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.

  b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Machala, 25 de noviembre de 2015

NAGUA ERREYES ELIO EDISON
C.I. 0704515188

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, NAGUA ERREYES ELIO EDISON, con C.I. 0704515188, estudiante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y DESAGUE DE UN EDIFICIO DE TRES PLANTAS

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.

- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:

  a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.

  b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Machala, 25 de noviembre de 2015

NAGUA ERREYES ELIO EDISON
C.I. 0704515188

INTRODUCCION

En las construcciones de edificaciones uno de los diseños más importantes a considerar es el diseño de las instalaciones sanitarias ya que cubre necesidades básicas del ser humano, como son el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza del hogar, eliminando desechos orgánicos, etc. En este caso, son del tipo domiciliario, donde se consideran los aparatos sanitarios de uso privado. Estas instalaciones básicamente deben cumplir con las exigencias de habitabilidad, funcionabilidad, durabilidad y economía en toda la vivienda. El diseño de la red sanitaria, que comprende el cálculo de la pérdida de carga disponible, la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios, el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería y las diferencias de altura, entre otros.

Como dice Pancorbo[1], Parte de Europa realiza el diseño de Instalaciones Sanitarias en Edificios de forma manual o con ayuda de hojas de cálculo para contabilizar una cantidad de parámetros como serían las longitudes equivalentes de cada uno de los accesorios necesarios en cada ramal de tubería, o la totalización de las unidades de gasto o unidades mueble de las Piezas sanitarias para su posterior conversión a gasto probable según el Método de HUNTER en cada tramo, entre otros parámetros. Sin embargo con el método de Plumber se ha facilitado las tareas que, si bien no son extremadamente complejas, si suelen ser tediosas y propensas a errores cuando se realiza el análisis y diseño de Instalaciones Sanitarias en Edificios.

Según Rodriguez[2], El método de cálculos para redes de distribución interior de agua más utilizado en Sudamérica es el denominado Método de los gastos probables, creado por Roy B. Hunter, que consiste en asegurar a cada aparato sanitario un número de unidades de gasto determinadas experimentalmente.

Para este diseño de instalaciones sanitarias se ha fundamentado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11) capítulo 16 Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana (NHE 2011) Agua[3], en la que aplica conocimientos generales que permiten estimar caudales y encontrar las perdidas mediante ecuaciones como la de la longitud equivalente que utiliza factores de acuerdo al tipo de accesorio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas dentro de una edificación es la falta de diseños para una correcta distribución y evacuación de aguas, el mismo que se origina en el momento que empieza a funcionar y se establece el tipo de servicio que va a prestar lo que da origen a un mal servicio entre los cuales está la velocidad necesaria en un punto crítico lo cual provoca malestar en el momento de utilizar un aparato sanitario.

La presente propuesta específica la problemática que existe en los edificios habitacionales que no cuenta con un abastecimiento directo de agua potable con su respectivo sistema de evacuación de aguas residuales como la de aguas lluvias sin embargo esta alternativa de diseño busca dar solución a la falta de abastecimiento de agua así como de disminuir ruidos en las redes por exceso de velocidades.

FORMULACION DEL PROBLEMA

En la provincia de El Oro el incremento de edificaciones ha generado la necesidad de diseños de abastecimiento de agua por no contar con la presión requerida en la acometida así como la evacuación de aguas servidas. Ante las circunstancias señaladas se propone el proyecto de investigación el tema “CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y DESAGUE DE UN EDIFICIO DE TRES PLANTAS”.

OBJETIVO

- Diseñar el suministro de agua potable, garantizando la cantidad y calidad en todo el tiempo y espacio, así como la evacuación de aguas servidas, dentro del edificio, mediante los principios básicos de la hidráulica enfocados a presión en flujos de tuberías de distribución y de esta manera determinar los elementos, diámetros y velocidades que cubran las funciones de abastecer, distribuir y evacuar.

JUSTIFICACION

La calidad de vida en las personas alude directamente al buen vivir creando condiciones para satisfacer sus necesidades materiales como psicológicas desarrollando capacidades y potenciales en los individuos con el afán de satisfacer necesidades y construir un proyecto de vida común, de esta manera se llega a concluir que un mal diseño de abastecimiento, distribución y evacuación deteriora la estructura del edificio que atenta con el colapso del mismo, que son ocasionados por fugas de agua debido a un mal diseño.

ALCANCE Y LIMITACION

El presente diseño se basa específicamente en el abastecimiento, distribución y evacuación de aguas la misma que es de vital importancia para sus habitantes. Es así que al ejecutarse el diseño se dará una mejor calidad de vida en sus habitantes así como conservar la vida útil de la edificación.

Los alcances propuestos para el diseño son los siguientes:

- Identificar el tipo de consumos dentro del edificio para de esta manera dimensionar los lugares de almacenamiento.
- Elaborar tablas que nos faciliten los cálculos de diámetros de tuberías, velocidades y bajantes.
- Obtener velocidades apropiadas en el diseño.

Las limitaciones

Que se tiene presente para el diseño son las siguientes:

- El diseño de abastecimiento será mediante tanque elevado por motivo de continuos cortes de energía en el sitio.
- La distribución de agua y evacuación de aguas servidas se realizará para una edificación de tres plantas altas con terraza que sirve de cubierta con dos pendientes.

MARCO CONCEPTUAL

ABASTECIMIENTO Y EVACUACION DE AGUA.

Para mayor entendimiento de la red de distribución en un edificio es necesario acotar una serie de teoría que se mencionaran a continuación

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA

CONSUMO

Es un volumen de agua, que se le asigna a cualquier uso consumido en un tiempo determinado, generalmente en un día el consumo en el proyecto está dotado por el siguiente porcentaje:

- WC (inodoro) 35%
- Regaderas 30%
- Lavadoras de ropa 20%
- Fregaderos y Limpieza 15%
- Total 100%

Así, con base en los datos recolectados, las acciones fueron enfocadas hacia la utilización de muebles sanitarios de bajo consumo de esta manera disminuir el consumo de agua tanto en inodoros con fluxómetros así como las lavadoras de tina vertical tales demandas nos indica la en la tabla # 4 (anexo 1).

DOTACIÓN.

Es la cantidad de agua que se asigna para un determinado uso. La dotación está relacionada con tres parámetros:

- La cantidad de agua expresada en unidades de volumen,
- El tipo de usuario expresado en habitantes, área u otra unidad y
- El tiempo en el cual es consumida esa cantidad de agua, dichos valores nos indica en la tabla # 5 (anexo 1).

Para el cálculo de Caudal, presión y diámetro se utilizara datos de los caudales instantáneos mínimos y a las presiones de la NEC-11, “el caudal instantáneo se incrementará 1.67 veces cuando los aparatos sean diseñado para uso público y se reducirá 0.67 para aquellos aparatos que hagan uso del agua caliente. Así mismo se deberá considerar cálculos adicionales si el número de flux ores es mayor que 150 o el caudal previsto para los fluxores es mayor que el valor del caudal asumido. Se contara con un grupo de distribución debido a que la edificación no sobrepasa los 50 m de altura”[3].

El diámetro y la presión del tubo que abastece a un nudo de consumo no debe ser menor que el indicado en la tabla # 6 (anexo 1), caso contrario se tomara en cuenta la recomendación del fabricante del aparato sanitario, La velocidad en las tuberías se tratara de tener por resultado 1.2 m/s siendo la más óptima (promedio entre 0.6 m/s mínimo y 2.5 m/s máximo). Para el diámetro del montante se tomara en cuenta el diámetro mínimo según la tabla # 6 (anexo 1), en relación a la altura del edificio menor a 15m (Di= 1”).

REDES DE DISTRIBUCIÓN

Los elementos de diseño empieza por el collarín de toma cuando el diámetro de la red tenga un diámetro mayor que 3 veces el diámetro de la acometida (la velocidad debe fluctuar en 1.5 m/s), caso contrario se instala una Tee la cual debe tener un diámetro mayor o igual que 16 mm (1/2"), en este edificio no se contará con un servicio de bocas contra incendio por lo cual no hará falta acometida de 60 mm asumiendo que no será necesario colocar válvulas de compuerta.

Tanto la tubería de alimentación como la de distribución se realizarán con policloruro de vinilo (PVC según NTE INEN 1372; 1373; y, 2497). Este tipo de tubería tiene la capacidad de soportar presiones hasta de 150 m.c.a. en caso de exceder los 50 m.c.a se tendrá que colocar una Válvula reductora de presión. Las instalaciones internas como la válvula de corte interno permitirá el corte de servicio solo en el lugar requerido dejando habilitado a las demás líneas hidráulicas internas de tal forma que no falte el suministro a los muebles sanitarios y nudos de consumo internos.

Cabe indicar que para el diseño de la red se debe tener claro las nociones básicas de la hidráulica.

"Esta rama de la mecánica se llama hidrodinámica por el hecho de que el agua es el líquido más abundante en la naturaleza ahora bien, las leyes de la hidrodinámica son válidas tanto para el agua como para los demás líquidos e incluso para los gases, siempre que no haya grandes variaciones en los valores de presión"[4].

Entonces podemos decir La hidráulica es la parte de la Mecánica de los Fluidos que estudia el agua en particular y los líquidos en general. La Hidráulica es una ciencia aplicada semiempírica que estudia el comportamiento mecánico del agua o de los líquidos en reposo o en movimiento, en canales, tuberías, presas, maquinas hidráulicas, etc.

Para lograr que el agua, circule o se mueva por el interior de una tubería de sección circular, es precisa la existencia de una cantidad de líquido, que designaremos por caudal, una fuerza que lo impulse conocida como presión y una tubería delimitada por su sección.

Al moverse el agua a través de una tubería entra en función un nuevo concepto denominado velocidad de circulación, para lo cual seleccionamos un tipo de conducto que sea segura, y cumpla con las funciones requeridas en este caso de cloruro de polietileno PVC.

"Hay también tubos especiales de vidrio bronce, fibras, plomo. Etc. Que son utilizados en trabajos muy especializados. El tubo plástico se usa en la mayoría de las instalaciones de tubería de pequeño diámetro de casas, edificios de apartamentos y de industrias livianas: tiene la ventaja que no corroe y posee una alta resistencia para muchas substancias químicas que emplea la industria: el tubo de PVC es el de cloruro de polietileno y es el más usado, tiene características de que no sostiene la combustión, no es magnético, es ligero, no produce chispas, no comunica olor, no comunica sabor, muy bajo coeficiente de fricción, resistente a la intemperie, se dobla con facilidad, se une con cementos adherentes o por rosca y tiene límites bajos de presión, no resiste ciertos disolventes es fácil de contraer y dilatar y necesita muchos soportes debido a su bajo peso"[5].

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA HIDRÁULICA

Los principios fundamentales que se aplican para analizar el flujo de líquidos y en particular el agua en tuberías son:

Conservación de la masa.

A partir de la cual se establece la ecuación de continuidad para una vena líquida. El caudal o gasto que circula por una tubería es la cantidad de líquido que atraviesa el área plana de la misma en la unidad de tiempo. O bien, al volumen de líquido que atraviesa una sección transversal cualquiera de una conducción en la unidad de tiempo. Llamando v a la velocidad, su expresión es:

$$\mathrm{Q} = \mathrm{A} * \mathrm{V}$$

A= área de la sección transversal interior del conducto en m^2.
V= velocidad de circulación en m/s.
Para tuberías de sección circular el área de la superficie transversal interior es igual a:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

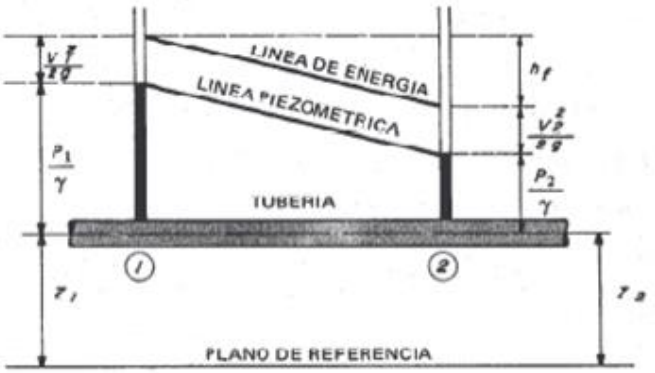
Donde d es el diámetro interior del conducto.
Un concepto básico en el movimiento de los fluidos, es la ecuación de continuidad (conservación de la masa). En un conducto por el que circula un fluido, la ecuación de continuidad nos dice, al suponer el fluido incompresible y en régimen permanente, que el caudal entrante es igual al saliente. Como los dos volúmenes entrante y saliente deben ser iguales, se cumple que:

$$\mathrm{A_1} * \mathrm{V_1} = \mathrm{A_2} * \mathrm{V_1}$$

Esto nos indica que si la tubería es de un diámetro pequeño y ha de pasar por ella una cantidad de agua idéntica a la que transita por una tubería de diámetro grande, la velocidad a la que transita el agua por la tubería pequeña será mayor a la del agua que transita por la tubería grande.

Conservación de la energía.

A partir de la cual se establece la ecuación de la energía que tiene en cuenta las pérdidas de energía que se producen por el desplazamiento de un fluido de un punto a otro a lo largo de un conducto. La ecuación de la energía se aplica siguiendo una línea de corriente.



H1= Energia total en el punto 1

$$H_1 = Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha \frac{{V_2}^2}{2g}$$

H2= Energia total en el punto 2

$$H_2 = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha \frac{{V_1}^2}{2g}$$

$$H_1 = H_2 + ZMp_{1-2}$$

Z = energía potencial por unidad de peso o cabeza de posición.
Es la energía que posee un fluido debido a su posición con relación a un determinado nivel o plano de referencia.
$\frac{p}{y} =$ Energía de presión por unidad de peso o cabeza de presión.
Es debida a la fuerza que actúa sobre el área transversal de un conducto.
La energía de presión se representa por la altura de la columna líquida que está por encima del punto considerado.
$\frac{v^2}{2g} =$ Energía cinética por unidad de peso o cabeza de velocidad.
Es la energía que posee el agua en virtud del movimiento con una velocidad V. Representa la altura a la que subiría un líquido si es lanzado verticalmente con una velocidad V.
Σhp = pérdidas por unidad de peso entre dos puntos.
α = coeficiente de variación de la velocidad en la sección transversal o coeficiente de Coriolis.
Teóricamente α es igual a 1.0 para una distribución uniforme de velocidades.

$$\Sigma hp = \Sigma hf + \Sigma hm$$

Σhf = sumatoria de pérdidas por fricción.
Son debidas al contacto entre el fluido y la frontera sólida del conducto y entre partículas de agua si el régimen es turbulento. Constituyen usualmente las pérdidas mayores de energía.
Σhm = sumatoria de pérdidas locales.
Son producidas por aditamentos o accesorios que cambian la dirección o geometría del conducto, tales como: tees, codos, válvulas, reducciones, etc. Y constituyen usualmente las pérdidas menores de energía.
La ecuación de la energía es una ampliación de la ecuación original de Bernoulli, la que no contempla pérdidas de energía y se restringe a fluidos no viscosos con flujo permanente e incompresible, es decir a fluidos ideales.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha \frac{{V_1}^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha \frac{{V_2}^2}{2g}$$

LÍNEAS DE ENERGÍA

Son líneas que permiten visualizar los componentes de la energía hidráulica de un fluido en movimiento a lo largo de un conducto. Si se determinan las cotas de alturas totales CAT y las cotas de alturas piezométricas CAP y se unen mediante líneas rectas se obtienen la línea de alturas totales LAT, y la línea de alturas piezométricas LP, respectivamente.

- Línea estática LE
- Línea de alturas totales LAT
- Línea de alturas piezométricas LP

Las líneas de alturas totales y piezométrica no tienen una pendiente constante debido a la existencia de resistencias locales al flujo, como por ejemplo cambios en la sección del conducto.

GRADIENTE HIDRÁULICO O GRADIENTE DE ENERGÍA

Es la variación de la energía total respecto a la longitud del conducto, o sea, la pérdida por fricción por unidad de longitud real del conducto en un tramo recto.

$$S_f = \frac{\Delta H}{L} = \frac{H_1 + H_2}{L}$$

$$S_f = \frac{h_f}{L}$$

h_f = perdidas por fricción.

El gradiente siempre será positivo en sentido del flujo porque $H_1 + H_2$ al existir siempre una pérdida de carga.

"El caso que nos interesa es el movimiento del agua a presión a lo largo de las tuberías. Bajo la acción de la carga el se pone en movimiento, adquiriendo velocidad creciente. Simultáneamente a este aumento de velocidad se desarrollan resistencias que se oponen al movimiento y llega un momento en que la velocidad ya no aumenta y el agua llena la sección del tubo"[6].

PÉRDIDAS DE CARGA

Cuando por ejemplo, un líquido fluye desde un punto (1) a (2) en una tubería, en la parte inicial, la energía inicial se disipa bajo la forma de calor, la suma de las tres cargas en el punto (2) según el teorema de Bernoulli no iguala la carga total en (1).La diferencia, que se denomina pérdida de carga es de gran importancia para los problemas de diseño de las instalaciones hidráulicas.

La resistencia al flujo en el caso del régimen laminar, se debe enteramente a la viscosidad. Si bien esa pérdida de energía comúnmente se conoce como pérdida por fricción o rozamiento no se debe suponer que ella se deba a una forma de rozamiento como la que ocurre con los sólidos, pues junto a las paredes de los tubos no hay movimiento del líquido.

La velocidad se eleva desde cero hasta su valor máximo en el eje del tubo. Se puede así imaginar una serie de capas en movimiento con velocidades diferentes y responsables de la disipación de la energía.

Para el caso de flujo en régimen turbulento, la resistencia es el efecto combinado de las fuerzas debidas a la viscosidad y a la inercia. En este caso la distribución de las velocidades en la tubería depende de la turbulencia y está influenciada por las condiciones de las paredes. Un tubo con paredes rugosa causaría mayor turbulencia.

En la práctica las tuberías no están constituidas exclusivamente por tubos rectilíneos y no siempre comprenden tubos del mismo diámetro. Hay también piezas especiales como codos, válvulas, tees, reducciones, que son responsables de nuevas pérdidas.

Pérdidas por fricción

La pérdida de carga (o de altura piezométrica) en una tubería debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse utilizando varias fórmulas de pérdidas diferentes:

- **Hazen-Williams**

La fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada en EEUU. Sin embargo, no puede utilizarse para líquidos distintos del agua, y fue desarrollada originalmente sólo para flujo turbulento, para tuberías de diámetro mayor de 50 mm y velocidades que no excedan de 3 m/s.

La pérdida de carga, con unidades en el sistema internacional se calcula con la siguiente expresión:

$$h_f = \frac{10.674 \cdot L \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.871}}$$

El caudal se expresa como:

$$Q = 0.2785 \frac{C\, D^{2.63}\, h_f^{0.54}}{L^{0.54}}$$

Dónde:

H_L= perdida de carga, en m.c.a.
Q = caudal en m^3/s.
L = longitud de la tubería en, metros.
D = diámetro de la tubería, en metros.
C = coeficiente de rugosidad (factor de Hazen – Williams) = 140-150 adoptamos 140.

- **Darcy, Weisbach**

En 1850, Darcy, Weisbach y otros dedujeron experimentalmente una fórmula para calcular en un tubo las pérdidas por fricción. Desde el punto de vista académico, la fórmula de Darcy-Weisbach es la más correcta, y es aplicable a todo tipo de líquidos y regímenes.

La pérdida de carga se calcula con la siguiente expresión:

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$$

$$Q = v\, A = v \frac{\pi d^2}{4}$$

Si de la segunda ecuación despejamos v en función de Q y reemplazamos en la primera ecuación tenemos:

$$h_f = 0.0827\, f \frac{L}{d^5} Q^2$$

h_f = perdida de carga, en mca.
f = factor de fricción (adimensional).
L = longitud de la tubería en, metros.
D = diámetro de la tubería, en metros.
v = velocidad de flujo, m/s.
g = aceleración de la gravedad, m^2/s.
Q = caudal en m^3/s.
El factor de fricción es factor de ε, d y del Numero de Reynolds, Re. Donde ε es el coeficiente de rugosidad relativa con unidades de longitud, para PVC = 0.015mm.

El número de Reynolds, es un grupo adimensional, viene dado por el cociente de las fuerzas de inercia por las fuerzas debidas a la viscosidad.
Viscosidad dinámica (μ): es una magnitud física que mide la resistencia interna al flujo de un fluido. Es medida por el tiempo en que tarda en fluir éste a través de un tubo capilar a una determinada temperatura. Las unidades con que se mide en el Sistema Internacional son N·s/m2.
Viscosidad cinemática (v)= μ/ρ (m2/s): representa la característica propia del líquido desechando las fuerzas que generan su movimiento. Se obtiene mediante el cociente entre la viscosidad dinámica o absoluta (μ) y la densidad (ρ)
Para tuberías circulares, en flujo a tubería llena, el número de Reynolds se calcula de la siguiente manera:

$$R_e = \frac{V\,d\,\rho}{\mu} \text{ o } \frac{V\,d}{\nu}$$

V = velocidad media, en m/s
d = diámetro de la tubería, en m
ν = viscosidad cinemática del agua a 20 °C es $1.003x10^{-6}$, en m2/s
ρ = densidad del agua
μ = viscosidad absoluta o dinamica, en kg s/m^2
El factor de fricción, de Darcy – Weisbach, se calcula mediante diferentes ecuaciones, dependiendo del número de Reynolds del flujo.
Se puede calcular mediante la expresión de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\,\log_{10}\left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

Donde Re es el número de Reynolds, ε / D la rugosidad relativa y ***f*** el factor de fricción.
El campo de aplicación de esta fórmula se encuentra en la zona de transición de flujo laminar a flujo turbulento y flujo turbulento. Para la obtención de ***f*** es necesario el uso de métodos iterativos. Otra forma más sencilla y directa de obtener el valor de ***f*** es hacer uso del diagrama de Moody.
Para Re < 2000 se emplea la fórmula de Hagen – Poiseuille:

$$F = \frac{64}{Re}$$

Para Re > 4000 se puede emplear la aproximación de Swamee - Jain a la ecuación de Colebrook – White:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10}\left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right]^2}$$

Dónde:
ε / D = rugosidad relativa.
Re = Número de Reynolds.
f = factor de fricción.
D = diámetro interno de la tubería (m).

Pérdidas menores

Las perdidas menores, también llamadas locales pueden interpretarse como debidas al incremento de la turbulencia que se produce en los cambios de dirección, codos, accesorios, etc.

El valor de la perdida de carga, es el producto del coeficiente de perdidas menores por la altura dinámica de la tubería, esto es:

$$h_L = K\left(\frac{V^2}{2g}\right)$$

K = coeficiente de perdidas menores tabla #3 (ver anexos 1).
V = velocidad del flujo, m/s.
g = aceleración de la gravedad, m/s^2.

ESTIMACIÓN DE CAUDALES Y PERDIDAS SEGÚN NEC-11

El caudal máximo probable (QMP) se calculará con las siguientes ecuaciones:

$$Q_{MP} = K_s * \sum q_i$$

$$K_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0.04 + 0.04 * \log(\log(n)))$$

Dónde:
n = número total de aparatos servidos.
ks = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.
qi = caudal mínimo de los aparatos suministrados tabla # 4 (anexo 1).
F = factor 2, para edificios habitacionales.

Para el cálculo de pérdidas de carga por longitud (en m.c.a.) se aplicará la ecuación

$$h_f = m * L * \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}}\right)$$

Dónde:
V = velocidad, en metros sobre segundo (m/s).
D = diámetro, en metros (m).
L = longitud de tubería, en metros (m).
m = constante del material del tubo, = 0.00054, plástico.

Para las pérdidas de carga por accesorios se calculara con la ecuación:

$$L_e = \left(A * \left(\frac{d}{25.4}\right) \pm B\right) * \left(\frac{120}{C}\right)^{1.8519}$$

Donde
Le = longitud equivalente, en metros.

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio, según Tabla # 7 (ver anexos).
d = diámetro interno, en milímetros.
C = coeficiente según material de tubería plástico= 150.

VELOCIDADES DE DISEÑO

Para el cálculo de diámetros de las tuberías, es factor primordial la velocidad del flujo, y los valores recomendados para no tener ruido ni demasiadas pérdidas, además de evitar daños en los accesorios como válvulas. Se recomienda una velocidad mínima de 0.60 m/s, para diámetros menores a 3" la velocidad máxima es de 2 m/s y para diámetros igual o mayores a 3" la velocidad no debe exceder de 2.5 m/s.

CISTERNA

Para el diseño del volumen mínimo del depósito de almacenamiento se toma en cuenta las dotaciones según la tabla # 4 (anexo) que tiene un volumen cien por ciento (100%) del consumo diario para la cisterna y cuarenta por ciento (40%) para el tanque elevado, los depósitos están asilados de los agentes contaminantes. En la cisterna cuenta con paredes impermeables además cuenta con un sistema de control de reboses 0.10 m entre la tapa del depósito (de 0.6 x 0.6m) y la clave del conducto, no se excede en el dimensionamiento de la Cisterna para no permitir que el agua permanezca almacenada por demasiado tiempo. El abastecimiento será indirecto de la red pública a la cisterna para luego con la ayuda de una bomba se impulsará el agua al tanque elevado.

"En las instalaciones donde se detecte una presión insuficiente para garantizar el correcto funcionamiento de todos los elementos que componen, así como en aquellas donde la presión disponible no cumpla con los requisitos mínimos requeridos por el actual código técnico de la edificación u otras de aplicación específica, se preverá la instalación de una bomba y/o grupo de presión"[7].

SISTEMA INDIRECTO TANQUE ELEVADO

La distribución del agua se efectúa mediante un tanque elevado, ubicado en la terraza del edificio, con una altura de 11 metros que permita la presión de agua establecida según las normas sobre el punto crítico que es la ducha de la segunda planta alta.
El suministro de agua será por gravedad, ya que desde el tanque elevado se hace descender una tubería vertical de la cual surgirá, para cada piso, una ramificación a los departamentos del mismo.
Para este sistema es necesario realizar un estudio de las presiones de cada piso, con el fin de que estas no sobrepasen los valores adecuados. El diseño de dichas redes de distribución se ha realizado calculando las pérdidas por fricción en tuberías y pérdidas por accesorios.

SISTEMA DIRECTO HIDRONEUMÁTICO

En este sistema la distribución del agua es directa a cada punto de consumo por medio de un, equipo hidroneumático, conformado por una bomba y un tanque de presión con capacidad de 20 m por arriba de la presión o de la del encendido.
El diseño de dichas redes de distribución se realiza calculando las pérdidas por fricción en tuberías y pérdidas por accesorios en este caso no vamos a trabajar con este método debido a los cortes constantes de energía por el sector de la edificación.

MÉTODOS DE CÁLCULO CAUDALES MÁXIMOS

Se ha desarrollado metodologías para determinar los caudales o gastos de diseño para las diferentes partes de un sistema de distribución de agua.

- **MÉTODOS EMPÍRICOS**

Se base en la experiencia, considerados mejores para el cálculo.

Método Británico Se basa en el criterio de especialistas en el diseño de sistemas hidráulicos, tablas de "Probables Demandas Simultáneas" cargas potenciales.

Método de Dawson y Bowman "mediante la elaboración de una tabla del número total de muebles sanitarios en varias clases de vivienda y clase de muebles sanitarios que podrían estar en uso"[8].

- **MÉTODOS SEMIEMPÍRICOS**

Se basan en la experiencia, tienen cierto sustento teórico creando formulas.

Método Alemán de la Raíz Cuadrada Este método toma como unidad de gasto, la descarga de una llave de 3/8" (0.25 l.p.s) bajo ciertas condiciones, y asigna un "factor de carga" unitario a dicho gasto.

Método Racional o Español Al igual que en el caso anterior se establecen los caudales de los aparatos instalados, se suman y se afectan los resultados por el coeficiente de simultaneidad K1.

- **METODOS PROBABILISTICOS**

Método de Hunter "Para el dimensionamiento de las tuberías se tiene en cuenta que todos los aparatos instalados no funcionan simultáneamente; por esta razón se deben distinguir varios tipos de caudal"[9].

Método de Hunter Modificado Este método se deriva del anterior; y la obtención de las unidades de consumo se realiza de forma idéntica; la modificación se da en la lectura del caudal máximo probable.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

INSTALACIONES PARA DESAGÜE DE AGUAS SERVIDAS.

Generalidades.

El sistema de instalaciones para desagües de aguas servidas comprenden todas las tuberías y accesorios de los ramales horizontales secundarios de recolección de los artefactos sanitarios, sus conexiones con las tuberías de las columnas o bajantes de evacuación vertical y la prolongación hasta conectar a un sistema de ramales horizontales localizados en el cielo raso del subsuelo para luego conducir a estas aguas a un recolector principal y su posterior descarga a la red de alcantarillado público.

Normas y criterios para diseño.

Tener un conocimiento total del proyecto arquitectónico. Se utilizará sistema separado es decir para la recolección de aguas servidas se lo hará mediante el sistema de alcantarillado sanitario y para la recolección exclusiva de aguas lluvias se lo hará mediante el sistema pluvial. Se utilizará sistema de ventilación para evitar el aparecimiento de malos olores tanto en baños, en cocinas como también para evitar el fenómeno de sifonamiento.

"Por la forma en cómo trabajan las tuberías de drenaje en las instalaciones sanitarias y las descargas de los muebles sanitarios que son rápidas, dan origen a un fenómeno que en hidráulica se conoce como el golpe de ariete que provocan cambios de presión en las tuberías (presiones o depresiones), que pueden anular en ocasiones el efecto de los obturadores, los sellos hidráulicos y las trampas, con lo que cierre hermético se pierde y entonces los gases y malos olores que se producen al descomponerse las materias orgánicas acarreadas en las aguas negras penetran a las habitaciones de la edificación"[10].

El diseño del sistema de alcantarillado se trabajara con PVC (cloruro de polivinilo) para todas las instalaciones, todas las instalaciones horizontales tendrán pendientes de 2% en ramal principal y 3% en el secundario con la ayuda de la tabla # 2 (anexos) se obtendrá las unidades de descarga para su posterior cálculo del diámetro de bajantes.

MÉTODO DE HUNTER MODIFICADO

Este método considera la instalación sanitaria define como eventos puramente al azar, y a partir de esto se determina la máxima frecuencia que demandan ciertos caudales por el uso de aparatos sanitarios en una construcción de tipo residencial basado en registros reales basados en domicilios de tipo residencial en su máxima demanda.

Caudal máximo probable.

El caudal máximo probable utilizando el método de Hunter Modificado se determina en función de las unidades de consumo comprendidas entre 3 y 240, se han determinado expresiones matemáticas utilizando regresiones, para aparatos comunes es la siguiente:

$$\mathrm{Q} = 0.1163(\mathrm{UC})^{0.6875}$$

INSTALACIONES PARA DESAGÜE DE AGUAS LLUVIAS.

Las instalaciones de aguas lluvias tiene por objetivo principal la evacuación de las aguas lluvias del terraza, patio a través de un canales y bajantes, con el fin de evitar inundaciones y otros inconvenientes que sin duda alguna causan malestares a los habitantes del edificio.

El caudal de diseño del escurrimiento de la terraza podrá ser determinado mediante la ecuación:

$$\mathrm{Q} = \mathrm{C} * \mathrm{I} * \mathrm{A}$$

Dónde:

Q = caudal (m^3/s).

C = coeficiente de escorrentía (adimensional) = 1.

I = intensidad de lluvia para una duración de lluvias 0.028 (l/seg/m^2)
A = área de drenaje (m^2).

El diámetro viene expresado por la expresión:

$$Q = \frac{0.3116}{n}\, d^{8/3} d^{5/3}$$

$$d = \left(\frac{Qn}{0.3116\, r^{5/3}}\right)^{3/8}$$

$$Q\left(\frac{m^3}{s}\right);\ d(m);\ r = 1/3$$

Dónde:
n = coeficiente de rugosidad de la tubería PVC = 0.011.
El resultado obtenido nos dará un diámetro calculado e cual se le seleccionara un diámetro superior que se comercial.

DESARROLLO

En el sitio donde está ubicado el edificio no se dispone de la presión suficiente para tener un abastecimiento directo, en este caso se va diseñar para un conjunto habitacional de 20 personas, para lo cual el trazado de la tubería esta ubicado en lugares de menor tránsito posible, el cual nos permitirá dar mantenimiento en el futuro. Una vez trazado la distribución en planta elaboramos un plano en vista isométrica que nos permite apreciar de mejor manera distancias y los puntos donde se encuentran los nudos o aparatos sanitarios.

El volumen de almacenamiento de 4.06 m^3 se obtuvo mediante el consumo diario del número de habitantes, así como por el área de patio y jardinería dentro del edificio, para la dimensión de la cisterna se optó el 100% del consumo diario debido a que la acometida no cumple con la norma que indica que el diámetro debe ser mayor a 1/2“, con el volumen del consumo diario destinamos un 40 % al tanque elevado que es 1,6 m^3 y adoptando el tiempo de llenado obtenemos el caudal de bombeo , para lo cual calculamos el diámetro de tubería tanto en succión 1 ½” como impulsión 1” y con estos diámetros obtenemos la velocidad de 0.73 y 1.31 m/seg^2 .

SELECCIÓN DE LA BOMBA

Mediante la fórmula de Hazen-Williams se encontró la ecuación para formar la curva del sistema y en función del caudal encontrando el valor de pérdidas por fricción en las tuberías de succión e impulsión y perdidas locales en los accesorios así como el valor de la carga por velocidad en la impulsión, a esta ecuación se agrega las alturas de succión como de impulsión, y de esta manera se grafica curva del sistema dando valores al caudal que proviene de las bombas comerciales en este caso se escogió la marca pedrollo seleccionando una bomba de 0.7 HP que tiene un punto de operación de 0.66 lt/seg a una altura de 17 m.

RED DE DISTRIBUCION

Para la red de distribución nos ayudamos en el plano en vista isométrica tomando en cuenta el caudal máximo del número de aparatos sanitarios, distancia de tubería y accesorio entre un punto inicial y un final, con la cantidad de aparatos sanitarios dentro del tramo encontramos el valor del coeficiente de simultaneidad.

El caudal máximo probable será el producto del coeficiente de simultaneidad y el caudal máximo posible, con la ecuación de la conservación de la masa nos permitirá encontrar el diámetro el cual tendremos que adoptar el comercial verificando que la velocidad no disminuya de 0,6 m/seg^2 ni aumente 2.5 m/seg^2.

Para obtener pérdidas se utilizara la ecuación de la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN para las perdidas por fricción se ocupara la longitud de la tubería y para las perdidas por accesorio se ocupara la longitud equivalente que es calculada mediante factores de acuerdo al accesorio, con esto obtenemos la suma de pérdidas por cada tramo.

Para verificar el diseño de la red se escoge el punto crítico y se forma la ecuación de la energía y reduciendo las pérdidas que existen desde la salida del tanque

hasta el punto crítico, y de acuerdo al aparato sanitario se dará el valor en metros de columna de agua.

RED DE EVACUACION DE AGUAS SERVIDAS

La red se construye por el método de Hunter Modificado que mediante tramos en el cual se suman de acuerdo a la cantidad de aparatos sanitarios para obtener el caudal máximo probable, la pendiente está establecida en 2% para el ramal principal y el 3% del ramal secundario. El diámetro del tubo se establece mediante la ecuación de la conservación de la masa redondeando al diámetro comercial, con la fórmula de Maning se encontrara la velocidad con la cual se obtiene el área hidráulica para luego obtener el caudal que va a circular dentro del tubo lleno.

Para obtener los valores del tubo parcialmente lleno se relaciona el caudal máximo probable sobre el caudal de tubo lleno, con este valor encontrado se revisa la tabla # 1 (anexos) de relaciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas en función de q/Q encontramos la altura de lámina de agua que debe ser menor a 75 % de la del diámetro de la tubería.

Para los cálculos del diámetro de bajante se toma la sumatoria de las unidades de descarga por el número de piso, se obtiene el caudal y con este valor se calcula el diámetro de la bajante para luego adoptar el diámetro comercial tomando en cuenta que debe ser superior al del ramal.

AGUAS LLUVIAS

La finalidad de una red de evacuación es la de conducir hacia el exterior del edificio las aguas blancas o pluviales que son las procedentes de lluvia y que se recoge en la terraza por medio de dos bajantes, para el cálculo de los diámetros de las bajantes se establece el coeficiente de escorrentía que es uno, la intensidad de lluvia y el coeficiente de rugosidad en la tubería.

CIERRE

Para facilitar el cálculo de distribución y evacuación se ha realizado de forma manual y con ayuda de hojas de cálculo, el Diseño de Instalaciones Sanitarias en el edificio. La contabilización de una cantidad de parámetros como serían las longitudes equivalentes de cada uno de los accesorios necesarios en cada ramal de tubería, o la totalización de las unidades de gasto o unidades mueble de las Piezas sanitarias para su posterior conversión a gasto probable según normas y citas bibliográficas para cada tramo, entre otros parámetros, obteniendo como resultado los siguientes datos.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Volumen diario 4.06 m^3 que abastecen a 20 habitantes, 1.94 m^2 de jardín y 27.9 m2 de patio.

Volumen de la cisterna 2.4 m^3.

Volumen de tanque elevado 2.71 m^3.

Caudal de bombeo 0.60 lt/seg en un tiempo de 45 minutos con una bomba de 0.70 HP de potencia.

El diámetro de la succión es de 0.032 m (1 ½") con una velocidad de 0.73 m/seg. Desde una profundidad de 2 m.

El diámetro de la impulsión es de 0.024 m (1") con una velocidad de 1.31 m/seg que llevara el agua hasta el tanque elevado ubicado a una altura de 12 m. que es la entrada del tanque elevado.

RED DE DISTRIBUCION

- **Planta baja**

El diametro del ramal, desde el codo de la bajante se empieza con 0.0242 m (1") hasta la tee de los puntos 38-32 con una velocidad entre 0.60 y 1.05 m/seg, para continuar con el diametro de 0.01876 m (3/4") que se utilizara para abastecer a los puntos para terminar con el diametro de 0.01379 m (1/2") que se utiliza para la llegada al aparato sanitario con una velocidad promedio de 0.67 m/seg.

- **Primera planta alta**

El diametro del ramal, empieza desde la tee de la bajante se empieza con 0.0242 m (1") hasta la tee de los puntos 18-24 con una velocidad entre 0.66 y 1.19 m/seg, para continuar con el diametro de 0.01876 m (3/4") que se utilizara para abastecer a los puntos para terminar con el diametro de 0.01379 m (1/2") que se utiliza para la llegada al aparato sanitario con una velocidad promedio de 0.67 m/seg.

- **Segunda planta alta**

El diametro del ramal, empieza desde la salida de tanque elevado con un diametro de 0.03235 m (1 ¼") con una velocidad de 1.31m/seg, luego se divide mediante una tee que avastece a la planta baja y primera planta alta con diametro de 0.0242 m (1"), y por la derivacion de la tee avastece el ramal de la segunta planta para continuar con un diametro de 0.0242 m (1"), hasta la tee de los puntos 3-9 con una velocidad entre 0.66 y 1.31 m/seg, para continuar con el diametro de 0.01876 m (3/4") que se utilizara para abastecer a los puntos para terminar con el diametro de 0.01379 m (1/2") que se utiliza para la llegada al aparato sanitario con una velocidad promedio de 0.67 m/seg.

PUNTO CRITICO

el aparato mas critico esta hubicado en la segunda planta alta (ducha) a una altura de 8 m, la sumatoria de las perdidas de energia que sufre el fluido desde la salida del tanque elevado es de 1.49 y la salida del tanque elevado se localiza a 11 m de altura, teniendo como resultado una presion de 1.51 m.c.a.

RED DE EVACUACION DE AGUAS SERVIDAS

Para la evacuacion de la descarga de los apartos sanitario se diseño diametros de 50 mm para sifon la ducha, regilla del patio, lavamanos, lavanderia.

El diametro de 75 mm se diseño para los inodoros y para la bajante # 3 con 4 unidades de descarga.

El diametro de de 110 mm se utilizo para ramales principales y para las bajantes, la bajante # 2 con 24 unidades de descarga total y la bajante # 3 con 16 unidades de descarga.

AGUAS LLUVIAS

Se calcula el diametro para dos bajantes que van evacuar aguas lluvias por separado de las aguas servidas teniendo como resultado dos bajantes de 75 mm con una área de 80.38 m^2 cada una por receptar.

ANEXOS

PLANOS

Comprenden los planos en planta, isometrías y detalles correspondientes a las tuberías de agua blanca, aguas servidas o residuales, de aguas de lluvias, equipos de bombeo. En el desarrollo de estos planos se requiere especial atención a las Normas Sanitarias Vigentes NORMA ECUATORIA DE LA CONSTRUCCION NEC-11 CAPITULO 16, comprendido en conjunto de tuberías, equipos y accesorios que se encuentran dentro del límite de propiedad de la edificación y que son destinados a suministrar agua libre de contaminación y a eliminar el agua servida.
(Ver Anexos).

Bibliografía

1. PANCORBO FLORISTAN FJ, SORIANO RULL A. Suministro distribución y evacuacion interior de agua sanitaria ESPAÑA: MARCOMBO, S.A. ; 2012.

2. RODRIGUEZ DIAZ H. Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones Bogota: Escuela Colombia de Ingenieria; 2014.

3. COMITE EJECUTIVO DE LA NEC. Norma hidrosanitaria NHE agua Quito; 2011.

4. JIMENEZ LOPEZ L. Instalaciones Hidrosanitarias Barcelona: CEAC S.A.; 2003.

5. VILLETA MOLINEAUX J. Diseño de proyectos de ingeniería REPUBLICA DOMINICANA: BUHO; 2000.

6. SORIANO RULL A. Instalaciones de fontanería domésticas y comerciales Barcelona: UOC; 2008.

7. GARCIA SOSA J. Instalaciones Hidraulicas y Sanitarias en edificios mexico; 2001.

8. ENRIQUEZ H. Instalaciones electrometricas en casas y edificios, hiraulicas, sanitarias, aire acondicionado mexico: LIMUSA; 2004.

9. ARIZMENDI BARNES L. calculo y normativa basica de las instalaciones en edificios: instalaciones hidraulicas, de ventilacion. septima ed. Navarra: EUNSA; 2005.

10. ENRIQUEZ H. Manual de Instalaciones electromecánicas en casas y edificios hidraulicas,sanitarias, aire acondicionado, gas eléctricas y alumbrado. Mexico: LIMUSA S.A; 2003.

11. UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA. Guia de elaboracion de trabajos de titulacion Machala; 2015.

TABLAS

TABLA 1 TABLA DE RELACIONES HIDRAHULICAS PARA TUBERIAS PARCIALMENTE LLENASEN FUNCION DE q/Q PARA n/N VARIABLE CON LA ALTURA DE LAMINA

q/Q	v/V	d/D	t/T	q/Q	v/V	d/D	t/T
0.00	0.000	0.000	0.000	0.30	0.739	0.426	0.879
0.01	0.290	0.076	0.195	0.31	0.747	0.433	0.905
0.02	0.344	0.108	0.273	0.32	0.754	0.440	0.918
0.03	0.386	0.131	0.328	0.33	0.761	0.448	0.929
0.04	0.419	0.152	0.375	0.34	0.768	0.455	0.939
0.05	0.445	0.169	0.415	0.35	0.775	0.462	0.949
0.06	0.468	0.186	0.452	0.36	0.782	0.469	0.959
0.07	0.488	0.201	0.485	0.37	0.788	0.476	0.968
0.08	0.506	0.215	0.515	0.38	0.795	0.483	0.978
0.09	0.523	0.228	0.542	0.39	0.801	0.490	0.987
0.10	0.539	0.241	0.568	0.40	0.807	0.497	0.996
0.11	0.553	0.253	0.592	0.41	0.813	0.503	1.004
0.12	0.567	0.265	0.615	0.42	0.819	0.510	1.013
0.13	0.579	0.276	0.637	0.43	0.825	0.517	1.021
0.14	0.591	0.287	0.658	0.44	0.830	0.523	1.029
0.15	0.602	0.297	0.678	0.45	0.836	0.530	1.037
0.16	0.614	0.307	0.697	0.46	0.841	0.537	1.045
0.17	0.625	0.317	0.715	0.47	0.847	0.543	1.052
0.18	0.636	0.326	0.732	0.48	0.852	0.550	1.059
0.19	0.646	0.335	0.748	0.49	0.857	0.556	1.067
0.20	0.656	0.344	0.764	0.50	0.862	0.563	1.074
0.21	0.665	0.353	0.779	0.51	0.857	0.569	1.080
0.22	0.674	0.362	0.794	0.52	0.872	0.576	1.087
0.23	0.683	0.370	0.809	0.53	0.877	0.582	1.083
0.24	0.692	0.379	0.822	0.54	0.882	0.589	1.100
0.25	0.700	0.387	0.836	0.55	0.887	0.595	1.106
0.26	0.708	0.395	0.849	0.56	0.891	0.602	1.112
0.27	0.716	0.403	0.862	0.57	0.896	0.608	1.118
0.28	0.724	0.411	0.874	0.58	0.900	0.614	1.124
0.29	0.732	0.418	0.885	0.59	0.904	0.621	1.129

INGENIERIA AMBIENTAL: SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACION DE AGUAS JORGE BAEZ NOGUERA 2008

TABLA 2 UNIDADES DE DESCARGA DE LOS APARATOS SANITARIOS

APARATO	DIA (PUL) DESS	UNIDADES DE DESCARGA
BAÑERA O TINA	2	2-3
BIDET	2	1
DUCHA PRIVADA	2	2
LAVADERO	2	2
INODORO (TANQUE)	3-4	3
INODORO (FLUXOMETRO)	4	8
LAVAPLATOS	2	1
LAVAPLATOS CON TRITURADOR	2	3
FUENTE DE AGUA	1	1-2
LAVAMANOS	2	1-2
URINARIO TANQUE	2	2
URINARIO FLUXOMETRO	3	8
URINARIO PARED	2	2

DISEÑOS HIDRAULICOS, SANITARIOS Y DE GAS EN EDIFICACIONES, Héctor A. Rodríguez Díaz. 2014

TABLA 3 COEFICIENTE K DE PERDIDAS MENORES

ACCESORIO	DIAMETRO (pul)								
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Codo 90	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.53	0.5
Codo 45	0.43	0.40	0.37	0.35	0.34	0.30	0.29	0.28	0.2
Válvula de compuerta	0.22	0.20	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.1
Válvula de globo	9.20	8.50	7.80	7.50	7.10	6.50	6.10	6.00	5.8
Válvula de mariposa	1.35	1.22	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81	0.79	0.7
Válvula de bola	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.0
Válvula check o de retención	1.50	1.40	1.30	1.20	1.20	1.10	1.00	1.00	0.9
Válvula de pie (vertical)	11.30	10.50	9.70	9.30	8.80	7.60	7.60	7.10	7.1
Tee normal	0.54	0.50	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.37	0.3
Tee con derivación	1.62	1.50	1.38	1.32	1.26	1.14	1.10	1.08	1.0
Entrada a un tanque	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.0
Salida de un tanque	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.7
Unión	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.3

CÁLCULO Y NORMATIVA BASICA DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS Arizmendi Barnes. 2001.

TABLA 4 DEMANDAS DE CAUDALES, PRESIONES Y DIÁMETROS EN APARATOS DE CONSUMO

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendad (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó	1.00	15.0	10.0	25

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION 2011

TABLA 5 DOTACIONES PARA EDIFICACIONES DE USO ESPECÍFICO

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m^2 área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Jardines y ornamentación con	L/m^2/día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m^2 área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m^2 área útil /día	20 a 40
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION 2011

TABLA 6 DIAMETRO MINIMO DEL MONTANTE

Altura del edificio	Diámetro del montante en mm		
	Q < 0.9 L/s	0.9 L/s < Q < 1.75 L/s	1.75 L/s < Q < 2.5 L/s
Menor a 15 m	25	32	40
Mayor a 15 m	32	40	50

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION 2011

TABLA 7 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40
Válvula de retención	3.20	+ 0.03

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION 2011

URKU ND

Urkund AnalysisResult

AnalysedDocument: TrabajoprácticoEdisonNagua.docx(D16363770)
Submitted: 2015-11-24 16:51:00
SubmittedBy: faguirre@utmachala.edu.ec
Significance: 6 %

Sourcesincluded in thereport:

SISTEMADEABASTECYDISTRIBAGUAPOTABLE.DIANAFRANCO.docx(D16327665) TESIS.docx(D10601266)
https://vagosdeunisucre.files.wordpress.com/2013/12/estudio-y-disec3b1o-de-instalaciones- sanitarias-domiciliarias.pdf
https://adnervillarroel.files.wordpress.com/2013/05/cc3a1lculo-de-pc3a9rdidas-de-carga-en- tuberc3adas-2.docx

Instanceswhere selectedsources appear:

9

Revisado por:

Ing. Fredy Aguirre Morales Mg. Sc.
DOCENTE UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERÍA CIVIL