



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

**DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DANAHONET PARA DISPOSITIVOS
MÓVILES, ENFOCADO EN LA REVISIÓN DE DISEÑOS PARA REDES
DOMICILIARIAS.**

PRESENTADO POR:

SINDY LILIANA LEÓN AGUDELO

CÓDIGO. 505974

ILBERT FERNEY ALARCÓN BOTHIA

CÓDIGO. 505973

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

**DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DANAHONET PARA DISPOSITIVOS
MÓVILES, ENFOCADO EN LA REVISIÓN DE DISEÑOS PARA REDES
DOMICILIARIAS.**

PRESENTADO POR:

SINDY LILIANA LEÓN AGUDELO

CÓDIGO. 505974

ILBERT FERNEY ALARCÓN BOTHIA

CÓDIGO. 505973

DIRECTOR:

ING. JUAN SEBASTIÁN DE PLAZA SOLÓRZANO

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

2019



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

FIRMA DEL JURADO

DEDICATORIA

Este trabajo de grado lo dedicamos principalmente a Dios, quien ha sido siempre nuestra guía, apoyo, luz y nos ha dado la fuerza para permitirnos llegar a este día.

Dedicamos este trabajo a nuestras familias que, de una u otra manera, nos han dado su apoyo, alentándonos para seguir adelante; a nosotros que nos hemos apoyado incondicionalmente y motivado para alcanzar cada uno de los objetivos propuestos, e infinitas gracias por este proceso de 5 años de mucho aprendizaje personal y profesional, que hoy tiene su recompensa.

Sindy Liliana León Agudelo.

Ilbert Ferney Alarcón Bothia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto de grado expresan su agradecimiento a:

Diego León, por su asesoría y creer en nosotros desde el principio, que este proyecto se podía realizar.

Ing. Sebastián de Plaza por su asesoría durante este tiempo en el que se llevó a cabo el desarrollo del proyecto.

A cada uno de los Instructores que tuvimos en la universidad, que nos aconsejaron, le mostraron su aprecio y apoyo, que sigan enseñando con gran vocación y guiando a muchos más profesionales.

A cada una de las personas que estuvieron pendiente durante el proceso del desarrollo del proyecto, amigos, compañeros de trabajo y nuestros jefes; por su consejo y el tiempo que nos permitieron para que esto fuera posible.

CONTENIDO

Pág.

| | |
|---|----|
| LISTA DE ANEXOS | 11 |
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| OBJETIVOS..... | 13 |
| 1. DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS..... | 14 |
| 1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LAS INSTALACIONES PARA AGUA POTABLE 14 | |
| 1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LAS INSTALACIONES PARA AGUAS RESIDUALES | 16 |
| 2. METODOLOGÍAS DE CÁLCULOS DE LAS REDES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE, DESAGÜES, DE GAS Y RED CONTRA INCENDIO | 18 |
| 2.1 METODOLOGÍAS DE PROBABILIDAD EN LA QUE SE BASAN LOS APARATOS SANITARIOS..... | 18 |
| 2.2.1 Fundamentación teórica de Hunter | 18 |
| 2.2.2 Coeficiente de simultaneidad según el número de salidas k1..... | 19 |
| 2.2.1 Darcy Weisbach..... | 20 |
| 2.2.2 Método de las Longitudes Equivalentes..... | 20 |
| 2.2.3 Colebrook - White. | 21 |
| 2.3 METODOLOGÍAS PARA INSTALACIONES DE AGUAS RESIDUALES... | 22 |
| 2.3.1 Robert Manning..... | 22 |
| 2.3.2 Fuerza Tractiva. | 23 |
| 2.3.3 Relaciones hidráulicas. | 24 |
| 2.4.1 Método de cálculo de la pérdida de carga para instalaciones de Gas | 27 |
| 3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DANAHONET | 34 |
| 3.1 RUTINA DE CALCULO PARA LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE | 45 |
| 3.2 RUTINA DE CALCULO PARA LA RED DE DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES | 52 |
| 3.3 RUTINA DE CALCULO PARA LA RED DE SUMINISTRO DE GAS RESIDENCIAL | 59 |
| 4. VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN | 63 |
| 4.1 CÁLCULOS MANUALES DE LA CASA LA CALERA | 63 |
| 4.1.1 Cálculo de la Red de Suministro de Agua Potable..... | 63 |
| 4.1.2 Cálculo de la Red de Desagües..... | 64 |
| 4.1.3 Cálculo de la red de Gas de baja presión | 64 |
| 4.2 CÁLCULOS REALIZADOS CON LA APLICACIÓN DANAHONET | 65 |
| 4.2.1 Cálculo de la Red de Suministro de Agua Potable..... | 65 |
| 4.2.2 Cálculo de la Red de Desagües..... | 65 |
| 4.2.3 Cálculo de la red de Gas de baja presión | 65 |
| 4.3 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS METODOLOGÍA CONVENCIONAL, RESPECTO A LA APLICACIÓN DANAHONET..... | 67 |
| 4.3.1 Cálculo de la Red de Suministro de Agua Potable..... | 67 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.2 | Cálculo de la Red de Desagües..... | 68 |
| 4.3.3 | Cálculo de la red de Gas de baja presión | 71 |
| 4.3.4 | Cálculo de rociadores que requiere la Red Contra Incendio..... | 72 |
| 4.3.5 | Análisis de interferencias de trazados de red..... | 75 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 77 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 79 |

LISTA DE FIGURAS

Pág.

| | |
|--|----|
| Figura 1. Hechos Históricos de la Red de Tubería de Agua Potable..... | 14 |
| Figura 2. Hechos Históricos de Alcantarillado..... | 16 |
| Figura 3. Rociador automático..... | 30 |
| Figura 4. Atributos de Danahonet..... | 36 |
| Figura 5. Interfaz de inicio de Danahonet..... | 37 |
| Figura 6. Interfaz de Trabajo de Danahonet..... | 38 |
| Figura 7. Botones de Agregar y de selección de la tubería..... | 40 |
| Figura 8. Botón bajante sanitaria..... | 40 |
| Figura 9. Color de cada una de las tuberías..... | 42 |
| Figura 10. Botón deshacer..... | 43 |
| Figura 11. Revisión de interferencias en el trazado de las tuberías..... | 44 |
| Figura 12. Precaución de guardado del proyecto..... | 45 |
| Figura 13. Creación del Proyecto..... | 46 |
| Figura 14. Trazado Ruta Critica..... | 47 |
| Figura 15. Ingreso de variables para el cálculo de la red..... | 48 |
| Figura 16. Datos resumen de los cálculos de la red de agua potable..... | 52 |
| Figura 17. Archivo pdf, generado por la aplicación..... | 52 |
| Figura 18. Datos de entrada para el cálculo de la Bajante..... | 53 |
| Figura 19. Ejemplo de selección terminar tramo..... | 55 |
| Figura 20. Generación de los resultados en pdf..... | 55 |
| Figura 21. Datos de entrada del colector Sanitario..... | 56 |
| Figura 22. Presentación de los resultados del colector sanitario..... | 59 |
| Figura 23. Datos de Entrada de la red de suministro a gas..... | 60 |
| Figura 24. Presentación de los resultados de la Red de Suministro de Gas..... | 62 |
| Figura 25. Resultados Suministro de Red de Agua Potable (Metodología Danahonet)..... | 68 |
| Figura 26. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Colectores) (Metodología Danahonet)..... | 69 |
| Figura 27. Resultados Red Instalaciones sanitarias Segunda Caja (Colectores) (Metodología Danahonet..... | 70 |
| Figura 28. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Bajantes) (Metodología Danahonet)..... | 71 |
| Figura 29. Resultados de la Red de suministro de Gas (Metodología Danahonet)..... | 72 |
| Figura 30. Datos de Entrada..... | 73 |
| Figura 31. Resultados RCI..... | 73 |
| Figura 32. Datos de Entrada RCI Ejemplo..... | 74 |
| Figura 33. Resultados RCI Ejemplo..... | 74 |
| Figura 34. Interferencia de Redes..... | 75 |
| Figura 35. Función Interferencia de redes..... | 76 |

LISTADO DE TABLAS

Pág.

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Unidades de Descarga..... | 18 |
| Tabla 2. Coeficiente de Simultaneidad. | 19 |
| Tabla 3. Relaciones hidráulicas. | 25 |
| Tabla 4. NSR - 10 Grupos y Subgrupos de ocupación | 29 |
| Tabla 5. Tabla de Riesgos según área de cobertura. | 31 |
| Tabla 6. Tabulación de tuberías para riesgo ligero. | 31 |
| Tabla 7. Tabla de Riego y área máxima de protección..... | 32 |
| Tabla 8. Resultados Suministro de Red de Agua Potable (Metodología Convencional)..... | 67 |
| Tabla 9. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Colectores) (Metodología Convencional)..... | 69 |
| Tabla 10. Resultados Red Instalaciones sanitarias Segunda caja (Colectores) (Metodología Convencional)..... | 69 |
| Tabla 11. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Bajantes) (Metodología Convencional)..... | 70 |
| Tabla 12. Resultados de la Red de suministro de Gas (Metodología Convencional). | 71 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|------|
| Anexo 1. Memorias de Calculo - Regresión Lineal. | 81 |
| Anexo 2. Procedimientos de Programación de las redes | 82 |
| Anexo 3. Registros del Ejemplo Aplicado. | 83 |
| Anexo 3 - 1. Cálculos Convencionales. | 83 |
| Anexo 3.1. 1. Suministro de Agua Potable. | 83 |
| Anexo 3.1. 2. Red de Desagües. | 83 |
| Anexo 3.1. 3. Red de Gas..... | 83 |
| Anexo 3 - 2. Cálculos Danahonet | 83 |
| Anexo 3.2. 1. Suministro de Agua Potable. | 83 |
| Anexo 3.2. 2. Red de Desagües | 83 |
| Anexo 3.2. 3. Red de Gas..... | 83 |
| Anexo 3.2. 4. Red Contra Incendios | 83 |
| Anexo 4. Anteproyecto..... | 84 |

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la humanidad se mueve y se comunica a través de un teléfono celular o dispositivo móvil, se podría decir, que su vida personal y laboral se maneja desde allí; “Los dispositivos móviles constituyen cada vez más, una realidad que se ofrece al usuario en un mismo y reducido aparato, funciones de comunicación y procesamiento de datos que van mucho más allá de las simples llamadas telefónicas o la ejecución de aplicaciones básicas”(Fin et al. 2009).

En ingeniería civil, no se ha desarrollado a fondo el mecanismo de las aplicaciones para dispositivos móviles como una herramienta útil y de primera instancia; es claro que los que han avanzado en el tema es Autodesk, con la facilidad de poder evidenciar, modificar y dibujar un plano a través de un Smartphone o Tablet; lo cual facilita en obra poder tener los planos del proyecto a la mano y hacer cualquier observación al respecto o comprobación de un diseño del proyecto.

En cuanto a otras áreas de la ingeniería y en este caso se enfoca en la línea hidráulica, no hay una aplicación que nos permita diseñar redes, modificarlas o evaluarlas de acuerdo a la normativa vigente.

Así que se propone desarrollar una aplicación para dispositivos móviles, donde el profesional y/o estudiante pueda visualizar desde su Tablet o Smartphone una interfaz que le permita, diseñar o modificar las redes hidráulicas, sanitarias, de gas y Red contra incendio, con tan solo subir los planos arquitectónicos y estructurales de su proyecto y le permita decidir la ubicación de cada punto de las redes mencionadas, presentar las diferentes alternativas, para que el usuario a partir de su formación académica, seleccione el proyecto de mayor ajuste en relación a materiales, recorridos y costos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles, enfocado en la revisión de diseños de las redes hidráulicas, sanitarias, de gas y red contra incendio para edificaciones - DANA HONET.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estructurar la aplicación de acuerdo a las necesidades del diseño, permitiendo al profesional comparar diferentes alternativas.
- Configurar los botones correspondientes para realizar los trazados, análisis y evaluación de las redes domiciliarias.
- Recolectar información de materiales, accesorios, tuberías de todos los diámetros, para alimentar la base de datos de la aplicación.
- Evaluar el diseño generado de acuerdo al funcionamiento domiciliario, seleccionando la mejor alternativa que se ajuste al proyecto, con el fin de elegir los materiales, accesorios y bombas, basados en diámetros comerciales, de acuerdo a la ubicación geográfica del proyecto.

1. DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LAS INSTALACIONES PARA AGUA POTABLE

La ingeniería durante historia ha dado origen al desarrollo de la humanidad. Ya en la antigüedad, esta se manifiesta para dar bienestar a las culturas antiguas., históricamente ha dado origen al desarrollo de la humanidad. Ya en la antigüedad, esta, se manifiesta para dar bienestar a las culturas antiguas, fomentando el desarrollo y la capacidad del hombre al irrumpir en el manejo de su entorno

Hace más de 50 siglos, en la antigua Asia, se expandieron complicados sistemas hidráulicos dando origen al uso calculado del agua. A partir de allí, la hidráulica, hace parte de la generación, desarrollo y expansión de las fuentes hídricas dentro del proceso humano de salubridad.

La expansión de los sistemas, se globalizan, las ciudades adquieren formaciones que dan origen a los alcantarillados, tratamiento y uso racional del agua como parte fundamental en la construcción y desarrollo de estas sociedades. Es por esto que se hace un breve resumen en la Figura 1, resaltando los hechos históricos más relevantes en la evolución del traslado del agua potable.

Figura 1. Hechos Históricos de la Red de Tubería de Agua Potable.

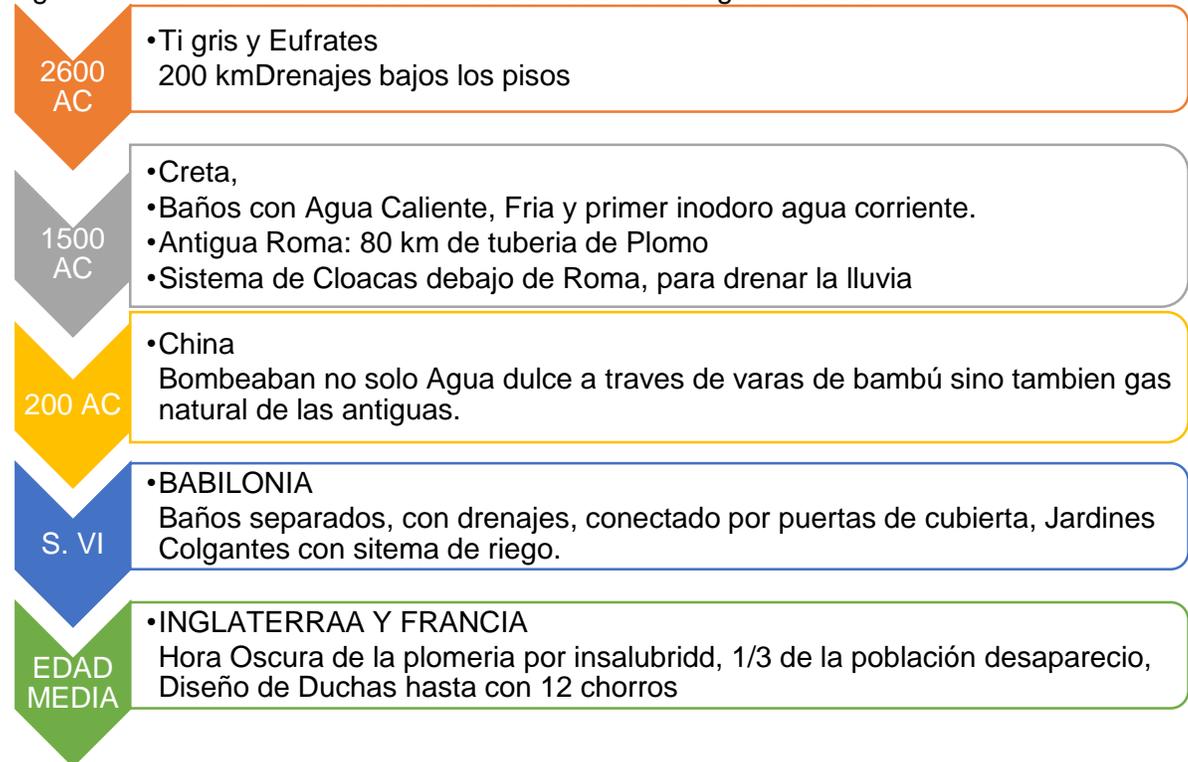


Figura 1. (Continuación)



Fuente: Elaboración propia, con información tomada de (Descalcificador 2017)

1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LAS INSTALACIONES PARA AGUAS RESIDUALES

Para la salubridad, en especial para la expansión consiente de las aglomeraciones humanas, convertidas poco a poco en poblaciones y posteriormente en ciudades, el manejo de los residuos de origen humano, siempre fue un reto, por ello, cuando el ser humano se dio cuenta que el manejo inadecuado de estos desechos dio origen a las pestes, que asolaron principalmente en Europa, empezó a discurrir la manera de aislar aquellas aguas residuales, que daban origen a esas enfermedades.

Por ello, los sistemas de alcantarillado, el manejo sanitario de desechos de distintos orígenes es tratados dentro de la ingeniería, pues, estas guías forman parte de la longevidad del ser humano.

Así que, en la Figura 2, se nombran los hechos más relevantes de la historia, en cuanto la evolución del alcantarillado.

Figura 2. Hechos Históricos de Alcantarillado.

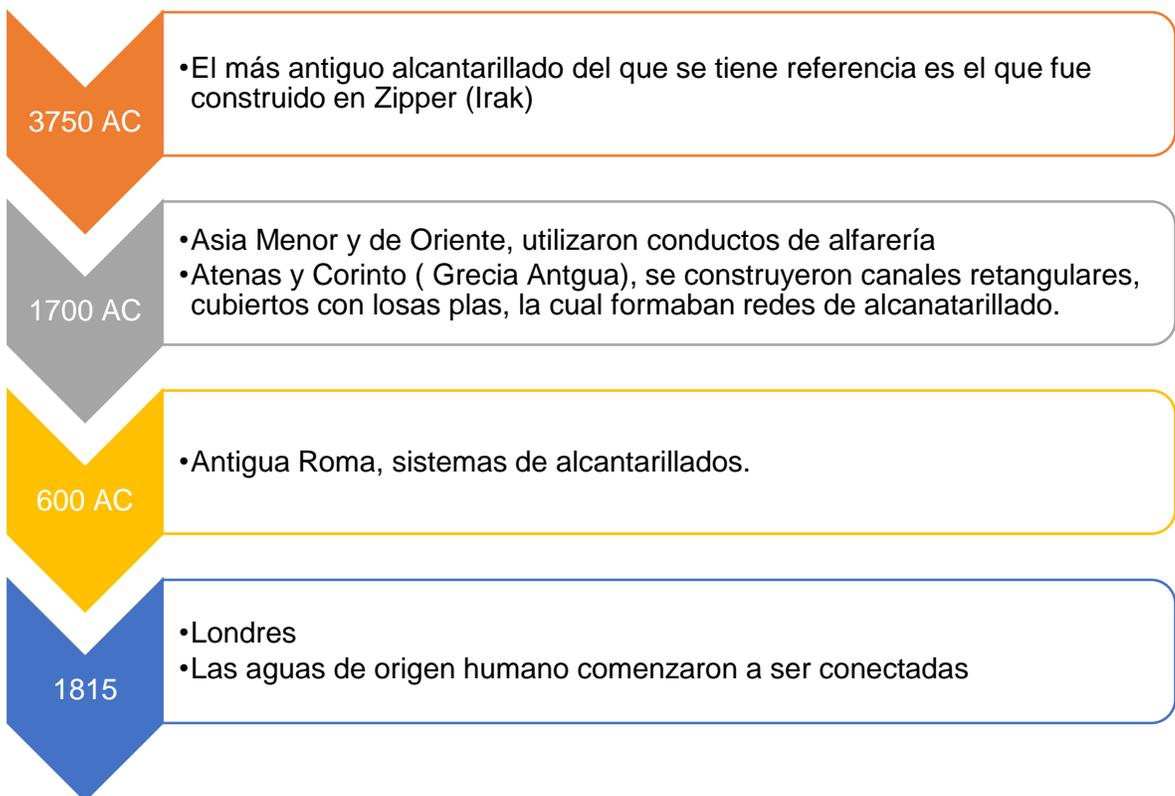
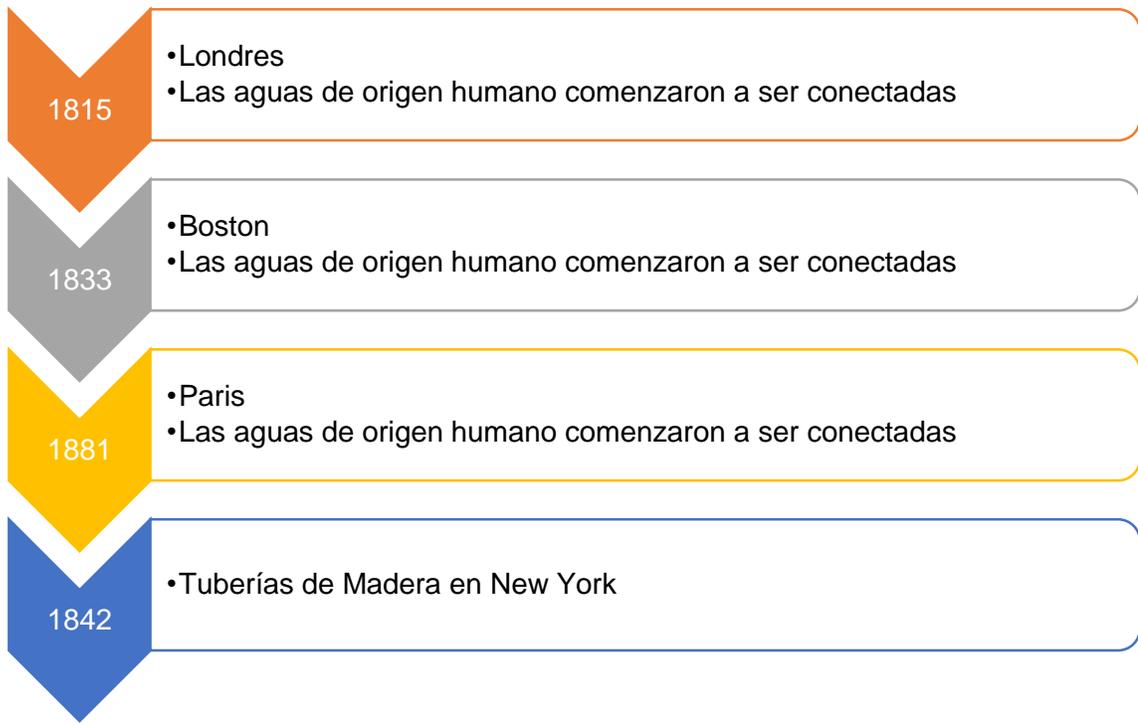


Figura 2. (Continuación).



Fuente: Elaboración propia, con información tomada de (Universidad Nacional de Colombia. 2012).

2. METODOLOGÍAS DE CÁLCULOS DE LAS REDES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE, DESAGÜES, DE GAS Y RED CONTRA INCENDIO

Es necesario entender las diferentes metodologías de cálculo que se utilizaron, para calcular las diferentes redes, ya que estas permitieron generar los cálculos que se ejecutan dentro de la aplicación, a continuación, se presentan las metodologías usadas:

2.1 METODOLOGÍAS DE PROBABILIDAD EN LA QUE SE BASAN LOS APARATOS SANITARIOS

Las metodologías de probabilidad son utilizadas, para comprender con facilidad el funcionamiento de los aparatos sanitarios que se utilizan en las edificaciones, es decir, como el caso de las Unidades de Hunter, el caudal, lo asimilan a esa unidad, para referirse a las descargas del baño.

2.2.1 Fundamentación teórica de Hunter

La probabilidad de contar con el 100% de uso de aparatos conectados a un mismo sistema estén funcionando al mismo tiempo, es escaso, por eso, el método hunter se basa en la contención de un caudal dispuesto para cubrir la necesidad de una edificación, basado en esta premisa, se puede calcular que el método para identificar el consumo puede ser variable obteniendo un caudal eficiente, de acuerdo a los aparatos conectados al sistema (Castro, Garzon y Ortiz 2006).

Para la aplicación, se tuvo en cuenta los datos contemplados en a la Tabla 1, del libro de Instalaciones Hidrosanitarias de gas y aprovechamiento.

Tabla 1. Unidades de Descarga

| APARATO | DIÁMETRO EN PULGADAS | UNIDADES DE DESCARGA |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| Bañera o tina | 1 1/2" - 2" | 2 |
| Ducha Privada | 1 1/2" - 2" | 2 |
| Fregaderos | 1 1/2" | 2 |
| Inodoro | 3" - 4" | 3 |
| Inodoro Fluxómetro | 4" | 6 |
| Lavaplatos | 2" | 2 |

Tabla 1. (Continuación)

| APARATO | DIÁMETRO EN PULGADAS | UNIDADES DE DESCARGA |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Lavadora | 2" | 2 |
| Lavaplatos con triturador | 2" | 2 |
| Lavamanos | 1 1/2" - 2 1/2" | 1 |
| Orinal | 1 1/2" | 2 |
| Orinal Fluxómetro | 3" | 10 |
| Orinal de pared | 2" | 5 |
| Baño completo | 4" | 3 |
| Baño con fluxómetro | 4" | 6 |

Fuente: (Pérez Carmona 2017)

2.2.2 Coeficiente de simultaneidad según el número de salidas k1.

El método considera que algunos de los aparatos conectados en un sistema funcionarán al tiempo.

Una vez establecido el caudal probable en la tubería de suministro, se debe hacer mención al coeficiente de simultaneidad.

Por ello, dependiendo del número de salidas en funcionamiento y del uso de la edificación aparecerá un coeficiente, cuyo valor máximo será de uno (1) y mínimo de 0,20 (Pérez Carmona, 2010).

Tabla 2. Coeficiente de Simultaneidad.

| S | K1 | S | K1 | S | K1 |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1 | 1,00 | 9 | 0,35 | 17 | 0,25 |
| 2 | 1,00 | 10 | 0,33 | 18 | 0,24 |
| 3 | 0,71 | 11 | 0,32 | 19 | 0,24 |
| 4 | 0,58 | 12 | 0,30 | 20 | 0,23 |
| 5 | 0,50 | 13 | 0,29 | 21 | 0,22 |
| 6 | 0,45 | 14 | 0,28 | 22 | 0,22 |

Tabla 2. (Continuación)

| S | K1 | S | K1 | S | K1 |
|---|------|----|------|----|------|
| 7 | 0,40 | 15 | 0,27 | 23 | 0,21 |
| 8 | 0,38 | 16 | 0,26 | 24 | 0,21 |

Fuente: (Rafael Perez Carmona, 2017)

2.2 METODOLOGÍAS PARA INSTALACIONES DE AGUA POTABLE

2.2.1 Darcy Weisbach.

La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación ampliamente usada en hidráulica. Permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería llena. La ecuación fue inicialmente una variante de la ecuación de Prony, desarrollada por el francés Henry Darcy. En 1845 fue refinada por Julius Weisbach, de Sajonia.

Esta fórmula permite la evaluación apropiada del efecto de cada uno de los factores que inciden en la pérdida de energía en una tubería. Es una de las pocas expresiones que agrupan estos factores. La ventaja de ésta fórmula es que puede aplicarse a todos los tipos de flujo hidráulico (laminar, transicional y turbulento), debiendo el coeficiente de fricción tomar los valores adecuados, según corresponda.

La forma general de la ecuación de Darcy-Weisbach es:

Ecuación 1. Darcy Weisbach

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

hf: pérdidas pro fricción
f: factor de fricción de Darcy.
L: Longitud de la tubería.
D: Diámetro de la tubería.
V : Velocidad del fluido.
g: Gravedad.

Fuente: (Chow 1982)

2.2.2 Método de las Longitudes Equivalentes.

Una tubería que comprende diversos accesorios (codos, tees, válvulas, reducciones, etc.) y otras características, bajo el punto de vista de carga, equivale a una tubería rectilínea de mayor longitud. En esta simple idea se basa el método para la consideración de las pérdidas locales, de gran utilidad en la práctica.

Consiste en sumar a la longitud del tubo, para el cálculo, longitudes que correspondan a la misma pérdida de carga que causarían los accesorios existentes en la tubería. A cada accesorio le corresponde una longitud adicional. Teniendo en consideración todos los accesorios y demás causas de pérdidas, se llega a una longitud total.

Se utiliza para tener en cuenta las pérdidas por fricción en accesorios, donde resulta de multiplicar las longitudes equivalentes de los accesorios en metros por el coeficiente de fricción según el material empelado. (Pérez Carmona 2010).

Ecuación 2. Longitud Equivalente

$$L_e = [K_1 \phi \pm K_2] [120 / C]^{1.85}$$

L_e : Longitud equivalente

K : Coeficiente de Simultaneidad

C : Coeficiente de rugosidad del material

Fuente: (Rafael Perez Carmona 2017)

2.2.3 Colebrook - White.

De acuerdo a las experiencias de Nikuradse, se estableció que para flujos turbulentos el factor de fricción depende tanto del diámetro de la tubería como la rugosidad relativa del conducto. Esta última es la relación entre el diámetro D , del conducto y la rugosidad promedio ϵ de la pared del conducto.

Colebrook y White comprobaron los resultados de Nikuradse y presentaron la siguiente fórmula para $Nr > 4000$.

Ecuación 3. Colebrook - White

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

hf: pérdidas por cortante o fricción,
 f: factor de pérdidas por cortante o por fricción,
 g: aceleración de la gravedad,
 D: diámetro del tubo,
 L: longitud del tubo y
 V: velocidad media en el tubo.

Fuente: (Isaías Anaya-Durand et al. 2014)

2.3 METODOLOGÍAS PARA INSTALACIONES DE AGUAS RESIDUALES

2.3.1 Robert Manning.

Ingeniero nacido en Normandía, Irlanda, en 1816. Es reconocido por la creación de la fórmula de Manning. Murió en 1897.

Manning no recibió ninguna educación o entrenamiento formal acerca de la mecánica de fluidos o la ingeniería en general. Su experiencia en contaduría y su pragmatismo influenciaron su trabajo y lo condujeron a reducir problemas a su más simple forma. Comparó y evaluó siete de las mejores y más conocidas fórmulas de la época: Du Buat (1786), Eyelwein (1814), Weisbach (1845), St. Venant (1851), Neville (1860), Darcy – Bazin (1865) y Ganguillet – Kutter (1869).

Calculó la velocidad obtenida de cada fórmula para una pendiente dada y un radio hidráulico variable desde 0.25 m hasta 30 m. Entonces, para cada condición, encontró el valor principal de las siete velocidades y generó una fórmula que se ajustaba mejor a los datos obtenidos.

El 4 de diciembre de 1889, a la edad de 73 años, propuso por primera vez su fórmula al Instituto de Ingenieros Civiles en Irlanda.

Pero no fue sino hasta 1891 que su fórmula vio la luz, en un periódico escrito por él mismo titulado “On the flow of water in open channels and pipes” (algo así como: “Sobre el flujo de agua en canales abiertos y tuberías”), publicado en Transactions (Revista del Instituto de ingenieros Civiles de Irlanda) («Robert Manning y su fórmula para calcular la velocidad del agua | Galed & Asociados Constructora» 2015).

Ecuación 4. Formula de Manning: Velocidad

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

V: Velocidad

n: Coeficiente de Rugosidad

R: Radio hidráulico

S: Pendiente

Fuente: («Robert Manning y su fórmula para calcular la velocidad del agua | Galed & Asociados Constructora» 2015)

2.3.2 Fuerza Tractiva.

“Un criterio para el diseño de alcantarillados es la fuerza tractiva. Aquí se toma en consideración la forma y área mojada del ducto. Su aplicación permite el control de la erosión, sedimentación y presencia de sulfatos.

γ = Peso específico de agua en kg / m³

A = Área mojada = Pm x L en m²

L = Longitud del tramo en m

El peso del tramo L es:

Ecuación 5. El peso del tramo L

$$F = \gamma * A * L$$

Fuente:(Pérez Carmona 2017)

La fuerza tangencial,

Ecuación 6. Fuerza Tangencial.

$$F_t = \gamma * A * \sin \alpha$$

Fuente:(Pérez Carmona 2017)

α = ángulo de inclinación del colector

La fuerza tractiva FT:

Ecuación 7. Fuerza Tractiva

$$F_t = \frac{F_t}{A} = \frac{\gamma * A * L * \sin \alpha}{Pm * L}$$

Fuente:(Pérez Carmona 2017)

Radio hidráulico:

Ecuación 8. Radio Hidráulico.

$$R = \frac{A}{Pm}$$

Fuente:(Pérez Carmona 2017)

Luego,

Ecuación 9. Fuerza Tractiva.

$$F_t = \gamma * R * \sin \alpha$$

Fuente:(Pérez Carmona 2017)

Para efectos de diseño, la mínima fuerza tractiva es de 0.15 kg/m² o 1.5 Pa.“(Rafael Perez Carmona 2017)

2.3.3 Relaciones hidráulicas.

Cuando un conducto transporta un caudal inferior al que es capaz de conducir a tubo lleno o condiciones forzadas, es necesario determinar la profundidad de la lámina de agua y la velocidad real de esa lámina. Para facilitar el cálculo, se ha elaborado la Tabla 3, en la cual se encuentran las relaciones indicadas.

Aunque la solución por procedimientos de cálculo directo es dispendiosa, el método basado en el uso de relaciones hidráulicas, es bastante práctico.

Y: Lámina del flujo en m.
 V: Velocidad en m/s.
 Q: Caudal de diseño en l/s.
 D: Profundidad hidráulica en m
 A: Área de la sección del flujo en m².
 t: Fuerza tractiva de la lámina y en kg/m².
 Ø: Diámetro del conducto en m.
 V0: Velocidad del flujo a tubo lleno en m/s.
 A0: Área del conducto en m². Q0 = Caudal a tubo lleno en l/s.
 T0: Fuerza tractiva a tubo lleno en Kg/m².

Tabla 3. Relaciones hidráulicas.

| Q/Q0 | Relación | 0 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | y/Ø0 | 0,000 | 0,061 | 0,099 | 0,126 | 0,148 | 0,168 | 0,185 | 0,200 | 0,215 | 0,228 |
| | V/V0 | 0,000 | 0,272 | 0,327 | 0,366 | 0,398 | 0,426 | 0,450 | 0,473 | 0,495 | 0,515 |
| | D/Ø0 | 0,000 | 0,041 | 0,067 | 0,086 | 0,102 | 0,116 | 0,128 | 0,140 | 0,151 | 0,161 |
| | A/A0 | 0,000 | 0,025 | 0,051 | 0,073 | 0,092 | 0,110 | 0,127 | 0,143 | 0,157 | 0,172 |
| | t/T0 | 0,000 | 0,195 | 0,273 | 0,328 | 0,375 | 0,415 | 0,452 | 0,485 | 0,515 | 0,542 |
| 0.1 | y/Ø0 | 0,241 | 0,253 | 0,264 | 0,275 | 0,286 | 0,296 | 0,306 | 0,316 | 0,325 | 0,334 |
| | V/V0 | 0,534 | 0,553 | 0,564 | 0,575 | 0,586 | 0,596 | 0,606 | 0,616 | 0,626 | 0,636 |
| | D/Ø0 | 0,170 | 0,179 | 0,188 | 0,197 | 0,205 | 0,213 | 0,221 | 0,229 | 0,236 | 0,244 |
| | A/A0 | 0,185 | 0,199 | 0,211 | 0,224 | 0,236 | 0,248 | 0,259 | 0,271 | 0,282 | 0,293 |
| | t/T0 | 0,568 | 0,592 | 0,615 | 0,637 | 0,658 | 0,678 | 0,697 | 0,715 | 0,732 | 0,748 |
| 0.2 | y/Ø0 | 0,343 | 0,352 | 0,361 | 0,369 | 0,377 | 0,385 | 0,393 | 0,401 | 0,409 | 0,417 |
| | V/V0 | 0,645 | 0,655 | 0,664 | 0,673 | 0,681 | 0,690 | 0,699 | 0,707 | 0,715 | 0,724 |
| | D/Ø0 | 0,251 | 0,258 | 0,266 | 0,273 | 0,280 | 0,287 | 0,294 | 0,300 | 0,307 | 0,314 |
| | A/A0 | 0,304 | 0,314 | 0,325 | 0,335 | 0,345 | 0,355 | 0,365 | 0,375 | 0,385 | 0,394 |
| | t/T0 | 0,764 | 0,779 | 0,794 | 0,809 | 0,822 | 0,836 | 0,849 | 0,862 | 0,874 | 0,885 |
| 0.3 | y/Ø0 | 0,424 | 0,432 | 0,439 | 0,446 | 0,453 | 0,460 | 0,468 | 0,475 | 0,482 | 0,488 |

Tabla 3. (Continuación)

| Q/Q0 | Relación | 0 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.3 | V/V0 | 0,732 | 0,740 | 0,747 | 0,755 | 0,763 | 0,770 | 0,778 | 0,785 | 0,792 | 0,799 |
| | D/Ø0 | 0,321 | 0,328 | 0,334 | 0,341 | 0,348 | 0,354 | 0,361 | 0,368 | 0,374 | 0,381 |
| | A/A0 | 0,404 | 0,413 | 0,422 | 0,432 | 0,441 | 0,450 | 0,459 | 0,468 | 0,476 | 0,485 |
| | t/T0 | 0,897 | 0,908 | 0,918 | 0,929 | 0,939 | 0,949 | 0,959 | 0,968 | 0,978 | 0,987 |
| 0.4 | y/Ø0 | 0,495 | 0,502 | 0,509 | 0,516 | 0,522 | 0,529 | 0,535 | 0,542 | 0,549 | 0,555 |
| | V/V0 | 0,806 | 0,813 | 0,820 | 0,827 | 0,833 | 0,840 | 0,846 | 0,853 | 0,859 | 0,865 |
| | D/Ø0 | 0,388 | 0,395 | 0,402 | 0,408 | 0,415 | 0,422 | 0,429 | 0,436 | 0,443 | 0,450 |
| | A/A0 | 0,494 | 0,503 | 0,511 | 0,520 | 0,528 | 0,537 | 0,545 | 0,553 | 0,562 | 0,570 |
| | t/T0 | 0,996 | 1,004 | 1,013 | 1,021 | 1,029 | 1,037 | 1,045 | 1,052 | 1,059 | 1,067 |
| 0.5 | y/Ø0 | 0,561 | 0,568 | 0,574 | 0,581 | 0,587 | 0,594 | 0,600 | 0,606 | 0,613 | 0,619 |
| | V/V0 | 0,861 | 0,866 | 0,871 | 0,876 | 0,881 | 0,886 | 0,891 | 0,896 | 0,901 | 0,905 |
| | D/Ø0 | 0,458 | 0,465 | 0,472 | 0,479 | 0,487 | 0,494 | 0,502 | 0,510 | 0,518 | 0,526 |
| | A/A0 | 0,578 | 0,586 | 0,594 | 0,602 | 0,610 | 0,618 | 0,626 | 0,634 | 0,642 | 0,650 |
| | t/T0 | 1,074 | 1,080 | 1,087 | 1,093 | 1,100 | 1,106 | 1,112 | 1,118 | 1,124 | 1,129 |
| 0.6 | y/Ø0 | 0,625 | 0,632 | 0,638 | 0,644 | 0,651 | 0,657 | 0,663 | 0,670 | 0,676 | 0,683 |
| | V/V0 | 0,910 | 0,915 | 0,919 | 0,924 | 0,928 | 0,933 | 0,937 | 0,942 | 0,946 | 0,950 |
| | D/Ø0 | 0,534 | 0,542 | 0,550 | 0,559 | 0,568 | 0,576 | 0,585 | 0,595 | 0,604 | 0,614 |
| | A/A0 | 0,658 | 0,666 | 0,674 | 0,681 | 0,689 | 0,697 | 0,704 | 0,712 | 0,720 | 0,727 |
| | t/T0 | 1,135 | 1,140 | 1,145 | 1,150 | 1,155 | 1,159 | 1,164 | 1,168 | 1,173 | 1,177 |
| 0.7 | y/Ø0 | 0,689 | 0,695 | 0,702 | 0,709 | 0,715 | 0,721 | 0,728 | 0,735 | 0,741 | 0,748 |
| | V/V0 | 0,954 | 0,959 | 0,963 | 0,967 | 0,971 | 0,975 | 0,978 | 0,982 | 0,986 | 0,990 |
| | D/Ø0 | 0,623 | 0,633 | 0,644 | 0,654 | 0,665 | 0,677 | 0,688 | 0,700 | 0,713 | 0,725 |
| | A/A0 | 0,735 | 0,742 | 0,750 | 0,757 | 0,765 | 0,772 | 0,780 | 0,787 | 0,795 | 0,802 |
| | t/T0 | 1,181 | 1,184 | 1,188 | 1,191 | 1,194 | 1,197 | 1,200 | 1,202 | 1,205 | 1,207 |
| 0.8 | y/Ø0 | 0,755 | 0,761 | 0,768 | 0,775 | 0,782 | 0,789 | 0,796 | 0,804 | 0,811 | 0,818 |
| | V/V0 | 0,993 | 0,997 | 1,000 | 1,003 | 1,007 | 1,010 | 1,013 | 1,016 | 1,019 | 1,022 |
| | D/Ø0 | 0,739 | 0,753 | 0,767 | 0,783 | 0,798 | 0,815 | 0,833 | 0,852 | 0,871 | 0,892 |
| | A/A0 | 0,810 | 0,817 | 0,824 | 0,832 | 0,839 | 0,847 | 0,854 | 0,861 | 0,869 | 0,876 |

Tabla 3. (Continuación)

| | | | | | | | | | | | |
|------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q/Q0 | Relación | 0 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
| 0.8 | t/T0 | 1,209 | 1,211 | 1,213 | 1,214 | 1,215 | 1,216 | 1,217 | 1,217 | 1,217 | 1,217 |
| 0.9 | y/Ø0 | 0,826 | 0,834 | 0,842 | 0,850 | 0,858 | 0,867 | 0,875 | 0,884 | 0,894 | 0,904 |
| | V/V0 | 1,024 | 1,027 | 1,029 | 1,032 | 1,034 | 1,036 | 1,037 | 1,039 | 1,040 | 1,047 |
| | D/Ø0 | 0,915 | 0,940 | 0,966 | 0,995 | 1,027 | 1,063 | 1,103 | 1,149 | 1,202 | 1,265 |
| | A/A0 | 0,883 | 0,891 | 0,896 | 0,906 | 0,913 | 0,921 | 0,928 | 0,936 | 0,943 | 0,951 |
| | t/T0 | 1,217 | 1,216 | 1,215 | 1,214 | 1,213 | 1,211 | 1,209 | 1,206 | 1,202 | 1,198 |

Fuente: Tabla 5.46. Relaciones Hidráulicas(Rafael Perez Carmona 2017)

2.4 METODOLOGÍAS PARA INSTALACIONES DE GAS

2.4.1 Método de cálculo de la pérdida de carga para instalaciones de Gas.

La pérdida de carga admitida en una instalación receptora es la máxima disminución de presión que puede producir la circulación del gas que alimenta los aparatos instalados y su valor debe distribuirse entre los distintos tramos de la instalación receptora.

La pérdida de carga admitida en una instalación varía en función de la presión de garantía de que se disponga en la salida de la llave de acometida, ya que en la llave de conexión de aparato siempre debe disponerse de una presión mínima requerida para el correcto funcionamiento de los aparatos a gas.

Para calcular la pérdida de carga en un tramo de instalación, se utiliza la fórmula de Renouard lineal para presión en el tramo hasta 50 mbar.

También se puede utilizar las tablas del Anexo para determinar los diámetros de las canalizaciones en función del tipo de gas, la presión del tramo y la pérdida de carga por unidad de longitud y el caudal del tramo.

Las fórmulas de Renouard lineal y cuadrática, con sus condicionantes, son las que se indican a continuación:

Fórmula de Renouard lineal ($P \leq 50$ mbar)

Ecuación 10. Renouard Lineal

$$\Delta P = 232000 * d_s * L_E * Q^{1.82} * D^{-4.82}$$

Dónde:

ΔP : es la diferencia de presión entre el inicio y el final de un tramo de instalación en mmca

d_s : es la densidad relativa corregida o de cálculo del gas

L_E : es la longitud equivalente del tramo en m

Q : es el caudal en m³ (n)/h

D : es el diámetro interior de la conducción en mm

Fuente: Fuente: (Hernandez, Martin; Garcia 2008)

Condiciones de validez de la fórmula de Renouard

Se debe contemplar que la *Ecuación 10* y *Ecuación 11* son válidas siempre que se cumpla lo siguiente:

- La relación entre el caudal y el diámetro sea inferior a 150 ($Q/D < 150$)
- La velocidad del gas dentro de la conducción no supere los 20 m/s ($v \leq 20$ m/s)

Cálculo de la velocidad del gas en el interior del tubo

Para calcular la velocidad máxima del gas dentro de un tramo de la conducción se aplica la siguiente fórmula:

Ecuación 11. Velocidad del gas.

$$V = 354 * \frac{Q}{P * D^2}$$

Dónde:

V : es la velocidad del gas en m/s

Q : es el caudal en m³(n)/h

P : es la presión absoluta al final del tramo en bar

D : es el diámetro interior de la conducción en mm

Fuente: (Hernandez, Martin; Garcia 2008)

2.5 METODOLOGÍA RED CONTRA INCENDIO (RCI) NTC 1669

Dada la complejidad y el amplio tema del sistema de red contra incendio, se realiza archivo de consulta, para determinar la cantidad de rociadores que se requiere en zona residencial, cuando son edificaciones de más de 7 pisos y criterios de diseño, de acuerdo a la normatividad vigente la NTC 1669 y la NSR – 10.

Donde la NSR – 10 clasifica las zonas de uso y subgrupos de ocupación, para definir su clasificación y de acuerdo a eso la cantidad de rociadores que se requieren.

Para el caso de estudio y de acuerdo a la Tabla 4 , aplica el Grupo R, Clasificación Residencial, los subgrupos R-1 vivienda unifamiliar y bifamiliar y R-2 Vivienda Multifamiliar.

Tabla 4. NSR - 10 Grupos y Subgrupos de ocupación

| Grupos y Subgrupos de Ocupación | Clasificación | Sección |
|--|----------------------------|----------------|
| A | ALMACENAMIENTO | K.2.2 |
| A-1 | Riesgo Moderado | |
| A-2 | Riesgo Bajo | |
| C | COMERCIAL | K.2.3 |
| C-1 | Servicios | |
| C-2 | Bienes | |
| E | ESPECIALES | K.2.4 |
| F | FABRIL E INDUSTRIAL | K.2.5 |
| F-1 | Riesgo Moderado | |
| F-2 | Riesgo Bajo | |
| I | INSTITUCIONAL | K.2.6 |
| I-1 | Reclusión | |
| I-2 | Salud o Incapacidad | |
| I-3 | Educación | |
| I-4 | Seguridad Publica | |
| I-5 | Servicio Publico | |
| L | LUGARES DE REUNIÓN | K.2.7 |
| L-1 | Deportivos | |
| L-2 | Culturales y teatros | |
| L-3 | Sociales y recreativos | |
| L-4 | Religiosos | |
| L-5 | De Transporte | |

Tabla 4. (Continuación)

| Grupos y Subgrupos de Ocupación | Clasificación | Sección |
|---------------------------------|--------------------------|---------------|
| M | MIXTO Y OTROS | K.2.8 |
| P | ALTA PELIGROSIDAD | K.2.9 |
| R | RESIDENCIAL | K.2.10 |
| R-1 | Unifamiliar y Bifamiliar | |
| R-2 | Multifamiliar | |
| R-3 | Hoteles | |
| T | TEMPORAL | K.2.11 |

Fuente:(Ministerio de ambiente 2010)

A partir de esto se clasifican los rociadores para el Grupo R-2 (Residencial Multifamiliar), de la siguiente forma:

Rociadores de Incendio.

- En todos los edificios en un subgrupo de ocupación multifamiliar, que cuente con más de siete pisos y se implementa la red en zonas comunes, corredores o pasillos y áreas de circulación, sin contar escalera (R-2).
- En toda el área de niveles que se ubiquen debajo del edificio clasificado como multifamiliar, que utilicen como parqueaderos (R-2).

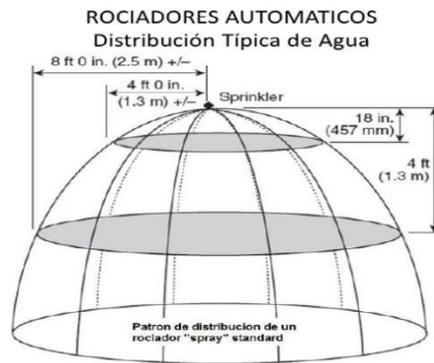
Tomas fijas para bomberos.

- Todas las edificaciones del grupo L deben contar con un sistema de tomas fijas, mangueras para extinción de incendios que estén a la mano del cuerpo de bomberos, según NTC 1669 y NFPA14; ya que las viviendas multifamiliares cuentan con salones de reunión, parques, etc., zonas sociales, las cuales aplica en el grupo L.

De acuerdo a lo anterior, se realiza el diseño, pre dimensionamiento de la red y el cálculo de rociadores, requeridos de acuerdo a la NFPA 13. Por lo general, se utilizan rociadores automáticos de distribución típica de agua de factor de descarga K.5.6. por su facilidad de construcción y accesibilidad en el mercado.

Este tipo de rociador que se muestra en la Figura 3, tiene un radio de descarga de 2.5 m en el cual otorga un área de cobertura de 19.63m² y está dentro de los parámetros de áreas máximas que permiten la NFPA13.

Figura 3. Rociador automático.



Fuente: (ROZO y DIAZ 2018)

En la Tabla 5, se observan los parámetros del área máxima de cobertura, donde el rociador anterior cumple los parámetros exigidos para cada tipo de riesgo que se caracteriza en una edificación.

Tabla 5. Tabla de Riesgos según área de cobertura.

| Clase de Riesgo | Área de Cobertura Máxima |
|-----------------|--------------------------|
| Ligero | 20.9 m ² |
| Ordinario | 12.1 m ² |
| Extra | 12.1 m ² |
| | 9.3 m ² |

Fuente: (NFPA 13 1996)

Teniendo en cuenta esta información, permite ubicar y distribuir de una manera correcta los rociadores, para dar una cobertura completa de las zonas, procurando dar una protección en los espacios de acuerdo a su forma circular, minimizando los espacios entre las intersecciones, con el objetivo que el fuego no se propague.

Se debe considerar que, por su facilidad de instalación, se colocan de forma lineal; para la distribución de la tubería, se debe evitar los mínimos cambios de dirección; por las altas presiones que maneja el sistema.

De acuerdo a la cantidad de rociadores que requiera la zona, así mismo se determina el diámetro de tubería, de acuerdo al capítulo 22.5 según la NFPA 13, en la Tabla 6, que se muestra a continuación.

Tabla 6. Tabulación de tuberías para riesgo ligero.

| ACERO | COBRE |
|-------|-------|
|-------|-------|

| DIÁMETRO | CANTIDAD ROCIADORES | DIÁMETRO | CANTIDAD ROCIADORES |
|----------|------------------------|----------|------------------------|
| 1" | 2 | 1" | 2 |
| 1 1/4" | 3 | 1 1/4" | 3 |
| 1 1/2" | 5 | 1 1/2" | 5 |
| 2" | 10 | 2" | 12 |
| 2 1/2" | 30 | 2 1/2" | 40 |
| 3" | 60 | 3" | 65 |
| 3 1/2" | 100 | 3 1/2" | 115 |
| 4" | Sección 8.2 | 4" | Sección 8.2 |

Fuente:(NFPA 13 1996)

Cuando exceda la cantidad de rociadores, como es el caso para tuberías de 4", se protege el área total siempre y cuando no exceda el límite de área en el numeral 8.2, vistos en la Tabla 7.

Tabla 7. Tabla de Riego y área máxima de protección.

| Riesgo | Área máxima de protección m2 |
|--|---------------------------------|
| Riesgo Ligero | 4381 |
| Riesgo Ordinario | 4381 |
| Riesgo Extra por tablas | 2323 |
| Riesgo extra calculado hidráulicamente | 3716 |

Fuente: (NFPA 13 1996)

Ahora bien, teniendo lo anterior, se debe contemplar el uso de los gabinetes que deben contemplar las zonas comunes de los pasillos y corredores de las edificaciones, para esto existen tres tipos de gabinetes regidos por NFPA 14 Y LA NTC 2669, dictan los procedimientos para los gabinetes de red contra incendio y su clasificación.

- **Gabinete Clase I**

Está provisto para el caudal mínimo requerido será de 500 gpm (1893 L/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2 ½" y de 65 psi para la conexión de 1 ½".

Estos gabinetes cuentan con manguera de 1 ½" (40mm) para suministrar a bomberos y personal entrenado, para el manejo de grandes caudales. El gabinete tipo I está conformado por:

- Manguera
- Extintor
- Válvula 1 ½"
- Llave tensora
- Hacha
- Boquilla Combinable

- **Gabinete Clase II**

Está provisto para el caudal mínimo requerido será de 100 gpm (379 L/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2 ½" y de 65 psi para la conexión de 1 ½".

Estos gabinetes cuentan con manguera de 1 ½" (40mm) para suministrar a bomberos y personal entrenado, para el manejo de grandes caudales. El gabinete tipo I está conformado por:

- Manguera 2 ½"
- Extintor
- Válvula 2 ½"
- Llave tensora
- Hacha
- Boquilla Combinable

- **Gabinete Clase III**

Está provisto para el caudal mínimo requerido será de 500 gpm (1893 L/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2 ½" y de 65 psi para la conexión de 1 ½".

Estos gabinetes cuentan con manguera de 1 ½" (40mm) y una conexión adicional para mangueras de 2 ½" (65mm) para suministrar un mayor volumen de agua a los

bomberos y personal entrenado, para el manejo de grandes caudales. El gabinete tipo I está conformado por:

- Manguera 1 ½"
- Manguera 2 ½"
- Extintor
- Válvula 2 ½"
- Llave tensora
- Hacha
- Boquilla Combinable

De igual forma el diseño hidráulico de las redes de rociadores, se hace por la metodología de Hazen William, teniendo en cuenta el trazado de la ruta crítica, que garantice las presiones mínimas en los equipos de extinción.

Es por esto que el sistema de red contra incendio, se justifica el desarrollo una aplicación por los múltiples requisitos y condicionales que maneja, para determinar las redes, caudales, hidrantes y otros equipos de extinción.

3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DANAHONET

Para realizar el desarrollo de la aplicación, se basó en la plataforma Android Studio la cual es un entorno que permite llevar la creación de software que se utiliza para crear aplicaciones en lenguaje nativo (ya sea Java o Kotlin). Dichas aplicaciones pueden ser instaladas en teléfonos, relojes, televisores, entre otros. Al diseñar una app, se debe contemplar la arquitectura a utilizar, es decir, cómo se crean las clases y la distribución en paquetes, la comunicación con los servicios necesarios para la funcionalidad requerida, y la interfaz de usuario que permitirá la interacción con el usuario final.

Para el caso de Danahonet, la aplicación se desarrolló para dispositivos con sistema Android en versión beta, para uso de la Universidad Católica de Colombia, es decir que no va a estar disponible al público, puesto que es un ejercicio académico y requiere del proceso de validación por parte de los profesionales especializados en el área de redes de instalaciones hidráulicas.

Para desarrollar el código de estas redes, es necesario realizar el análisis de las metodologías de cálculo, mencionadas en el capítulo 2.1, así que a partir de la regresión lineal se obtuvo la fórmula de los caudales, dependiente de las unidades de Hunter y el diámetro de la tubería, como se puede observar en el Anexo 1. Memorias de Calculo - Regresión Lineal.

Una vez definidas las variables que requerían de la regresión lineal, se continuo con la estrategia de formulación, donde se realiza el procedimiento para cada una de las redes, es decir, cómo ingresar la información paso a paso en la aplicación; y las fórmulas que se utiliza para los cálculos hidráulicos, para obtener un resultado final, en cuanto las pérdidas, caudales, presiones, entre otros; vistos en el Anexo 2. Procedimientos de Programación de las redes.

A continuación, en las siguientes figuras, se observa la configuración inicial de la aplicación:

- Definición del nombre y atributo de Danahonet, se realiza de la siguiente manera:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<paths>
  <external-path
    name="external_files"
    name="danahonet"
    path="danahonet/" />
</paths>
```

La cual el usuario la puede visualizar e identificar, como se observa en la Figura 4.

Figura 4. Atributos de Danahonet



Fuente: Elaboración propia.

Y al descargar la app, se visualiza de la siguiente manera:

- La interfaz de inicio, de la aplicación se programó a partir del siguiente código:

```
{
  <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
  <androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="matchparent"
    android:layout_height="matchparent"
    tools:context=".ui.MainActivity">

    <androidx.appcompat.widget.Toolbar
      android:id="@+id/toolbarGallery"
      android:layout_height="?attr/actionBarSize"
      android:background="?attr/colorPrimary"
      android:theme="@style/ThemeOverlay.AppCompat.ActionBar"
      /ThemeOverlay.AppCompat.Light"
      app:layout_

app:layoutManager="androidx.recyclerview.widget.GridLayoutManager"

      android:layout_width="0dp"
      android:layout_height="0dp"
      app: = "@+id/toolbarGallery"
      tools:listitem="@layout/item_gallery"
      app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"/>

  <com.google.android.material.floatingactionbutton.FloatingActionButton
    android:id="@+id/fabEdit"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
```

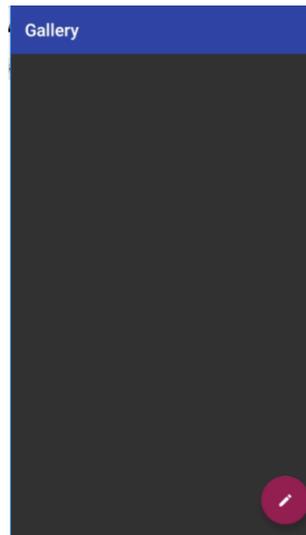
```

        android:layout_margin="@dimen/global_margin_x_big
        app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
        app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"/>
</androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout>
}

```

Donde permite visualizar, la Figura 5.

Figura 5. Interfaz de inicio de Danahonet.



Fuente: Elaboración propia.

Donde en la parte inferior derecha, al seleccionar al lápiz, ya el usuario puede empezar a crear su proyecto.

- Interfaz de trabajo, es decir, la mesa de trabajo donde se observa el plano arquitectónico que desea desarrollar, se creó a partir del siguiente código:

```

<androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout
    android:id="@+id/containerImageEdit"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent">

    <ImageView
        android:id="@+id/imageBGCanvas"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:contentDescription="@null" />

```

```

    hinkapps.pipebuilding.widget.FingerLine
        android:id="@+id/fingerLineEdit"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent" />
.ConstraintLayout>

```

```

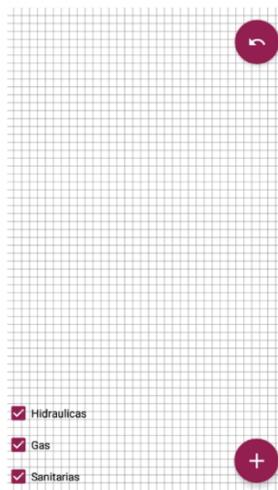
<org.adw.library.widgetsdiscreteseekbar.DiscreteSeekBar
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_margin="@dimen/global_margin_big"
    android:visibility="gone"
    app:dsb_indicatorColor="@color/colorAccent"
    app:dsb_indicatorFormatter="%d CM"
    app:dsb_max="50"
    app:dsb_min="1"
    app:dsb_progressColor="@color/colorAccent"
    app:dsb_rippleColor="@color/colorAccent"
    app:dsb_value="10"
    app:layout_constraintBottom_toBottomOf="@id/speedDialEdit"
    app:layout_constraintEnd_toStartOf="@+id/speedDialEdit"

```

Donde este permite crear la grilla, es decir, la cuadrícula guía que se ve al iniciar un proyecto y el fondo blanco, llamado layout; se podrá apreciar en la

Figura 6.

Figura 6. Interfaz de Trabajo de Danahonet.



Fuente: Elaboración propia.

- Los botones de agregar el plano y atributos de la tubería, se programó a partir del siguiente código:

Para el Botón de agregar se definió el siguiente código:

```
object Constants {

    const EMPTY_STRING = ""
    const TYPE_GALLERY_IMAGE = "image/*"
    const IMAGE_EXTENSION = "png"

    const FOLDER_PROJECTS = "/.pipeBuilding/"
    const QUALITY_IMAGE = 10

    const FIRST_ITEM = 0
    const TAG_DIALOG = "dialog"
    const TAG_DIALOG_USER = "dialog_user"
}
```

- Los botones de los atributos de la tubería, se programa a partir del siguiente código:

```
package com.bigthinkapps.pipebuilding.ui.adapter

import android.view.LayoutInflater
import android.view.ViewGroup

import
com.bigthinkapps.pipebuilding.ui.adapter.viewholder.GalleryVH

import java.io.File

class GalleryAdapter(private var listFiles: List<File>, private val notify:
() -> Unit) :

RecyclerView.Adapter<GalleryVH>() {

    val containerView =
LayoutInflater.from(parent.context).inflate(R.layout.item_gallery,
parent, false)

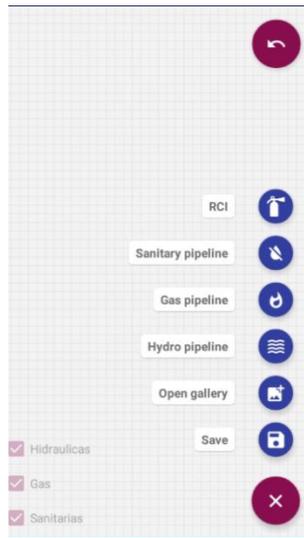
    return GalleryVH(containerView)
}
```

```
override fun getItemCount() = listFiles.size
```

```
override fun onBindViewHolder(holder: GalleryVH, position: Int) }
```

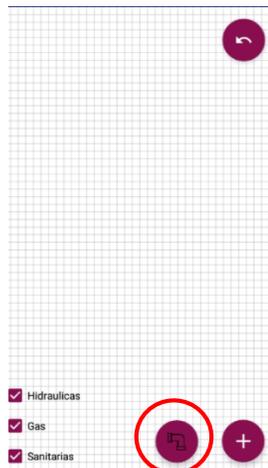
Lo anterior, se refleja en la **Figura 7** y **Figura 8**, ya que en la tubería sanitaria se divide en dos, colector y bajante, la cual se representa como línea y circunferencia respectivamente.

Figura 7. Botones de Agregar y de selección de la tubería.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Botón bajante sanitaria.



Fuente: Elaboración propia.

- Para la definición del color de cada una de las tuberías, se codifica de la siguiente manera:

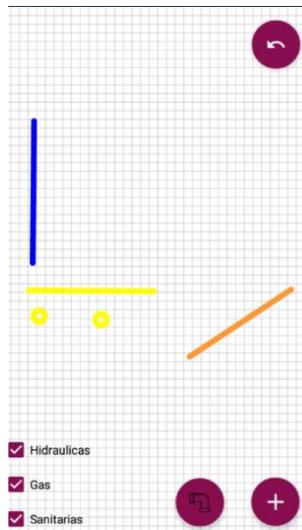
```
enum class TypePipeline(val resId: Int) {
    HYDRO(Color.BLUE),
    GAS(Color.parseColor("#FF9933")),
    SANITARY(Color.YELLOW),
    DOWN_PIPE(Color.YELLOW);
}
```

- Los botones se definen de la siguiente manera:

```
val currentColor = paint.color
drawCanvas.drawColor(Color.TRANSPARENT)
sectionLineList.forEach {
    paintcolor = itcolor
    when (it.typePipeline) {
        TypePipeline.HYDRO -> {
            if (editHydro) {
                drawCanvas.drawLine(it.startX, it.startY, it.endX, it.endY, paint)
            }
        }
        TypePipeline.SANITARY -> {
            if (editSanitary) {
                drawCanvas.drawLine(it.startX, it.startY, it.endX, it.endY, paint)
            }
        }
        TypePipeline.GAS -> {
            if (editGas) {
                drawCanvas.drawLine(it.startX, it.startY, it.endX, it.endY, paint)
            } else -> drawCanvas.drawLine(it.startX, it.startY, it.endX, it.endY, paint)
        }
    }
    paint.color = currentColor
}
fun undoSection() {
    if (sectionLineList.isNotEmpty()) {
        sectionLineList.removeAt(sectionLineList.lastIndex)
        drawCanvas.drawColor(Color.TRANSPARENT, PorterDuff.Mode.CLEAR)
        drawSections()
        invalidate()
    }
}
```

Lo cual se ve reflejado en color azul para la tubería hidráulica, amarillo para el color del colector de la tubería sanitaria, circunferencia amarilla para la bajante sanitaria, y color naranja para la tubería de gas, como se observa en la Figura 9.

Figura 9. Color de cada una de las tuberías



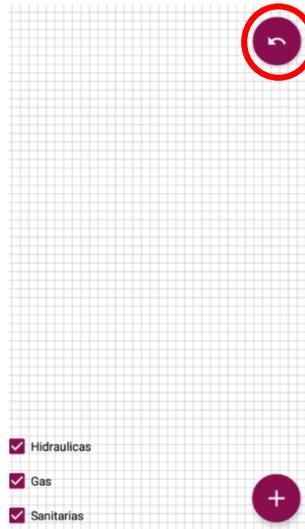
Fuente: Elaboración propia.

- Para la facilidad del usuario, se crea el botón de deshacer, ya que no se está exento de equivocarse, y poder redimir ese tramo sin necesidad de iniciar de nuevo; así que se refleja en el siguiente código:

```
SuppressLint("ClickableViewAccessibility")
override fun onTouchEvent(motionEvent: MotionEvent?): Boolean {
    MotionEvent.checkNotNull { event ->
        when (event.action) {
            MotionEvent.ACTION_DOWN -> {
                startX = if (endX == 0.toFloat()) event.x else endX
                startY = if (endY == 0.toFloat()) event.y else endY
                endX = event.x
                endY = event.y
            }
            MotionEvent.ACTION_MOVE -> {
                if (!isDownPipe) {
                    endX = event.x
                    endY = event.y
                }
            }
        }
    }
}
```

La cual se refleja en la Figura 10, con símbolo de flecha hacia atrás.

Figura 10. Botón deshacer



Fuente: Elaboración propia.

- Para que el usuario tenga una facilidad de revisar el diseño, al final de trazar las tuberías y observar que no tengan interferencias, se crearon los botones, de ocultar y activar cada una de las tuberías, la cual se hizo con el siguiente código:

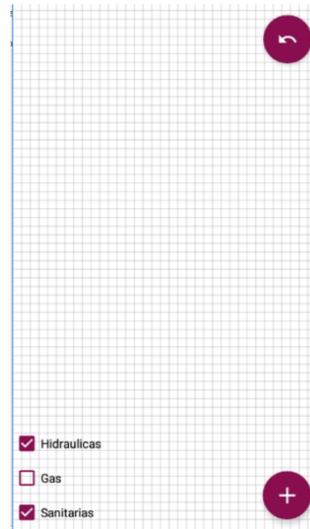
```
<androidx.recyclerview.widget.RecyclerView  
    android:id="@+id/recyclerViewFiles"  
    app:spanCount="3"
```

```
    app:layoutManager="androidx.recyclerview.widget.GridLayoutManager"  
        app:layout_constraintTop_toBottomOf="@id/toolbarGallery"  
        app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"  
        app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"  
        tools:listitem="@layout/item_gallery"  
        app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"/>
```

```
<com.google.android.material.floatingactionbutton.FloatingActionButton  
    android:id="@+id/fabEdit"  
    android:layout_width="wrap_content"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:layout_margin="@dimen/global_margin_x_big"  
    android:src="@drawable/ic_mode_edit"  
    app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"  
    app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"/>  
</androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout>
```

Donde se observan de la siguiente Figura 11, cuando esta seleccionado es porque las líneas están visibles, y cuando se deselecciona se ocultan:

Figura 11. Revisión de interferencias en el trazado de las tuberías.



Fuente: Elaboración propia.

- Guardar proyecto, este se generó para el caso que el usuario por error le dio atrás a la aplicación y se va a salir, da un aviso de advertencia para guardar el proyecto o cancelarlo, esto se hizo de la siguiente manera:

```
private fun showCustomDialog() {  
    viewModel.showDialogInputData(supportFragmentManager)  
}  
  
override fun onBackPressed() {  
    AlertDialog.Builder(this)  
        .setTitle("Cerrar proyecto")  
        .setMessage("Desea cerrar el proyecto?")  
        .setPositiveButton(android.R.string.yes) }  
        .setNegativeButton(android.R.string.no, null)  
        .setIcon(android.R.drawable.ic_dialog_alert)  
        .show() }
```

Y se observa en la siguiente Figura 12:

Figura 12. Precaución de guardado del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora se presentarán las codificaciones para cada una de las redes.

3.1 RUTINA DE CALCULO PARA LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

Partiendo de la información recolectada en cuanto a las formulas, se procede a calcular el código de la siguiente manera:

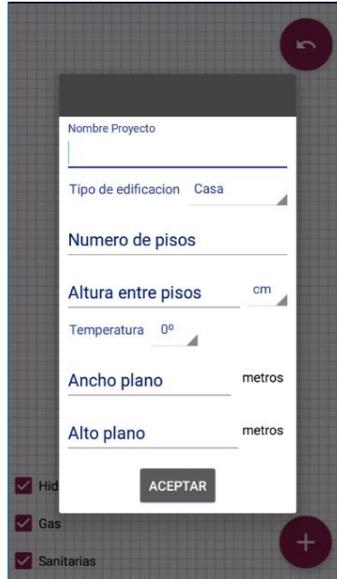
1. El usuario debe crear el proyecto, ingresando variables como:
 - Tipo de Edificación (Casa, Edificio, Apartamento).
 - Número de Pisos
 - Altura de Entre Pisos. Mostrar unidad (metros "m")
 - Temperatura. Mostrar unidad (Celsius "°C")

```
package combigthinkapps.pipe.model
```

```
class DataBuilding {  
    var typeBuilding = 0  
    var floorsNumber = 0  
    var heightFloor = 0.0  
    var temperature = 0  
    var timeFullTank = 0L  
    var heightCanvas = 0.0
```

```
var widthCanvas = 0.0
var viscosity = ""
```

Que as u vez se ve reflejado en la aplicación en la Figura 13.
Figura 13. Creación del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

En este paso es importante definir el ancho y la altura del plano, que posteriormente se va a cargar, ya que es la forma de escalar el plano, y tomara como referencia para medir la tubería de manera horizontal.

2. Una vez se cargue el plano que el usuario desea diseñar la red, se debe identificar, el trazado de la ruta crítica, es decir, para que cumpla la condición de la ruta crítica debo observar en el plano cual es el punto más lejano con respecto a la ubicación del medidor y el aparato crítico, para este caso el aparato critico es la ducha, ya que por lo general es el punto más retirado y por qué la presión que requiere para subir el agua y luchar contra la gravedad es de 15mca.

Así que la aplicación se definió, de tal manera que el usuario dibuje la primera tubería, y este en su interior refleje una presión inicial 15mca, la cual va a ir sumando las presiones acumuladas de las de más tuberías; este proceso lo podemos observar en las siguientes líneas de código:

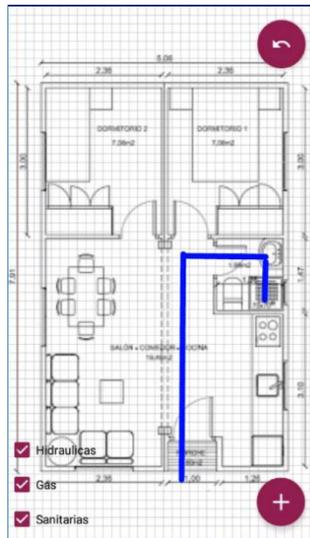
```
class EditActivity : AppCompatActivity(),  
SpeedDialView.OnActionSelectedListener {
```

```
private val viewModel by lazy {  
    ViewModelProviders.of(this).get(EditViewModel::class.java)  
}  
  
private val listData = ArrayList<DataUser>()  
  
private var viscosity: Double = 0.0  
  
private var currentPressure = 15.0  
  
private var typePipeline = TypePipeline.HYDRO  
  
private var allLosses = 0.0
```

Donde el Usuario solo podrá observar lo siguiente, definido en la

Figura 14.

Figura 14. Trazado Ruta Critica



Fuente: Elaboración propia

- Una vez que el usuario inicie el trazado de su tubería, la aplicación le mostrara un cuadro de dialogo, donde le solicitara el ingreso de las siguientes variables, mostrados en la Figura 15:

Figura 15. Ingreso de variables para el cálculo de la red.

Fuente: Elaboración propia.

Donde se debe tener en cuenta, los siguientes aspectos:

- Cuando se inicia el tramo inicial se debe ingresar la información correspondiente, es decir, como es la ruta crítica debe ingresar los datos como longitud vertical que corresponde a la altura en que va a quedar la ducha, y se le da continuar tramo.
- En este caso es necesario conocer de la relación de las unidades Hunter para cada aparato, y las pérdidas de los accesorios que se generan por el recorrido de la tubería, y suministrar la información a la aplicación.
- Cuando ya se han dibujado todos los tramos, el usuario debe seleccionar la opción de último, para que la aplicación reconozca que ha terminado y compile la información, seguido de Terminar Tramo.

Para que todo lo anterior fuera posible, el código que se ingresó al programa fue, el siguiente:

- Cuadro de dialogo

```
package com.bigthinkapps.pipebuilding.model
```

```
class DataDownPipe {
```

```
    var unitsHunter = 0
```

```
    var flow = 0.0
```

```
    var verticalLongitude = 0.0
```

```
    var diameter = 0.0
```

```
    unitsHunter += dataUser.unitsHunter
```

- Trazado de la tubería:

```
private fun drawHorizontalLines(canvas: Canvas) {
```

```
    val heightCanvas = height / 15f
```

```
    for (i in 1 until heightCanvas.toInt()) {
```

```
        val partitionY = i / heightCanvas
```

```
        canvas.drawLine(0f, height * partitionY, width.toFloat(), height * partitionY, paintLine )
```

4. Una vez se le da terminar tramo, la aplicación inicia a ejecutar las formulas del caudal, velocidad, coeficiente de fricción, perdida por cabeza de velocidad, fi, Longitud horizontal, pérdidas totales, Reynold, perdidas unitarias y perdida de cabeza de velocidad, la cual se ingresaron de la

siguiente manera, teniendo en cuenta el Anexo 2. Procedimientos de Programación de las redes.

```
private const val GRAVITY = 9.81

fun getFinalPressureSection(dataUser: DataUser, viscosity: Double,
pressure: Double)

    val realDiameter = dataUser.diameterPipeline.realDiameter

    val flowSection = getFlowSection(dataUser.diameterPipeline,
dataUser.hunterUnits)

    val speedSection = (flowSection.toDouble() * 4) / (PI *
Math.pow(realDiameter, 2.0))

    val lostSpeedSection = Math.pow(speedSection, 2.0) / (2 * GRAVITY)

    val reynoldSection = (realDiameter * speedSection) / viscosity

    val frictionCoefficient = getFrictionCoefficient(dataUser, reynoldSection)

    val unitLosses = frictionCoefficient * (1 / realDiameter) * (speedSection /
2) * GRAVITY

    val totalLosses = unitLosses * measureTotal

    dataUser.flowSection = flowSection.toDouble()

    dataUser.totalLosses = totalLosses
```

5. Cuando ha compilado todas las formulas, generara un reporte en pdf, la cual se abrirá de manera automatic, donde el codigo que se ingreso para realziar esta exportación de datos es el siguiente:

```
val table = PdfPTable(9)
val columnWidth (13f, 18f, 9f, 18f, 15f, 20f, 12f, 12f, 13f)
table.setWidths(columnWidth)

cell = PdfPCell()
c      cell.addElement(pTable)
table.addCell(cell)ell.backgroundColor = myColor
cell.colspan = 9
```

```

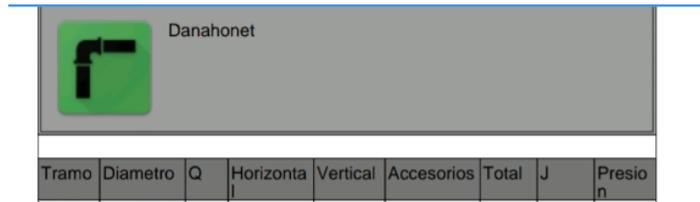
cell = PdfPCell(Phrase(" "))
cell.colspan = 9
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell()
cell.colspan = 9

cell = PdfPCell(Phrase("Tramo"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Diámetro"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Q m3/s"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Horizontal m"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Vertical m"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Accesorios m "))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Total m"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("J m"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Presion mca"))
cell.backgroundColor = myColor1

```

Donde los datos resumen mostrados por el archivo pdf, se muestra en la Figura 16 y Figura 17

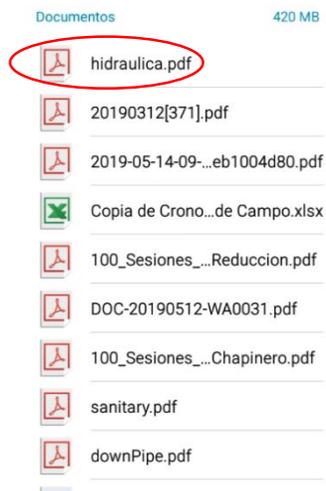
Figura 16. Datos resumen de los cálculos de la red de agua potable.



| Tramo | Diametro | Q | Horizontal | Vertical | Accesorios | Total | J | Presio n |
|-------|----------|---|------------|----------|------------|-------|---|----------|
|-------|----------|---|------------|----------|------------|-------|---|----------|

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Archivo pdf, generado por la aplicación.



Fuente: Elaboración propia.

Y de esta manera se calcula la red hidráulica, para esto es importante que el usuario tenga claro, las unidades de hunter y las pérdidas generadas por accesorios, ya que de esto depende un buen cálculo aproximado de la red.

3.2 RUTINA DE CALCULO PARA LA RED DE DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES

Esta sección se divide en dos, una primera parte para el cálculo de las bajantes, que son tuberías verticales y para el colector que son tuberías horizontales, donde el usuario debe realizar lo siguiente:

1. Para el cálculo de la bajante, que su simbología se representa en circunferencia, ya mencionado en la parte inicial de este capítulo, el usuario

deberá identificar en su plano la ubicación de los ductos, para allí ubicar las bajantes, una vez inserte las bajantes; el usuario deberá ingresar las siguientes variables:

- Unidades de Hunter acumuladas en la bajante
- Longitud Vertical de la bajante
- Diámetro de la bajante

Todo lo anterior se hace con el siguiente código:

```
package com.bigthinkapps.pipebuilding.model

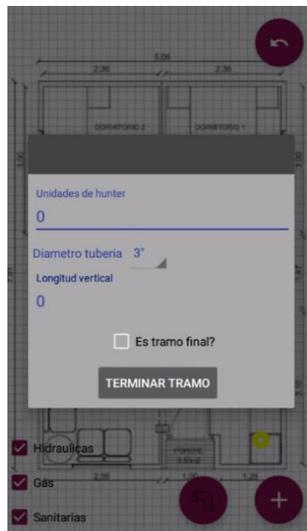
class DataDownPipe {

    var unitsHunter = 0
    var flow = 0.0
    var verticalLongitude = 0.0
    var diameter = 0.0

    fun sum(dataUser: DataDownPipe) {
        unitsHunter += dataUser.unitsHunter
    }
}
```

Y lo que observa el usuario, está representado en la Figura 18.

Figura 18. Datos de entrada para el cálculo de la Bajante



Fuente: Elaboración propia.

2. Una vez se ingresan estos datos, la aplicación internamente realiza el cálculo del caudal por pisos, generando como resultado un archivo en pdf, la cual se encuentra configurado de la siguiente manera:

- Código para el cálculo del caudal de la bajante:

```
fun getFlowQo(dataSanitary: DataSanitary): Double {  
    val valueDataPipeline = dataSanitary.pipeLineSanitaryDiameter  
    val flow = 0.0004 * Math.pow(dataSanitary.unitsHunter.toDouble(), 0.5196)  
    val flowQo = (valueDataPipeline.value * Math.sqrt(dataSanitary.pending /  
100.0)) / 1000  
    return flow / flowQo
```

- Código para exportar los resultados en pdf, para que este se genere es necesario que el usuario le indique “terminar Tramo”, para que la aplicación reconozca que debe realizar el cálculo de todos los datos ingresados:

```
val pTable = PdfPTable(1)  
pTable. Percentage = 100f  
cell = PdfPCell()  
cell.colspan = 1  
cell.addElement(pt)  
pTable.addCell(cell)  
val table = PdfPTable(3)  
  
val columnWidth = floatArrayOf(10f, 15f, 10f)  
table.st (columnWidth)  
cell.backgroundColor = myColor1  
{  
    cell = PdfPCell(Phrase("Piso"))  
    backgroundColor = myColor1  
    table.addCell(cell)  
    cell = PdfPCell(Phrase("Unidades hunter"))  
    backgroundColor = myColor1  
    table.addCell(cell)  
    cell = PdfPCell(Phrase("Caudal m3/s"))  
    backgroundColor = myColor1  
    table.addCell(cell)}
```

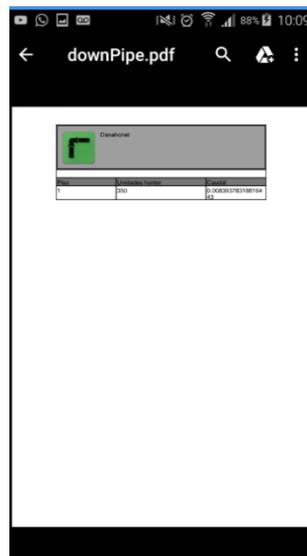
y el usuario podrá ver de inmediato el pdf, después de que se ejecuta el código, como se observa en la Figura 19 y Figura 20.

Figura 19. Ejemplo de selección terminar tramo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Generación de los resultados en pdf.



Fuente: Elaboración propia.

3. Para el cálculo del colector, es decir la tubería horizontal, el usuario debe trazar la red e ingresar las siguientes variables:

- Dibujar el tramo
- Unidades propias de cada colector

- Diámetro de la tubería.
- La Pendiente en porcentaje

Así que para esto el código internamente está configurado de la siguiente manera:

```

• Definición de las variables principales:
package com.bigthinkapps.pipebuilding.model

import com.bigthinkapps.pipebuilding.util.PipeLineSanitaryDiameter

class DataSanitary {
    var pipeLineSanitaryDiameter = PipeLineSanitaryDiameter.getByPosition(0)
    var measurePipeline = 0.0
    var unitsHunter = 0
    var pending = 0
    var dataManifold: DataManifold? = null

    fun sum(dataUser: DataSanitary) {
        measurePipeline += dataUser.measurePipeline
    }

```

Y el usuario lo observa como se muestra en la Figura 21.

Figura 21. Datos de entrada del colector Sanitario.

Fuente: Elaboración propia.

Esta sección se caracteriza por que la aplicación debe definir el parámetro Q/Q0, para que el usuario ingrese manualmente cada una de las relaciones hidráulicas;

como se muestra en la Figura 21, relacionadas en el capítulo 2.3.3, donde la configuración del código es:

```

fun getDataSanitary(dataSanitary: DataSanitary,  $y\phi_0$ : Double,  $vVo$ : Double,
 $d\phi_0$ : Double,  $aAo$ : Double,  $tTo$ : Double):

    val valueDataPipeline = dataSanitary.pipeLineSanitaryDiameter
    val flow = 0.0004 * Math.pow(dataSanitary.unitsHunter.toDouble(),
0.5196)
    val flowQo = (valueDataPipeline.value * Math.sqrt(dataSanitary.pending
/ 100.0)) / 1000
    val    velocityVo    =    valueDataPipeline.velocityValue    *
Math.sqrt(dataSanitary.pending / 100.0)
    val forceT = 250 * valueDataPipeline.diameter * (dataSanitary.pending /
100.0)

    val qd = (flow / flowQo) * flowQo

    { val =  $y\phi_0$  * valueDataPipeline.diameter
    val =  $vVo$  * velocityVo
    val =  $d\phi_0$  * valueDataPipeline.diameter
    val =  $aAo$  * ((PI * Math.pow(valueDataPipeline.diameter, 2.0)) / 4)
    val =  $tTo$  * forceT
    return DataManifold(qd, yd, vd, dd, ad, td)}
```

- Una vez ingresando estos datos de entrada, la aplicación procede a realizar los cálculos con el siguiente código interno, y posteriormente exporta los resultados en pdf.

```

fun getDataSanitary(dataSanitary: DataSanitary,  $y\phi_0$ : Double,  $vVo$ : Double,
 $d\phi_0$ : Double,  $aAo$ : Double,  $tTo$ : Double):
    DataManifold {
    val valueDataPipeline = dataSanitary.pipeLineSanitaryDiameter
    val flow = 0.0004 * Math.pow(dataSanitary.unitsHunter.toDouble(),
0.5196)
    val flowQo = (valueDataPipeline.value *
Math.sqrt(dataSanitary.pending / 100.0)) / 1000
    val velocityVo = valueDataPipeline.velocityValue *
Math.sqrt(dataSanitary.pending / 100.0)
    val forceT = 250 * valueDataPipeline.diameter * (dataSanitary.pending
/ 100.0)
    val qd = (flow / flowQo) * flowQo
    val yd =  $y\phi_0$  * valueDataPipeline.diameter
```

```

        val vd = vVo * velocityVo
        val dd = dφo * valueDataPipeline.diameter
        val ad = aAo * ((PI * Math.pow(valueDataPipeline.diameter, 2.0)) / 4)
        val td = tTo * forceT
        return DataManifold(qd, yd, vd, dd, ad, td)
    }

```

```

fun getFlowDownPipe(unitHunter: Int): Double {
    return 0.0004 * Math.pow(unitHunter.toDouble(), 0.5196)
}

```

- Código para la generación de los resultados en formato pdf.:

```

val pTable = PdfPTable(1)
pTable.widthPercentage = 100f
cell = PdfPCell()
val table = PdfPTable(8)

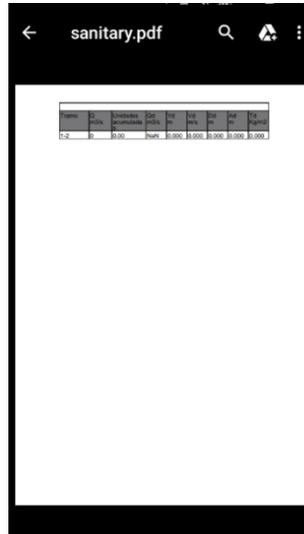
val columnWidth = floatArrayOf(15f, 15f, 10f, 10f, 10f, 10f, 10f, 10f)
table.setWidths(columnWidth)
cell = PdfPCell(Phrase("Tramo"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Unidades acumuladas"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Qd"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Yd"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Vd"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Dd"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Ad"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase("Td"))
cell.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)

```

Los resultados que el usuario podrá observar en el pdf, se verán en la Figura 22,

de la siguiente manera:

Figura 22. Presentación de los resultados del colector sanitario.



The screenshot shows a mobile application interface with a black header bar containing a back arrow, the text 'sanitary.pdf', a search icon, and a menu icon. Below the header is a table with the following data:

| Station | Flow | Velocity | Pressure | Flow | Flow | Flow | Flow |
|---------|------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 0.2 | 0 | 0.00 | NaN | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia.

3.3 RUTINA DE CALCULO PARA LA RED DE SUMINISTRO DE GAS RESIDENCIAL

Esta metodología igual que las anteriores, el usuario debe ingresar la siguiente información:

1. El usuario cuando dibuja el tramo, debe ingresar el caudal del gasodoméstico y el diámetro de la tubería, ya que la longitud horizontal la aplicación la propone a partir de la creación del proyecto cuando se escala el plano, para que esto ocurra se configura el código así:

```
package com.bigthinkapps.pipebuilding.model
```

```
import com.bigthinkapps.pipebuilding.util.PipeLineGasDiameter
```

```
class DataGas {  
    var pipeLineGasDiameter = PipeLineGasDiameter.getByPosition(0)  
    var measurePipeline = 0.0  
    var measureTotal = 0.0  
    var velocityFinal = 0.0  
    var flow = 0.0
```

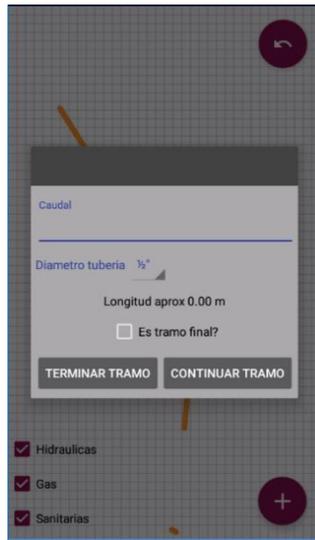
```

fun sum(dataUser: DataGas) {
    measurePipeline += dataUser.measurePipeline
    velocityFinal += dataUser.velocityFinal
}

```

Donde el usuario lo visualiza, como se muestra en la Figura 23.

Figura 23. Datos de Entrada de la red de suministro a gas.



Fuente: Elaboración propia.

- Una vez se ingresen los datos, el usuario debe indicarle que es el tramo final para que, la aplicación ejecute los cálculos internos, a partir del siguiente código:

```

fun getFinalVelocity(dataGas: DataGas, pressure: Double, allLosses: Double):
DataGas {
    diameter = dataGas.pipeLineGasDiameter.value1
    LongitudeProm = dataGas.measurePipeline * 0.2
    longitudTotal = longitudProm + dataGas.measurePipeline
    sectionLosses =
        (23200 * longitudTotal * longitudProm * Math.pow(dataGas.flow,
1.82)) * Math.pow(diameterSI, -4.82)
    val pressureSection = pressure - sectionLosses
    val totalLosses = sectionLosses + allLosses
    val sectionVelocity =
        254 * dataGas.flow * (0.7236 + Math.pow((20.8 - totalLosses) / 1000, -
1.0)) * Math.pow(diameterSI, -2.0)

```

```

dataGas.sectionVelocity = sectionVelocity
dataGas.pressureSection = pressureSection
dataGas.allLosses = totalLosses
dataGas.pressureInitial = pressure
dataGas.measureTotal = longitudTotal
dataGas.sectionLosses = sectionLosses
return dataGas

```

3. Cuando la aplicación ejecute los cálculos, exportara un archivo pdf con los resultados, para esto el código se configuro de la siguiente manera:

```

cel = PdfPCell()
cel.backgroundColor = myColor
cel.colspan = 9
cel.addElement(pTable)
tale.addCell(cell)
cell = PdfPCell(Phrase(" "))
cel.colspan = 9
table.addCell(cell)
cel = PdfPCell()
cel.colspan = 9

cel.backgroundColor = myColor1

cel = PdfPCell(Phrase("Tramo"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cel = PdfPCell(Phrase("Caudal m3/h"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cel = PdfPCell(Phrase("Diámetro"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cel = PdfPCell(Phrase("Long\nTotal m"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cel = PdfPCell(Phrase("Tramo\nPerd"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cel = PdfPCell(Phrase("Acumulada"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cel = PdfPCell(Phrase("Presión\ninicial mbar"))
cell.backgroundColor = myColor1

```

```

table.addCell(cell)
cel = PdfPCell(Phrase("Presión\n final mbar"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)
cel= PdfPCell(Phrase("Velocidad m/s"))
cel.backgroundColor = myColor1
table.addCell(cell)

```

Una vez se ejecuten internamente los cálculos, el usuario podrá visualizar los resultados, como se muestran en la Figura 24.

Figura 24. Presentación de los resultados de la Red de Suministro de Gas.

| Node | Flow | Pressure | Velocity | Power | Loss | Flow | Pressure | Velocity | Power |
|------|------|----------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|
| 1 | 100 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Para tener acceso a Danahonet, se podrá descargar a través del siguiente link:
<https://drive.google.com/open?id=1VEBZi-FcDoPSdQ4ueffLym6SCiaCMnEe>

4. VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN

Para validar la aplicación, se toma como proyecto de referencia la casa “La Calera”, la cual, está ubicada en la vereda el Lago, a 20 minutos del casco urbano de la Calera, consta de 3 niveles, un área total de 568 m², su arquitectura es moderna con amplios espacios, conserva una configuración escalonada, está dotada con zonas para el personal de aseo, zonas comunes y zonas privadas.

Cuenta en la tercera planta con tres baños completos, es decir, 3 duchas, 3 sanitarios y 4 lavamanos; en la segunda planta; en la primera planta cuenta con un baño auxiliar y dos baños con ducha.

Se realizan los cálculos de la red de suministro de agua potable, para desagües y red gas contra incendio, de la manera que se hace convencionalmente, realizando el inventario de aparatos e identificando las respectivas rutas.

4.1 CÁLCULOS MANUALES DE LA CASA LA CALERA

4.1.1 Cálculo de la Red de Suministro de Agua Potable

Partiendo de la información recolectada dada por el diseño arquitectónico y utilizando las metodologías para diseñar el sistema hidráulico, basadas en la identificación de la ruta crítica, donde se selecciona el aparato más lejano, para este caso, la ducha; se deben tener en cuenta las pérdidas por fricción, velocidad media del flujo, entre otras.

Con relación a lo anterior, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Trazado de la red en la planta arquitectónica, teniendo en cuenta las derivaciones, ya que los tramos se calculan un instante antes de la derivación del nuevo tramo a abastecer.
- Características de los aparatos sanitarios, localizaciones, consumos (Unidades de Hunter) y presiones de funcionamiento.

- Trazado de la ruta crítica, identificando el punto más lejano hasta el medidor, teniendo en cuenta longitudes horizontales, verticales, materiales y accesorios.
- Cálculo de las longitudes equivalentes de los accesorios.
- Determinación de las propiedades hidráulicas del sistema, presiones, áreas, velocidades, caudales, coeficiente de fricción, Reynolds, y pérdidas unitarias.
- Verificación de los parámetros máximos y mínimos de diseño.

De acuerdo a esto, se obtienen los resultados vistos en el Anexo 3.1. 1. Suministro de Agua Potable.

4.1.2 Cálculo de la Red de Desagües

Con base en el sistema de aguas residuales, se debe brindar el confort a los usuarios, y que este a su vez se trabaja en condiciones de flujo libre, y ventilarse de manera natural, el procedimiento es el siguiente:

- Trazar la red en la planta arquitectónica teniendo en cuenta la localización de las bajantes más cercanas y el método de ventilación.
- Características de los aparatos sanitarios, detalles de conexión, consumos (Unidades de Hunter), pendiente, materiales.
- Cálculo de condiciones a tubo lleno, fuerza cortante, relaciones de llenado, y velocidad para los colectores.
- Cálculo de la capacidad de bajantes.

De acuerdo a esto, se obtienen los resultados vistos en el Anexo 3.1. 1. Suministro de Agua Potable..

4.1.3 Cálculo de la red de Gas de baja presión

Basados en la metodología de Renouard Lineal, para el cálculo de pérdidas en sistemas de baja presión, se propone el siguiente procedimiento:

- Trazado de la red en la planta arquitectónica, localizando los gasodomésticos.
- Cálculo de cada uno de los tramos de la red, garantizando 21 mBar en el punto más lejano.
- Cálculo de velocidades, acumulación de pérdidas.

De acuerdo a esto, se obtienen los resultados vistos en el Anexo 3.1. 3. Red de Gas.

A continuación, se comparan los resultados obtenidos de la aplicación Danahonet, realizando los procedimientos mencionados en el capítulo 3, ya que estas se elaboran a partir de la ruta crítica.

4.2 CÁLCULOS REALIZADOS CON LA APLICACIÓN DANAHONET

4.2.1 Cálculo de la Red de Suministro de Agua Potable

Para realizar el cálculo de la red de suministro de agua potable, en la aplicación se aplica con los mismos conceptos del capítulo 4.1.1, con la diferencia que no se realiza el trazado de la totalidad de los aparatos sanitarios, sino, la acumulación de unidades de Hunter asignadas en cada una de las zonas, esto permite un cálculo práctico y rápido, obteniendo un aproximación a la magnitud de los consumos que requiere una casa, edificio y/o apartamento, siguiendo las instrucciones descritas en el capítulo 3.1.

De acuerdo a lo anterior, se obtienen los resultados vistos en el Anexo 3.2. 1. Suministro de Agua Potable.

4.2.2 Cálculo de la Red de Desagües

En la aplicación se debe analizar la ubicación estratégica de los colectores y bajantes, suministrando las unidades acumuladas totales, es decir, las unidades de Hunter totales que llegan a las bajantes, y en el trazado del colector igual, siguiendo la metodología del capítulo 3.2.

De acuerdo a lo mencionado, se obtienen los resultados vistos en el Anexo 3.2. 2. Red de Desagües.

4.2.3 Cálculo de la red de Gas de baja presión

Para realizar el trazado de la red, se debe tener a la mano el consumo de los aparatos que requieren de gas y el diámetro de la tubería, siguiendo la metodología descrita en el capítulo 3.3.

De acuerdo a lo anterior, se obtienen los resultados vistos en el Anexo 3.2. 3. Red de Gas.

4.3 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS METODOLOGÍA CONVENCIONAL, RESPECTO A LA APLICACIÓN DANAHONET.

A continuación, se realiza la comparación de resultados obtenidos a partir de las metodologías, mencionadas anteriormente.

4.3.1 Cálculo de la Red de Suministro de Agua Potable

En la Tabla 8 y Figura 25, se observan los resultados de las respectivas metodologías, donde se evidencia que el margen de error está en un 0.58% con respecto a los resultados de la presión, que se puede dar debido a que las longitudes horizontales no son exactas, por la manipulación manual de la app al tratar de obtener una distancia similar, tomada por el Auto Cad que se hace en la manera convencional.

Tabla 8. Resultados Suministro de Red de Agua Potable (Metodología Convencional).

| Tramo | Diámetro | Longitud Tubería (m) | | | | J [m] | Presión [M.C.A] |
|-------|----------|----------------------|----------|------------|-------|-------|-----------------|
| | | Horizontal | Vertical | Accesorios | Total | | |
| 1 | | | | | | | 15 |
| 1-2 | 1/2 | 1.03 | 2.1 | 2.21 | 5.34 | 0.172 | 17.30 |
| 2-3 | 3/4 | 7.9 | 0 | 4.03 | 11.93 | 0.207 | 17.52 |
| 3-4 | 1 | 7.6 | 0 | 2.24 | 9.84 | 0.147 | 17.68 |
| 4-5 | 1 | 0.3 | 0 | 0.89 | 1.19 | 0.033 | 17.75 |
| 5-6 | 1 1/4 | 0 | 3 | 0.47 | 3.47 | 0.074 | 20.86 |
| 6-7 | 1 1/4 | 8.12 | 0.4 | 0.47 | 8.99 | 0.191 | 21.49 |
| 7-8 | 1 1/4 | 3.12 | 0 | 0.47 | 3.59 | 0.087 | 21.61 |
| 8-9 | 1 1/2 | 8.6 | 0 | 2.15 | 10.75 | 0.188 | 21.83 |
| 9-10 | 1 1/2 | 2.56 | 3 | 2.15 | 7.71 | 0.140 | 25.01 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Resultados Suministro de Red de Agua Potable (Metodología Danahonet).

| Danahonet | | | | | | | | |
|-----------|----------|----------------------------|---------------------|---------------|-----------------|------------|--------|--------------------|
| Tramo | Diámetro | Q m ³ / s | Horizonta l m | Vertical m | Accesorios m | Total m | J m | Presi ón mca |
| 1 | 0.0166 | 0.00 012 7 | 1.05 | 2.10 | 2.21 | 5.36 | 0.18 | 17.30 |
| 2 | 0.0236 | 0.00 023 4 | 7.90 | 0.00 | 4.03 | 11.93 | 0.22 | 17.53 |
| 3 | 0.0302 | 0.00 042 5 | 7.59 | 0.00 | 2.24 | 9.83 | 0.16 | 17.70 |
| 4 | 0.0302 | 0.00 061 7 | 0.30 | 0.00 | 0.89 | 1.19 | 0.04 | 17.77 |
| 5 | 0.03814 | 0.00 104 3 | 0.00 | 3.00 | 0.47 | 3.47 | 0.09 | 20.91 |
| 6 | 0.03814 | 0.00 104 3 | 8.11 | 0.40 | 0.47 | 8.98 | 0.23 | 21.58 |
| 7 | 0.03814 | 0.00 113 8 | 3.12 | 0.00 | 0.47 | 3.59 | 0.11 | 21.73 |
| 8 | 0.0546 | 0.00 159 1 | 8.60 | 0.00 | 2.15 | 10.75 | 0.10 | 21.86 |
| 9 | 0.0437 | 0.00 131 2 | 2.56 | 3.00 | 2.15 | 7.71 | 0.15 | 25.05 |
| 10 | 0.0166 | 0.00 002 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.06 |

Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

4.3.2 Cálculo de la Red de Desagües

En la **Tabla 9**, **Tabla 10**, **Figura 27** y **Figura 26**, se observan los resultados de las respectivas metodologías, donde se evidencia que el margen de error está en un 0.85% con respecto a los diferentes resultados, que se puede dar debido a que las longitudes horizontales no son exactas, por la manipulación manual de la app al trazar las redes y de obtener una distancia similar, tomada por el Auto Cad que se hace en la manera convencional, y además por qué al calcular en el Excel este

contempla todas los decimales, a diferencia de Danahonet al ingresar las formulas en su programación se tuvieron en cuenta hasta 4 décimas después de la coma (,).

Colectores

Tabla 9. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Colectores) (Metodología Convencional).

| Tramo | Unidades | Q | Qd | Yd | Vd | Dd | Ad | td |
|-------|------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------------------|----------------------|
| | Acumuladas | [m ³ /s] | [m ³ /s] | [m] | [m/s] | [m] | [m ²] | [Kg/m ²] |
| 1-2 | 13 | 0.00152 | 0.0015 | 0.042 | 0.62 | 0.031 | 0.0031 | 0.222 |
| 2-3 | 16 | 0.00169 | 0.0017 | 0.043 | 0.49 | 0.033 | 0.0033 | 0.137 |
| 3-4 | 20 | 0.00190 | 0.002 | 0.047 | 0.52 | 0.036 | 0.0036 | 0.145 |
| 4-5 | 23 | 0.00204 | 0.002 | 0.049 | 0.53 | 0.038 | 0.0039 | 0.149 |
| 5-6 | 35 | 0.00254 | 0.003 | 0.055 | 0.57 | 0.044 | 0.0045 | 0.160 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Colectores) (Metodología Danahonet).



Danahonet

| Tramo | Q m ³ /s | Unidades acumuladas | Qd m ³ /s | Yd m | Vd m/s | Dd m | Ad m | Td Kg/m ² |
|-------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------|-----------|---------|---------|-------------------------|
| 1 | 0.002 | 13 | 0.0015 | 0.0409 | 0.4785 | 0.0307 | 0.0030 | 0.1311 |
| 2 | 0.002 | 16 | 0.0017 | 0.0424 | 0.4899 | 0.0321 | 0.0032 | 0.1346 |
| 3 | 0.002 | 20 | 0.0019 | 0.0460 | 0.5153 | 0.0354 | 0.0035 | 0.1424 |
| 4 | 0.002 | 23 | 0.0020 | 0.0482 | 0.5300 | 0.0374 | 0.0037 | 0.1467 |
| 5 | 0.003 | 35 | 0.0025 | 0.0542 | 0.5709 | 0.0436 | 0.0043 | 0.1578 |

Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

Tabla 10. Resultados Red Instalaciones sanitarias Segunda caja (Colectores) (Metodología Convencional).

| Segunda Caja | | | | | | | | |
|--------------|------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------------------|----------------------|
| Tramo | Unidades | | Qd | Yd | Vd | Dd | Ad | td |
| | Acumuladas | [m ³ /s] | [m ³ /s] | [m] | [m/s] | [m] | [m ²] | [Kg/m ²] |
| 1-2 | 9 | 0.00125 | 0.0013 | 0.040 | 0.45 | 0.028 | 0.0027 | 0.123 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Resultados Red Instalaciones sanitarias Segunda Caja (Colectores) (Metodología Danahonet)

| Danahonet | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------|-----------|---------|---------|-------------------------|
|  | | | | | | | | |
| Tramo | Q m ³ /s | Unidades acumulada s | Qd m ³ /s | Yd m | Vd m/s | Dd m | Ad m | Td Kg/m ² |
| 1 | 0.001 | 9 | 0.0013 | 0.0396 | 0.4504 | 0.0273 | 0.0026 | 0.1214 |

Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

Bajantes

En la **Tabla 11** y **Figura 28**, se observan los resultados correspondientes al cálculo de las bajantes, donde se observa un error del 0.001%, debido que en este caso no se traza red en la aplicación, sino se indica la altura de los pisos, la cual no da error, como en las anteriores redes ya mencionadas.

Tabla 11. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Bajantes) (Metodología Convencional).

| # Bajante | Unidades | |
|-----------|----------|----------|
| | Total | Q (M3/s) |
| 1 | 20 | 0.0019 |
| 2 | 20 | 0.0019 |
| 3 | 20 | 0.0019 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Resultados Red Instalaciones sanitarias (Bajantes) (Metodología Danahonet).

|  Danahonet | | |
|--|-----------------|---------------------------|
| Piso | Unidades hunter | Caudal m3/s |
| 1 | 20 | 0.001897034272482 1368 |
| 2 | 20 | 0.001897034272482 1368 |
| 3 | 20 | 0.001897034272482 1368 |

Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

4.3.3 Cálculo de la red de Gas de baja presión

En la **Tabla 12** y **Figura 29**, se observan los resultados correspondientes al cálculo de la metodología del Gas, con un error del 0%.

Tabla 12. Resultados de la Red de suministro de Gas (Metodología Convencional).

| APTO | TRAMO | CAUDAL Q (m3/h) | Ø NOMINAL | LONG. TOTAL (m) | PERDIDAS DP (mbar) | | PRESIÓN INICIAL (mbar) | PRESIÓN FINAL (mbar) | VELOCIDAD (m/s) |
|-------|-------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------------|-----------|------------------------------|----------------------------|--------------------|
| | | | | | TRAMO | ACUMULADA | | | |
| Casa | 1-2 | 0.70 | 1/2 | 8.53 | 0.117 | 0.117 | 21.00 | 20.88 | 1.34 |
| | 2-3 | 0.90 | 1/2 | 7.20 | 0.156 | 0.273 | 20.88 | 20.73 | 1.72 |
| | 3-4 | 1.60 | 3/4 | 10.20 | 0.159 | 0.433 | 20.73 | 20.57 | 1.73 |
| | 4-5 | 1.60 | 3/4 | 5.76 | 0.090 | 0.523 | 20.57 | 20.48 | 1.73 |
| | 6-5 | 8.11 | 1 | 3.78 | 0.357 | 0.789 | 20.48 | 20.12 | 5.44 |
| | 5-7 | 9.71 | 1 | 1.26 | 0.165 | 0.688 | 20.12 | 19.96 | 6.51 |
| | 8-7 | 0.70 | 1/2 | 8.40 | 0.115 | 0.905 | 19.96 | 19.84 | 1.34 |
| | 7-9 | 10.41 | 1 1/2 | 4.92 | 0.092 | 0.780 | 19.84 | 19.75 | 2.96 |
| | 10-9 | 0.70 | 1/2 | 5.29 | 0.073 | 0.977 | 19.75 | 19.68 | 1.34 |
| | 9-11 | 11.11 | 1 1/2 | 7.08 | 0.149 | 0.929 | 19.68 | 19.53 | 3.16 |
| | 12-11 | 0.70 | 1/2 | 17.76 | 0.244 | 1.221 | 19.53 | 19.28 | 1.34 |
| 11-13 | 11.81 | 1 1/2 | 7.92 | 0.187 | 1.116 | 19.28 | 19.10 | 3.36 | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. Resultados de la Red de suministro de Gas (Metodología Danahonet).



Danahonet

| Tramo | Caudal m ³ /h | Diámetro m | Long Total m | Tramo Perd m | Acumulada | Presión inicial mbar | Presión final mbar | Velocidad m/s |
|-------|-----------------------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------|----------------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | 0.70 | 1/2 | 8.54 | 0.117 | 0.117 | 21.00 | 20.88 | 1.34 |
| 2 | 0.90 | 1/2 | 7.23 | 0.157 | 0.274 | 20.88 | 20.73 | 1.72 |
| 3 | 1.60 | 3/4 | 10.17 | 0.159 | 0.433 | 20.73 | 20.57 | 1.73 |
| 4 | 1.60 | 3/4 | 5.75 | 0.090 | 0.523 | 20.57 | 20.48 | 1.73 |
| 5 | 8.11 | 1 | 3.77 | 0.356 | 0.878 | 20.48 | 20.12 | 5.44 |
| 6 | 9.71 | 1 | 1.26 | 0.165 | 1.043 | 20.12 | 19.96 | 6.52 |
| 7 | 0.70 | 1/2 | 8.45 | 0.116 | 1.159 | 19.96 | 19.84 | 1.34 |
| 8 | 10.41 | 1 1/2 | 4.93 | 0.092 | 1.252 | 19.84 | 19.75 | 2.96 |
| 9 | 0.70 | 1/2 | 5.29 | 0.073 | 1.324 | 19.75 | 19.68 | 1.34 |
| 10 | 11.11 | 1 1/2 | 7.08 | 0.149 | 1.473 | 19.68 | 19.53 | 3.16 |
| 11 | 0.70 | 1/2 | 17.77 | 0.244 | 1.717 | 19.53 | 19.28 | 1.34 |
| 12 | 11.81 | 1 1/2 | 7.94 | 0.187 | 1.904 | 19.28 | 19.10 | 3.36 |

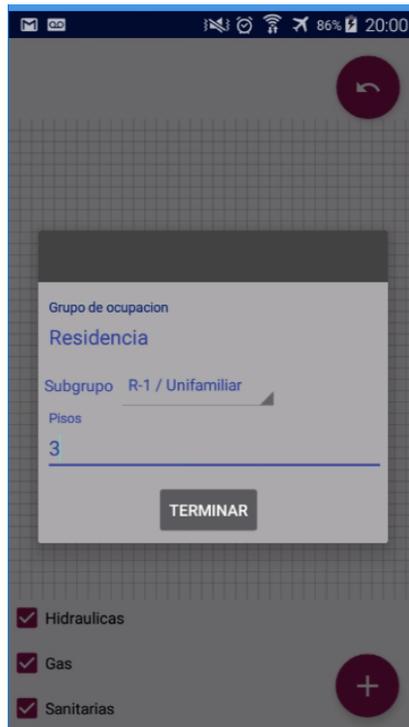
Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, y los errores evidenciados, podemos concluir que la aplicación es confiable, y su metodología da apoyo académico a los estudiantes para corroborar los resultados de sus ejercicios en clase y sus proyectos finales.

4.3.4 Cálculo de rociadores que requiere la Red Contra Incendio.

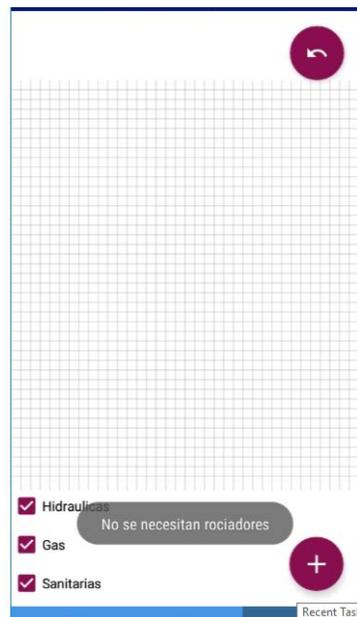
De acuerdo a l ejercicio aplicado, para este tipo de proyectos no requieren red contra incendio de acuerdo a la normatividad vigente, porque es una casa unifamiliar de 3 pisos, estos datos se ingresan a la aplicación y los resultados se observan en la Figura 30 y Figura 31.

Figura 30. Datos de Entrada



Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

Figura 31. Resultados RCI



Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

Sin embargo, Danahonet ayuda a reconocer la cantidad de rociadores que requiere un proyecto, de acuerdo al área de sótanos, zonas comunes y la cantidad de pisos.

En este caso se supone un ejemplo, para un edificio de 13 pisos, con área en sótanos de 100 m² y área en zonas comunes de 34.7m².

Sus resultados se observan en la **Figura 32 y Figura 33**.

Figura 32. Datos de Entrada RCI Ejemplo.

Grupo de ocupación
Residencia

Subgrupo R-2 / Multifamiliar

Pisos
13

Área sótano m²
100

Áreas comunes m²
34.7

TERMINAR

Hidraulicas

Gas

Sanitarias

Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

Figura 33. Resultados RCI Ejemplo.

|  Danahonet | | | | |
|---|------------------|-------|---------------|------------------|
| Grupo | Subgrupo | Pisos | Área a cubrir | Total rociadores |
| Residencial | R2 MultiFamiliar | 13 | 134.7 | 6 |

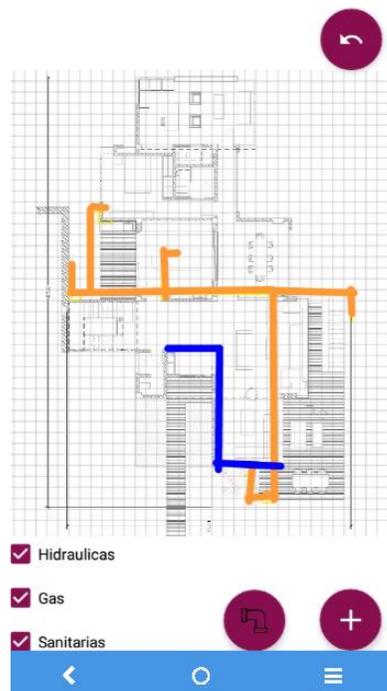
Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

4.3.5 Análisis de interferencias de trazados de red.

Danahonet, permite verificar si los trazados presentan alguna interferencia o no, para poder determinar si se requiere una relocalización de la red o por si el contrario es correcto.

Esta función la realiza con las opciones de la esquina inferior izquierda, donde puede seleccionar o des seleccionar para hacer dicha verificación como se observa en la Figura 34.

Figura 34. Interferencia de Redes.

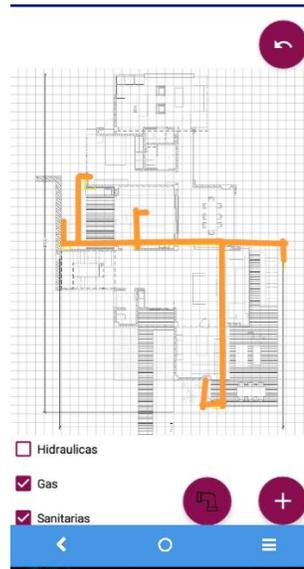


Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que no presenta interferencias la red de gas e hidraulica, esto se puede resolver indicando que la red del gas la instalen por la parte superior y la red de suministros por el piso.

En la Figura 35, se observa que si se deselecciona la red hidraulica, esta desaparece y se puede continuar trazando la red gas.

Figura 35. Función Interferencia de redes.



Fuente: Elaboración propia (Resultados obtenidos desde Danahonet).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Danahonet es la primera herramienta en el cálculo de las instalaciones hidrosanitarias, permite generar innovación en el área de ingeniería civil, demostrando que podemos involucrar la tecnología, como un apoyo en el área académica y profesional.
- Este tipo de herramientas requieren de dedicación y validación para que sean óptimas, por esto esta versión será de alcance académico para la universidad católica, ya que el acceso solo será para aquellas personas que cuenten con correo institucional.
- A la hora de realizar el trazado de la red, se debe analizar muy bien la arquitectura, para identificar la zona crítica, ya que la app internamente toma el primer punto con la presión mayor de 15 m.c.a, que es la ducha, y si llega a iniciar desde otro punto; los resultados que arroje la app, no serán los correctos.
- Danahonet es una herramienta de cálculo, lo que quiere decir que si el usuario ingresa mal los datos, sobre eso ella trabajara, y no quiere decir que la programación de la app este mal, sino la lógica en que ingreso la información no es adecuada; es como los programas de modelado para estructuras, si le ingresas información errónea igual te arroja un modelo, pero esto no quiere decir que sea el correcto y que el programa este mal.
- Se recomienda que el usuario que utilice Danahonet, tenga un conocimiento en área de instalaciones hidrosanitarias, ya que los datos que se ingresan, tienen que ver con los cálculos de las pérdidas de accesorios y las unidades de hunter, que es información tomada del libro de Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones de Rafael Pérez Carmona, la cual son tablas establecidas y definidas por un caudal determinado, la cual no se introdujo en el código de la app, para que esta no fuera pesada y extensa en su desarrollo.
- Se recomienda que la arquitectura de los planos que ingresen sea en formato png, para realizar su trazado, y las dimensiones de escala de plano corresponda con las dimensiones del apartamento, casa, etc., ya que la aplicación a partir de estas medidas, aproximara la longitud de la red.
- Danahonet, se creó con el objetivo, de tener una herramienta de diseño para instalaciones hidrosanitarias al alcance de la mano, para resolver situaciones de interferencias en cualquier momento, y poder analizar la red, en caso de tener que hacer modificaciones.

- Danahonet, es una aplicación que requiere por parte del usuario un conocimiento previo sobre el diseño de redes hidrosanitarias, de gas y RCI, para que pueda ingresar la información necesaria, para calcular la red, y comprender las pérdidas de la red, la presión que requiere y el tipo de medidor.
- El usuario podrá activar el trazado de todas las redes y determinar si existen interferencias entre sí, para proponer un nuevo trazado, o por si el contrario es el óptimo.
- Danahonet, es una herramienta de apoyo académico para los estudiantes de ingeniería civil que estén cursando Instalaciones hidrosanitarias y otros que tengan relación con el tema; de igual forma deben corroborarse los cálculos por aparte para que estén seguros en su totalidad, ya que deben tener en cuenta que es por la metodología de Darcy Weisbach y Longitudes equivalentes, y otras personas pueden desarrollarla con una metodología diferente.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTRO, N., GARZON, J. y ORTIZ, R., 2006. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS PROBABLES INSTANTÁNEOS, EN EDIFICACIONES DE DIFERENTE TIPO. ,
- CHOW, V. Te, 1982. *Hidráulica de los canales abiertos*. S.l.: Editorial Diana. ISBN 9681313275.
- DESCALCIFICADOR, 2017. Agua Potable: La historia de la potabilización del Agua - Descalcificador10. 18/01/2017 [en línea]. [Consulta: 27 abril 2019]. Disponible en: <https://descalcificador10.com/agua-potable-historia/>.
- FIN, P., CARRERA, D.E., ARANAZ, J., TUTORA, T. y CAMPO VÁZQUEZ, C., 2009. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA EN INFORMÁTICA DESARROLLO DE APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES SOBRE LA PLATAFORMA ANDROID DE GOOGLE. . S.l.:
- HERNANDEZ, MARTIN; GARCIA, A., 2008. Especificaciones técnicas CONAIF-SEDIGAS para la certificación de instaladores de gas. Materias comunes Tipos A, B y C Parte 17. Cálculo de instalaciones receptoras. . S.l.:
- ISAÍAS ANAYA-DURAND, A., ISRAEL CAUICH-SEGOVIA, G., FUNABAZAMA-BÁRCENAS, O. y ALFONSO GRACIA-MEDRANO-BRAVO, V., 2014. Evaluación de ecuaciones de factor de fricción explícito para tuberías / Evaluation of explicit friction factor equations for pipes. . S.l.:
- MINISTERIO DE AMBIENTE, vivienda y desarrollo territorial, 2010. Construcción Sismo Resistente Nsr-10. , pp. 1-60.
- NFPA 13, 1996. Norma para la Rociadores Edición 1996. ,
- PÉREZ CARMONA, R., 2010. *Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones*. S.l.: Ecoe Ediciones. ISBN 9789586486774.
- PÉREZ CARMONA, R., 2017. *Instalaciones Hidrosanitarias, De Gas Y De Aprovechamiento De Aguas Lluvias*. S.l.: s.n. ISBN 0021-9193 (Print)n0021-9193 (Linking).
- RAFAEL PEREZ CARMONA, 2017. *Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones*. Ecoe Edici. Bogotá D.C: 2017. ISBN 9789587714968.
- Robert Manning y su fórmula para calcular la velocidad del agua | Galed & Asociados Constructora. 25/11/2015 [en línea], 2015. [Consulta: 28 abril 2019]. Disponible en: <https://gyaconstructora.wordpress.com/2015/11/25/robert-manning-y-su-formula-para-calculer-la-velocidad-del-agua/>.
- ROZO, W. y DIAZ, S., 2018. *GUÍA PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE REDES CONTRA INCENDIO, MEDIANTE EL ESTUDIO DE CASO DEL EDIFICIO LA QUINTA (CHAPINERO, BOGOTÁ D.C.)*. S.l.: PILOTO DE COLOMBIA.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA., C., 2012. *Gestión y ambiente*. S.l.: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

Anexo 1. Memorias de Calculo - Regresión Lineal.

Ver: [Anexos\Anexo 1. Regresión Lineal](#)

Anexo 2. Procedimientos de Programación de las redes

Ver: [Anexos\Anexo 2. Procedimiento de programación de las redes](#)

Anexo 3. Registros del Ejemplo Aplicado.

Anexo 3 - 1. Cálculos Convencionales.

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.1 Cálculos Convencionales](#)

Anexo 3.1. 1. Suministro de Agua Potable.

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.1 Cálculos Convencionales\3.1.1 Suministro de Agua Potable](#)

Anexo 3.1. 2. Red de Desagües.

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.1 Cálculos Convencionales\3.1.2 Red de Desagues](#)

Anexo 3.1. 3. Red de Gas

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.1 Cálculos Convencionales\3.1.3 Red de Gas](#)

Anexo 3 - 2. Cálculos Danahonet

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.2 Cálculos con Danahonet](#)

Anexo 3.2. 1. Suministro de Agua Potable.

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.2 Cálculos con Danahonet\3.2.1 Suministro de Agua Potable](#)

Anexo 3.2. 2. Red de Desagües

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.2 Cálculos con Danahonet\3.2.2 Red de Desagues](#)

Anexo 3.2. 3. Red de Gas

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.2 Cálculos con Danahonet\3.2.3 Red de Gas](#)

Anexo 3.2. 4. Red Contra Incendios

Ver: [Anexos\Anexo 3. Validación de la aplicación\3.2 Cálculos con Danahonet\3.2.4 Red Contra Incendios](#)

Anexo 4. Anteproyecto.

Ver: [Anexos\Anexo 4. Anteproyecto](#)