

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS
DE REDES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA DE INTERÉS
SOCIAL MULTIFAMILIAR**

CLAUDIA VIVIANA JIMENEZ CHICAEME

JUAN GABRIEL RATIVA GRIJALBA

FABIO VELANDIA CÁRDENAS



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – JUNIO DE 2018

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS
DE REDES HIDROSANITARIAS EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA DE INTERÉS
SOCIAL MULTIFAMILIAR**

CLAUDIA VIVIANA JIMENEZ CHICAEME

JUAN GABRIEL RATIVA GRIJALBA

FABIO VELANDIA CÁRDENAS

Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Recursos Hídricos.

ASESOR:

INGENIERO CIVIL, MSC.

DIEGO ALEJANDRO PULGARÍN MONTOYA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – JUNIO DE 2018



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.

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN.....	8
2	ABSTRACT.....	9
3	INTRODUCCIÓN.....	10
4	GENERALIDADES.....	11
4.1	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	11
4.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
4.2.1	<i>Antecedentes del problema.....</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Pregunta de investigación.....</i>	<i>11</i>
4.3	JUSTIFICACIÓN.....	12
4.4	OBJETIVOS.....	12
4.4.1	<i>Objetivo general.....</i>	<i>12</i>
4.4.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>12</i>
5	MARCOS DE REFERENCIA.....	14
5.1	MARCO TEÓRICO.....	14
5.1.1	<i>Costos en instalaciones hidrosanitarias.....</i>	<i>14</i>
5.1.2	<i>Bases de diseño para estimación de costos redes hidrosanitarias.....</i>	<i>16</i>
5.2	MARCO NORMATIVO.....	17
5.2.1	<i>Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.....</i>	<i>17</i>
6	METODOLOGÍA.....	18
6.1	FASES DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA Y LA APLICACIÓN.....	18
6.1.1	<i>Fase 1: Identificación del problema y definición de variables de entrada.....</i>	<i>18</i>
6.1.2	<i>Fase 2: Elaboración de diseños modulares.....</i>	<i>18</i>
6.1.3	<i>Fase 3: Base de datos de costos.....</i>	<i>19</i>
6.1.4	<i>Fase 4: Desarrollo de la aplicación.....</i>	<i>20</i>
6.1.4.1	<i>Generación de costos en planta:.....</i>	<i>20</i>
6.1.4.2	<i>Generación de costos en verticales suministro:.....</i>	<i>22</i>
6.1.4.3	<i>Generación de Costos en verticales desagües:.....</i>	<i>23</i>
7	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	25

7.1	ENCUESTAS	25
7.2	DISEÑOS MODULARES	30
7.2.1	<i>MODULOS EN PLANTA</i>	31
7.2.2	<i>MODULOS VERTICALES</i>	33
7.2.3	<i>MODULOS VERTICAL DESAGUES</i>	33
7.2.4	<i>MODULOS VERTICAL SUMINISTRO</i>	35
7.3	BASES DE DATOS DE COSTOS	38
7.4	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN Y VALIDACIÓN.....	43
7.4.1	<i>DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN</i>	43
7.4.1.1	Generalidades	43
7.4.1.2	Instructivo.....	44
7.4.1	<i>PRUEBAS</i>	51
8	CONCLUSIONES	55
9	BIBLIOGRAFÍA	56
10	LISTADO DE ANEXOS	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA DE PROCESO PLANTA DESAGÜES	21
FIGURA 2. DIAGRAMA DE PROCESOS PLANTA SUMINISTRO.....	22
FIGURA 3. DIAGRAMA DE PROCESOS RED VERTICAL DE SUMINISTRO	23
FIGURA 4. DIAGRAMA DE PROCESOS RED VERTICAL DE DESAGÜES	24
FIGURA 5. PLANTA VISIBLE DE ARQUITECTURA – BAÑO OPCIÓN 1	31
FIGURA 6. DISEÑO RED DE SUMINISTRO – BAÑO OPCIÓN 1	32
FIGURA 7. DISEÑO RED DE DESAGÜES – BAÑO OPCIÓN 1	32
FIGURA 8. DISEÑO RED DE DESAGÜES – MÓDULO DUCTO COMPARTIDO BAÑOS PISO	34
FIGURA 9. MÓDULO VERTICAL SUMINISTRO –UNA CAJILLA 4 MEDIDORES POR PISO	36
FIGURA 10. MÓDULO VERTICAL SUMINISTRO –2 CAJILLAS DE 2 MEDIDORES POR PISO	37
FIGURA 11. PESTAÑA 1: PROYECTOS V.I.S.	44
FIGURA 12. PESTAÑA 2: MATERIALES	45
FIGURA 13. CREACIÓN DE PROYECTO – DATOS BÁSICOS	46
FIGURA 14. CREACIÓN DEL PROYECTO – SELECCIÓN DE CAJILLAS	47
FIGURA 15. EDICIÓN DEL PROYECTO – SELECCIÓN DE DUCTOS.....	48
FIGURA 16. EDICIÓN DEL PROYECTO – HERRAMIENTA DE EDICIÓN	49
FIGURA 17. EDICIÓN DEL PROYECTO – DATOS DE TIPOLOGÍA.....	49
FIGURA 18. EDICIÓN DEL PROYECTO – SELECCIÓN DE MÓDULOS.....	50
FIGURA 19. EDICIÓN DEL PROYECTO – GENERACIÓN RESULTADOS	50
FIGURA 20. RESULTADOS COMPARATIVOS PRUEBA 1	53
FIGURA 21. RESULTADOS COMPARATIVOS PRUEBA 2	53
FIGURA 22. RESULTADOS COMPARATIVOS PRUEBA 3	54

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. NÚMERO MÍNIMO DE APARATOS. FUENTE: NTC 1500 CÓDIGO COLOMBIANO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS.	16
TABLA 2. LISTADO DE CANTIDADES DE OBRA RED DE DESAGÜE BAÑO 1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	39
TABLA 3. EJEMPLO MÓDULO DE METRO LINEAL DE TUBERÍA DESAGÜES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	40
TABLA 4. LISTADO DE CANTIDADES DE OBRA RED DE SUMINISTRO BAÑO 1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	40
TABLA 5. LISTADO DE CANTIDADES DE OBRA RED DE SUMINISTRO AGUA CALIENTE BAÑO 1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	41
TABLA 6. EJEMPLO MÓDULO DUCTO COMPARTIDO BAÑOS PISO 6. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	42
TABLA 7. EJEMPLO MÓDULO DE VERTICAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	43
TABLA 8. LISTADO DE PRUEBAS, FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	51

1 RESUMEN

Todo proyecto de vivienda requiere redes de suministro de agua potable para satisfacer necesidades vitales de sus habitantes, a su vez, es necesario contar con instalaciones sanitarias para la evacuación de las aguas residuales y aguas lluvias, por esta razón las instalaciones técnicas se deben contemplar desde la etapa de prefactibilidad de los proyectos, para lo cual se requiere estimar los costos de dichos sistemas de una manera fácil y confiable.

El propósito de este trabajo es desarrollar una metodología implementada a través de una aplicación que permita calcular un presupuesto de instalaciones hidrosanitarias para edificios de vivienda de interés social multifamiliar en la etapa de prefactibilidad, para lo cual se parte de bases de datos de costos reales de insumos y mano de obra y de diseños preestablecidos los cuales se ajustan a la normatividad, con ésta información y luego de definir los parámetros básicos de entrada se programa una aplicación que permite al interesado ingresar datos arquitectónicos básicos y obtener de salida los costos de las instalaciones, basados en los diseños preestablecidos.

Para el desarrollo de la aplicación se establecen cuatro fases; una inicial que es la identificación de variables de entrada mediante encuestas para determinar las necesidades de los profesionales involucrados en estudios de prefactibilidad de proyectos, una segunda fase comprende generación de diseños modulares de los diferentes espacios (baños, cocinas, puntos fijos) que se pueden tener en edificaciones de vivienda de interés social multifamiliar, la tercera fase es el procesamiento de las bases de datos de costos, y la fase final es el desarrollo de la aplicación. Una vez han finalizados estos procesos se procede a realizar las pruebas y ajustes, para posteriormente validar los resultados con costos reales de proyectos ejecutados y finalmente se documentan los resultados.

Palabras clave: Instalaciones hidrosanitarias, costos, presupuestos, vivienda de interés social, metodología, gerencia de proyectos, aplicación.

2 ABSTRACT

Every housing project requires water supply networks to meet the vital needs of its habitants, in turn, it is necessary to have sanitary networks for wastewater and rainwater drainage, for this reason, the technical facilities must be contemplated from the pre-feasibility stage of the projects, for which it is necessary to estimate the costs of said systems in an easy and reliable way.

The purpose of this work is to develop a methodology implemented through an application that allows calculating a budget of hydro-sanitary networks for multi-family social housing buildings in the pre-feasibility stage, It is based on data bases of real costs of inputs, manpower and pre-established designs which comply with the regulations, with this information and after defining the basic input parameters, an application is programmed that allows the interested part to login basic architectural data and to obtain the costs of the installations , based on pre-established designs.

For the development of the application four phases are established; an initial that is the identification of input variables through surveys to determine the needs of the professionals involved in pre-feasibility studies of projects, a second phase comprises the generation of modular designs of the different spaces (bathrooms, kitchens, fixed points) that can be have in multi-family social housing, the third phase is the processing of cost databases, and the final phase is the development of the application. Once these processes have been completed, the tests and adjustments are carried out, in order to subsequently validate the results with real costs of executed projects and finally document the results.

Keywords: Hydrosanitary networks, costs, budgets, social interest housing, methodology, project management, application.

3 INTRODUCCIÓN

Actualmente la estimación de los costos de las instalaciones hidrosanitarias en la etapa de planeación de los proyectos, se hace con la información de obras similares o a partir de estimados que en ocasiones suelen ser poco efectivos, pues no se cuenta con herramientas facilitadoras que permitan realizar esta tarea de manera rápida, esto plantea la necesidad desarrollar una metodología implementando un software que permita calcular presupuestos de una manera ágil, sencilla y confiable, esta aplicación permitirá estimar los costos de proyectos de vivienda de interés social multifamiliar en la etapa de prefactibilidad, para redes de suministro de agua potable, agua caliente, red de aguas residuales y bajantes de aguas lluvias tomando como base una torre tipo.

La interfaz de usuario del software permite ingresar variables de entrada como características arquitectónicas y técnicas de instalaciones hidrosanitarias, también cuenta con múltiples opciones para elegir configuraciones arquitectónicas de baños, cocinas y zonas de ropas.

4 GENERALIDADES

4.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistemas hidrosanitarios

4.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.2.1 Antecedentes del problema

En el ejercicio de la ingeniería es primordial determinar con precisión y confiabilidad los diferentes componentes técnicos que constituyen un proyecto, planificando la mejor manera de llevarlo a cabo invirtiendo la menor cantidad de recursos. No obstante, las variables que deben definirse en la planeación de un proyecto son numerosas y se deben valer de un análisis cuidadoso.

Para los proyectos de vivienda de interés social multifamiliar es fundamental que los recursos económicos sean bien administrados y para tener éxito en esta labor, es importante lograr la correcta definición y proyección de costos de los sistemas técnicos (arquitectura, estructura, instalaciones, etc.) en una etapa temprana de la planificación, sin embargo, en esta fase los proyectos cuentan con información limitada, que muchas veces no es suficiente para analizar con precisión las variables que componen el proyecto y se hace necesario desarrollar herramientas que reduzcan la brecha entre los presupuestos planificados y los costos ejecutados.

4.2.2 Pregunta de investigación

¿Cómo se puede estimar el costo de instalaciones hidrosanitarias para un proyecto de vivienda multifamiliar de una manera sencilla y confiable en etapa de prefactibilidad?

4.3 JUSTIFICACIÓN

Durante la etapa de planeación de los diferentes proyectos de construcción de vivienda, un tema que cobra importancia son las instalaciones, hidráulicas y sanitarias, debido a su papel en la funcionalidad y confort de las personas, por esto es indispensable cuantificar su costo como parte del presupuesto total de las edificaciones. Lo anterior lleva al planteamiento del interrogante respecto al costo de dichas instalaciones, pregunta que requiere rapidez y precisión en su respuesta lo cual la mayoría de las veces no es fácil, debido a que no se cuenta con el diseño, ni con las especificaciones o cantidades de obra, por tanto, se convierte en un proceso arduo que demanda tiempo y mantiene incertidumbre entre lo planificado y lo realmente ejecutado.

4.4 OBJETIVOS

4.4.1 Objetivo general

Desarrollar una aplicación informática que permita al usuario calcular costos para redes de suministro de agua potable, agua caliente, red de aguas residuales y lluvias, de un determinado edificio de vivienda de interés social multifamiliar en la etapa de prefactibilidad, de una manera sencilla, rápida y confiable.

4.4.2 Objetivos específicos

Conocer la percepción de profesionales involucrados en la planeación de proyectos, respecto a las herramientas y metodologías que se tienen para estimar los costos de instalaciones en vivienda de interés social multifamiliar y las necesidades que presentan en la estimación de dichos costos.

Construir alternativas de diseño modular de instalaciones hidrosanitarias para múltiples alternativas de espacios (baños, cocinas y puntos fijos) soportado en la normativa vigente, para la

implementación en edificaciones de vivienda de interés social multifamiliar, así mismo, conformar para cada diseño modular el listado de ítems y cantidades.

Elaborar una base de costos con cada uno de los insumos requeridos para la ejecución de las instalaciones hidrosanitarias en edificaciones de vivienda de interés social multifamiliar, para una torre tipo.

Desarrollar una aplicación que sea de fácil comprensión para un profesional del área técnica en la planeación de proyectos, con preguntas que el interesado pueda contestar fácilmente y le permitan calcular al costo de las instalaciones hidrosanitarias de un proyecto personalizado por el mismo usuario.

Validar los costos generados por la aplicación, comparándolos con presupuestos definitivos de proyectos de vivienda de interés social multifamiliar construidos.

5 MARCOS DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 Costos en instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones sanitarias e hidráulicas representan un ámbito muy importante de cualquier edificación. El agua es un recurso esencial en la vida de toda persona y con las instalaciones se garantiza el abastecimiento de esta, por otra parte, luego de usarla es desechada para lo cual se requieren redes sanitarias. El costo, unidades, y características depende del diseño, de las dimensiones de cada vivienda y de las necesidades y gustos de quienes las habitan. La estimación de costos no es un proceso sencillo debido a que, involucra tener un diseño definido, especificar las redes, contar con el despiece de cada una de las unidades sanitarias y además, tener un posterior análisis de precios unitarios. (Rodríguez, 2015)

La literatura muestra que la estimación de costos para las instalaciones hidrosanitarias, por lo general va ligada a la elaboración de un diseño previo el cual se orienta a encontrar diámetros que mejor se ajusten a los requerimientos hidráulicos y por consiguiente el menor costo, procesos que demandan tiempo y un amplio avance en el proyecto, lo cual durante la etapa de prefactibilidad de los proyectos es imposible, ejemplo de lo expuesto anteriormente es la metodología propuesta en una investigación donde se obtienen diseños de mínimo costo y confiables para redes de distribución, la cual está totalmente basada en las restricciones hidráulicas. (Chávez, W. A. Z. 2015).

La estimación de costos para licitaciones de proyectos de construcción, es una de las tareas más críticas en la industria de la arquitectura, la ingeniería, la construcción y la gestión de instalaciones, esto consume tiempo y está sujeto a errores, debido a la complejidad de trabajo y la desviación causada por la representación bidimensional tradicional de los diseños. Uno de las herramientas para minimizar este riesgo es la tecnología Building Information Modeling (BIM), la cual permite una posible solución a estos problemas a través del intercambio de datos, donde

se tienen en cuenta los temas clave para la estimación de costos conforme a especificaciones de acuerdo a los datos de modelos de diseño, tomando como base la estimación de costos para los diferentes componentes de los proyecto, como la arquitectura, la estructura, las instalaciones, para esto se establece un modelo, se presenta una aplicación mediante mapa de procesos y algoritmos para desarrollo de un prototipo de aplicación de software basada en BIM para la estimación del costo y los resultados de la aplicación del prototipo en un proyecto de construcción real. (Ma, Wei, & Zhang, 2013). Como se describe anteriormente la estimación de costos en este caso es un proceso que requiere un diseño previo, unas especificaciones y bases de datos, lo cual demanda tiempo.

El trabajo titulado “Un modelo de estimación de costos conceptual híbrido para grandes proyectos de construcción”, describe la estimación del costo conceptual como una tarea desafiante en el tiempo, por las limitaciones de información y presenta un modelo de estimación de costos conceptual híbrido práctico para grandes proyectos de construcción, incluyendo edificios de uso mixto múltiple, en el modelo, se pueden usar dos métodos diferentes, estimación basada en ensamblaje y estimación histórica basada en datos, juntos o por separado en el paquete de trabajo, mientras que un edificio de uso mixto se considera una combinación única de espacios múltiples para diferentes usos. La comparación de las dos estimaciones reduce la incertidumbre asociada con el uso de la información limitada del proyecto en la fase inicial. (Kim, Seo, & Hyun, 2012).

El uso práctico de la estimación conceptual automatizada se ha logrado, a través de un enfoque integral y realista, la aceptación del usuario y la confianza en la estimación final y el uso eficiente de datos históricos incompletos. Un estudio de caso que utilizó ocho grandes proyectos de construcción encontró que el modelo híbrido propuesto puede mejorar la precisión y la confianza de quienes hacen las proyecciones en las estimaciones conceptuales. (Kim, Seo, & Hyun, 2012).

El costo de construcción, de mantenimiento, y reparación de instalaciones hidráulicas y sanitarias, de acuerdo con la ocupación, la edad, el material, la longitud de las tuberías y el tamaño de los sistemas en 63 edificios, obteniendo las correlaciones en edificios comerciales y residenciales, muestran que la longitud, el material y el tamaño de las tuberías, proporcionan buenos parámetros para determinar los costos de construcción de los sistemas. (Wong, 2002).

5.1.2 Bases de diseño para estimación de costos redes hidrosanitarias

A continuación, se hace la descripción de los aspectos a tener en cuenta para entender y desarrollar el presente trabajo.

Para determinar el costo de las instalaciones hidrosanitarias se parte de variables como son la tipología de las viviendas, el número mínimo de aparatos (sanitarios, lavamanos, duchas, lavaplatos, lavaderos y lavadoras) solicitado, así como las especificaciones de calidad y diámetros requeridos en función de la cantidad de aparatos de cada unidad habitacional de acuerdo con la normatividad. Para este tipo de redes se utilizará tuberías y accesorios en policloruro de vinilo (PVC). A continuación, se muestra la tabla 1, la cual recomienda el número mínimo de aparatos para uso residencial (verificar tabla con NTC 1500 Tercera actualización)

Tabla 1. Número mínimo de aparatos. Fuente: NTC 1500 Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

N	Clasificación	Ocupación	Inodoros		Lavamanos		Bañeras/ Regaderas	Otros
			Masculino	Femenino	Masculino	Femenino		
	Residencial	Apartamentos	1 por unidad habitacional		1 por unidad habitacional		1 por unidad habitacional	1 fregadero de cocina por unidad habitacional; una conexión para lavapropas

5.2 MARCO NORMATIVO

5.2.1 Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias

Norma NTC -1500 CÓDIGO COLOMBIANO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS (tercera actualización 16/08/2017): Esta norma presenta disposiciones aplicables al montaje, la instalación, la modificación, las reparaciones, la reubicación, el reemplazo, la ampliación, el uso o el mantenimiento de sistemas hidráulicos y sanitarios, aplicable a nivel nacional.

NS-128 (Norma Técnica de Servicio de la EAB 23/07/2009): Lineamientos generales para diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias internas, aplicable en Bogotá.

RAS Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (resolución 0330 junio 08 de 2017) aplicable a nivel nacional.

6 METODOLOGÍA

6.1 FASES DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA Y LA APLICACIÓN

Para lograr el objetivo de este proyecto, el trabajo a desarrollar se divide en 4 fases las cuales se detallan a continuación.

6.1.1 Fase 1: Identificación del problema y definición de variables de entrada

En esta etapa se busca delimitar el alcance de la metodología a desarrollar reuniendo las variables de entrada de la aplicación, para lograrlo se hacen entrevistas con profesionales que participen en la planeación técnica de proyectos de vivienda multifamiliar. Las preguntas están orientadas a identificar las necesidades y los intereses que puedan tener dichos profesionales buscando que la aplicación se construya para resolverlas, así mismo, se busca delimitar el alcance de la aplicación a la configuración más común en edificaciones de vivienda de interés social multifamiliar. Para esto, se encuesta a un grupo de 25 profesionales que actualmente están involucrados con la planeación de este tipo de proyectos.

6.1.2 Fase 2: Elaboración de diseños modulares

El diseño modular de las instalaciones consiste en definir los trazados, longitudes y diámetros tanto en plantas como en verticales de las redes de suministro de agua potable, agua caliente, red de aguas residuales y lluvias, cumpliendo con los parámetros establecidos en los documentos referenciados en el marco normativo. Se define como modular debido a que, en los proyectos de vivienda de interés social multifamiliar, los espacios son similares en cuanto a su distribución arquitectónica.

Para llevar a cabo los prediseños, se recopilan plantas arquitectónicas básicas de múltiples alternativas de baños y cocinas, estos espacios en una vivienda de interés social por su

naturaleza son limitados en área, por tanto, las alternativas para la ubicación de los aparatos sanitarios en los espacios son reducidas. Los apartamentos VIS en su gran mayoría cuentan con uno o dos baños y un espacio de ropas compartido, siguiendo el principio de optimización de costos.

6.1.3 Fase 3: Base de datos de costos

Se realiza la recopilación de todos los elementos que componen las instalaciones hidráulicas y sanitarias en una edificación de interés social multifamiliar de acuerdo al alcance identificado en el punto anterior, el listado maestro se elabora teniendo en cuenta lo siguiente:

Los insumos se definen como los materiales o ítem que hacen parte integral de las instalaciones hidráulicas (suministro agua fría y agua caliente) y sanitarias (aguas residuales y aguas lluvias).

El costo de cada ítem se compone del valor unitario del insumo y el valor unitario de la mano de obra asociada a la instalación de este material.

Los ítems principales que se incluyen son los siguientes: Tubería de PVC (presión, sanitaria), accesorios (codos, yees, uniones, niples, entre otros) soldadura para uniones, registros (válvulas de corte), cajillas para medidores.

Los ítems que no se incluyen son los siguientes: medidores, componentes de las redes de gas natural y sistema contra incendio, aparatos sanitarios, equipos de bombeo, tanques.

Los precios consignados corresponden a promedios de precios de proyectos reales, actualizados al año 2018, será necesario tener en cuenta la variación anual de costos dentro del desarrollo de la aplicación.

6.1.4 Fase 4: Desarrollo de la aplicación

6.1.4.1 Generación de costos en planta:

La aplicación parte de la definición de las variables de entrada, las cuales se establecen en la primera fase, teniendo en cuenta las diferentes configuraciones de apartamentos. El software permitirá al usuario definir una edificación de hasta 6 pisos, hasta 4 apartamentos por piso y hasta 4 tipologías diferentes de apartamento.

Tipologías de apartamento: Una vez el usuario define las variables de entrada, puede definir para cada tipología el número y tipo de baños (1 o 2) y el tipo de espacio de cocina y ropas que más se aproximen a su proyecto arquitectónico, esto se podrá elegir a partir de un pliego de imágenes.

Una vez establecidos los espacios para cada tipología, se debe indicar la distancia desde cada espacio hasta el ducto de evacuación, el programa enlazará los módulos correspondientes a la selección del usuario y los listados de cantidades con el listado maestro de costos, al totalizar por el número de pisos se obtendrá el costo de las instalaciones en planta.

A continuación, se muestran los diagramas de procesos con el procedimiento de la aplicación para determinar el costo de las instalaciones en planta para redes de desagües y suministro.

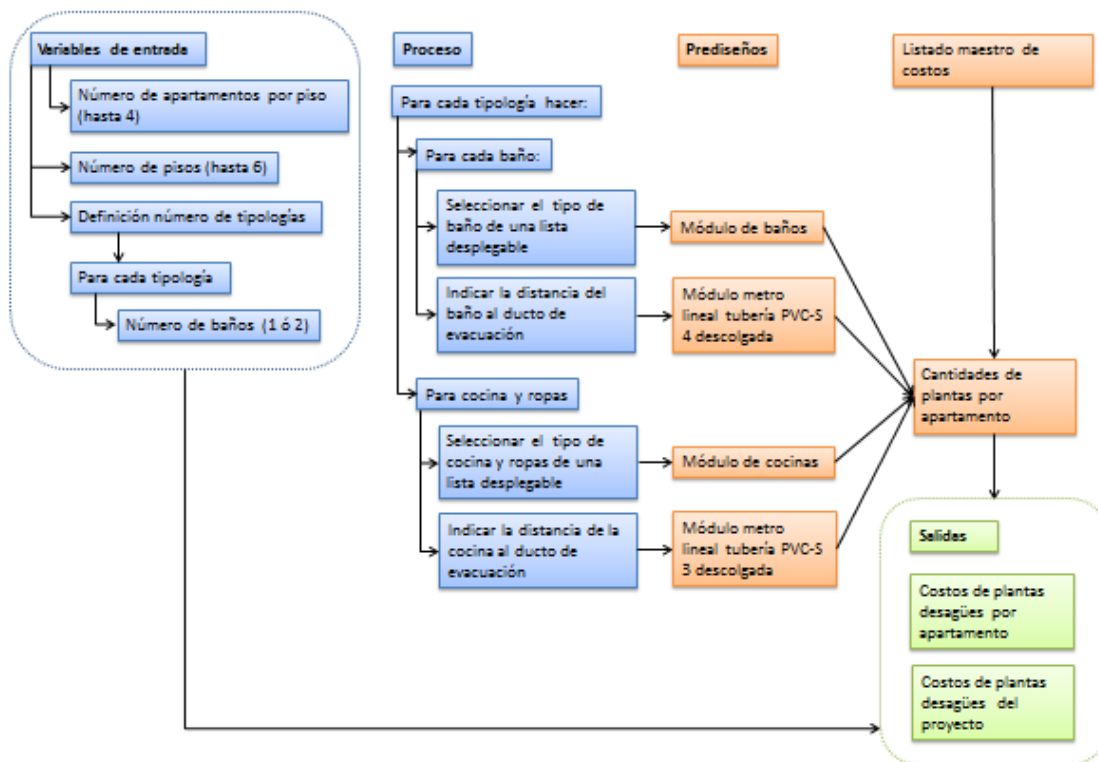


Figura 1. Diagrama de proceso planta desagües

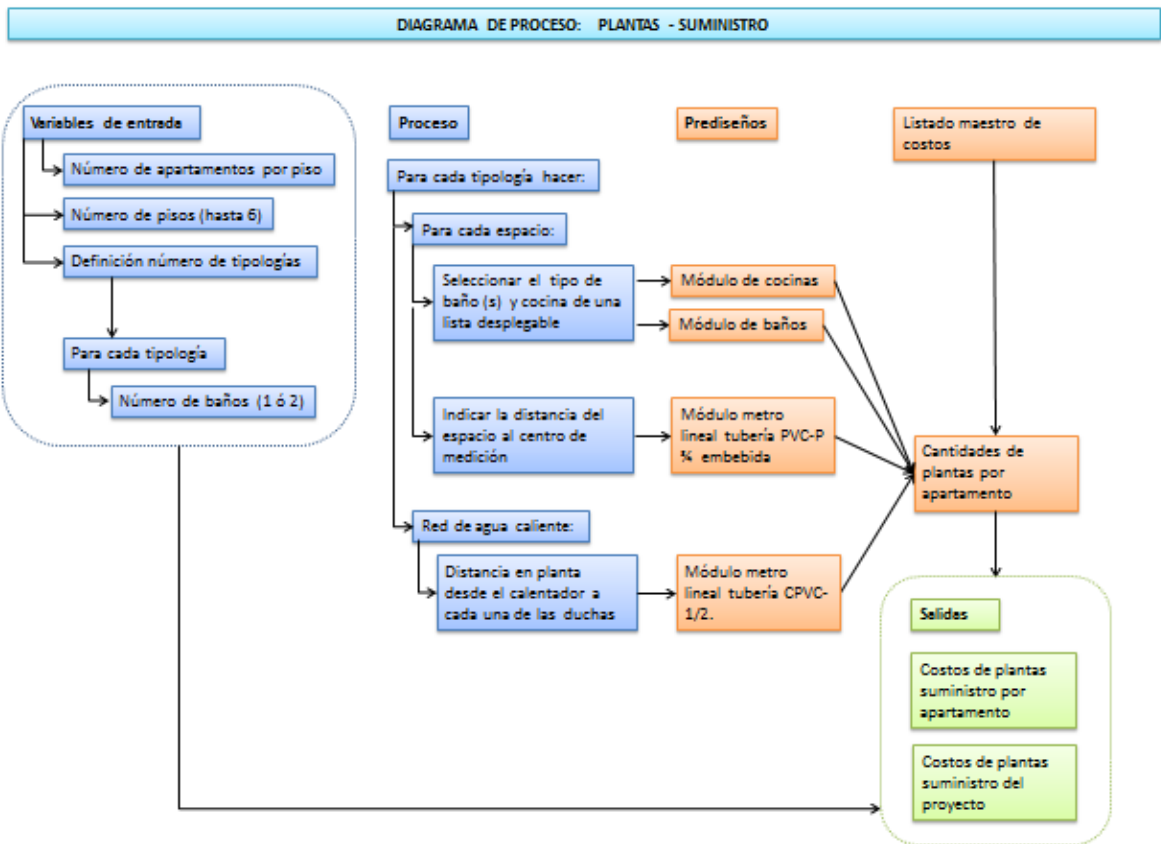


Figura 2. Diagrama de procesos planta suministro

6.1.4.2 Generación de costos en verticales suministro:

Para el caso de las cajillas, el usuario deberá definir entre dos opciones: una cajilla de cuatro medidores, o dos cajillas de dos medidores por piso. Como el número de pisos ya fue definido anteriormente, el software acumula internamente los valores de dichos módulos para la torre completa y procede a enlazar los módulos de la tubería vertical que corresponda a la tipología escogida, dependiendo también del número de pisos. De esta forma se obtienen las cantidades totales de la red vertical (punto fijo) de distribución de agua potable de toda la torre.

Luego el sistema genera el listado total de materiales, incluyendo el precio asociado a cada ítem el cual ya está cargado en la base de datos del software.

A continuación, se muestran los esquemas de procesos con el procedimiento de la aplicación para determinar el costo de las instalaciones de la red vertical (punto fijo) de suministro.

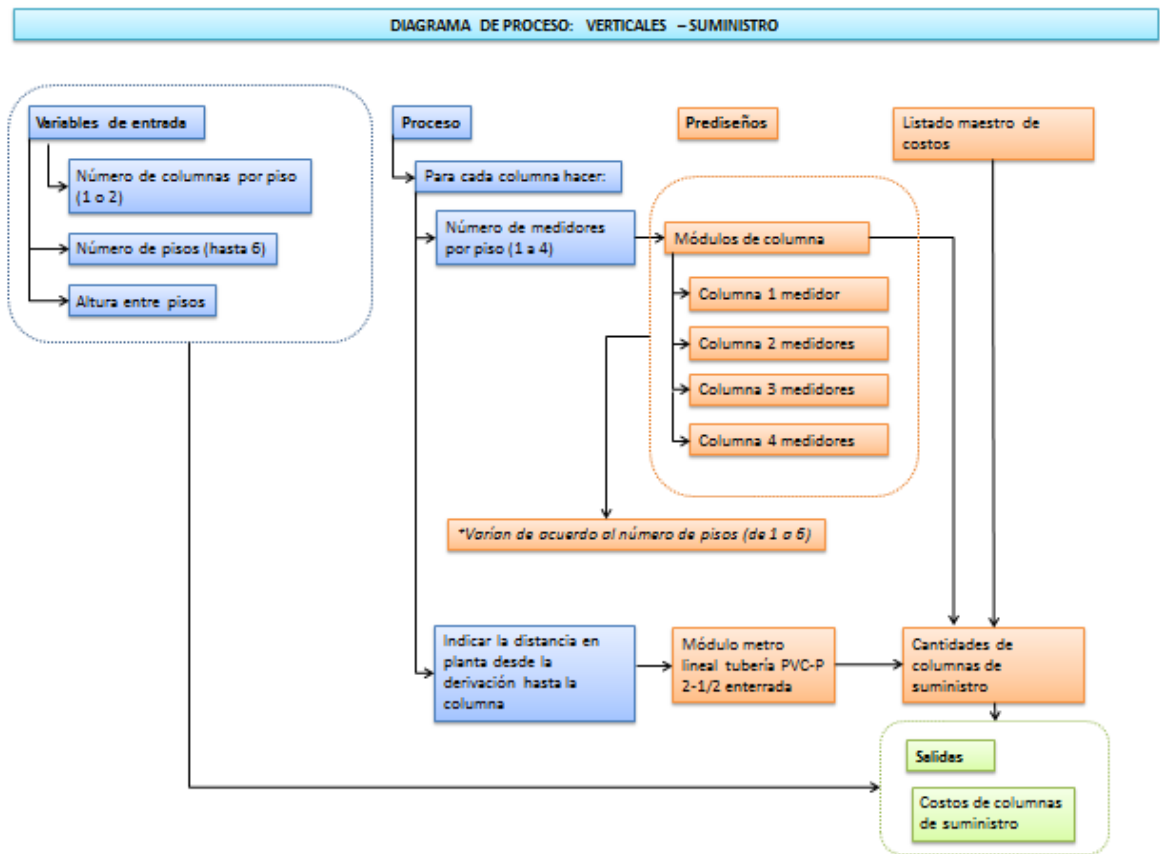


Figura 3. Diagrama de procesos red vertical de suministro

6.1.4.3 Generación de Costos en verticales desagües:

Se incluyen los módulos de ductos para desagües, que corresponden a los diseños y cantidades de accesorios tuberías y soportes, estos permiten realizar las conexiones de cada uno

de las plantas, para la conducción final de las redes de desagües hasta piso 1. Para esto el usuario deberá definir entre las diferentes opciones de módulos de ductos para baños, bajantes de aguas lluvias, y ducto cocinas-ropas.

Luego el sistema genera el listado total de materiales, incluyendo el precio asociado a cada ítem el cual ya está cargado en la base de datos del software.

A continuación, se muestran el esquema de procesos con el procedimiento de la aplicación para determinar el costo de las instalaciones de la red vertical (punto fijo) de desagües.

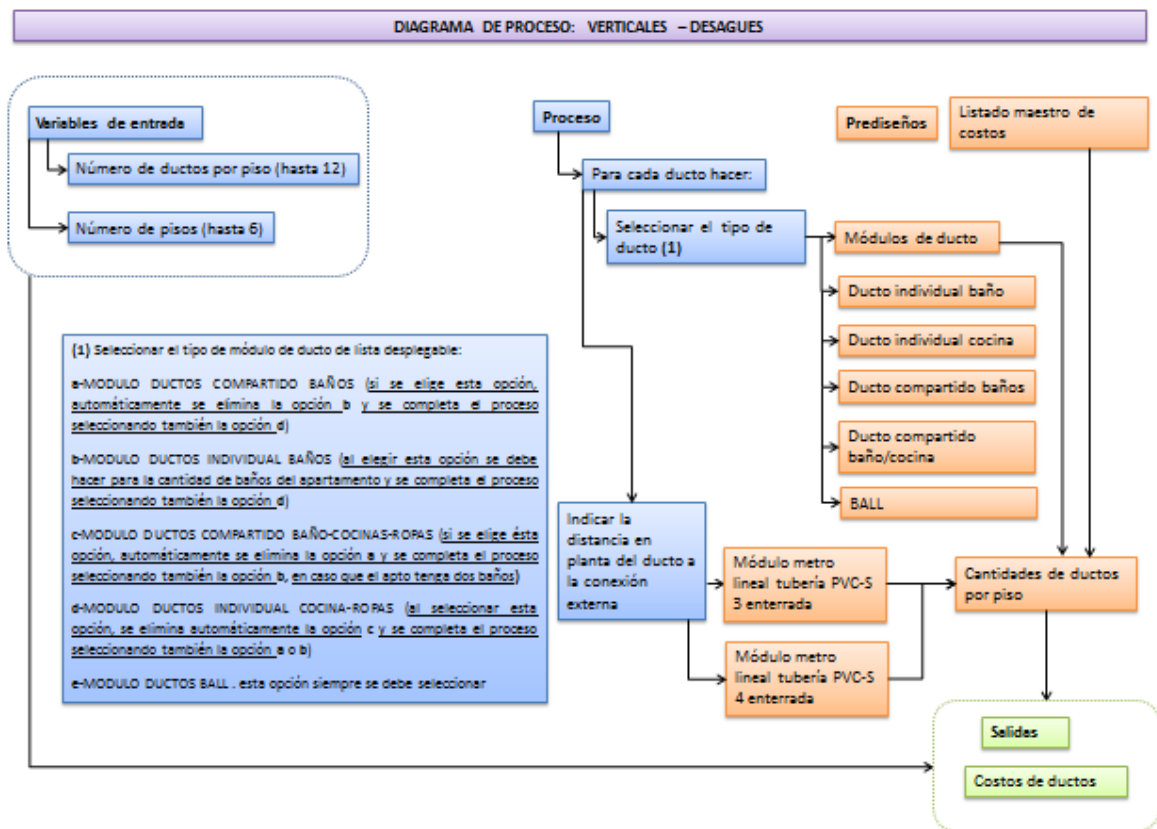


Figura 4. Diagrama de procesos red vertical de desagües

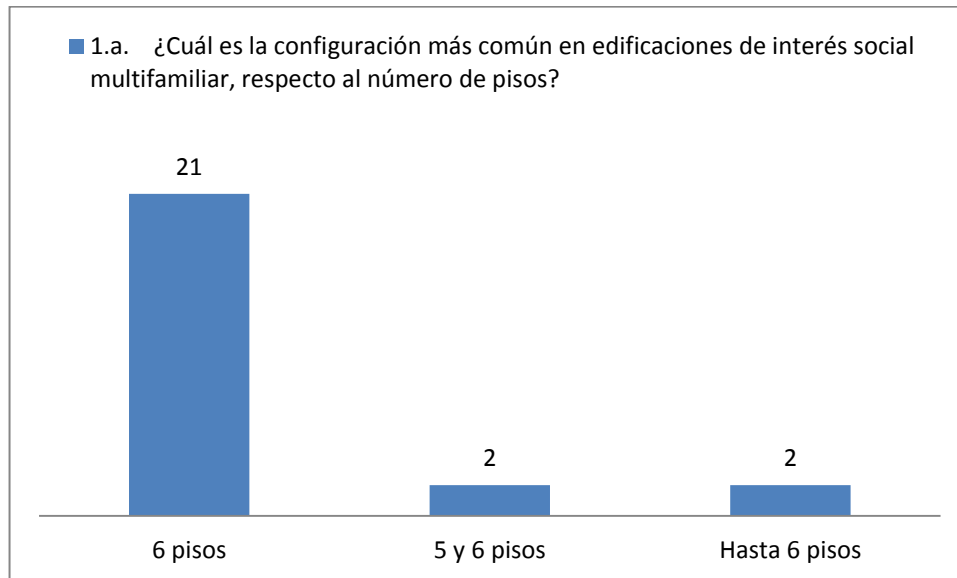
7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

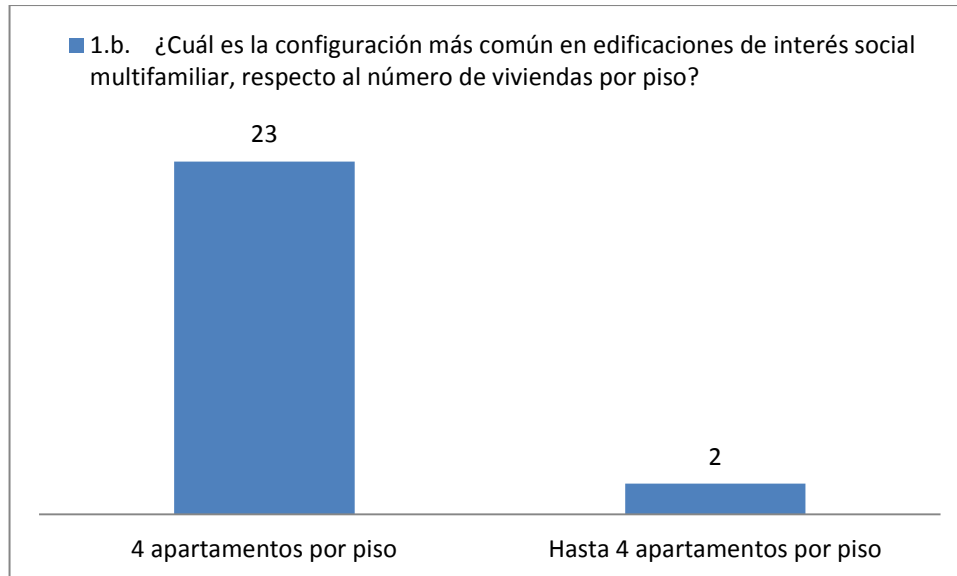
7.1 ENCUESTAS

Dentro de la encuesta se hizo un total de 7 preguntas cuya finalidad y resultados se describe a continuación:

Pregunta 1: ¿Cuál es la configuración más común en edificaciones de interés social, respecto al número de viviendas por piso y respecto al número de pisos?

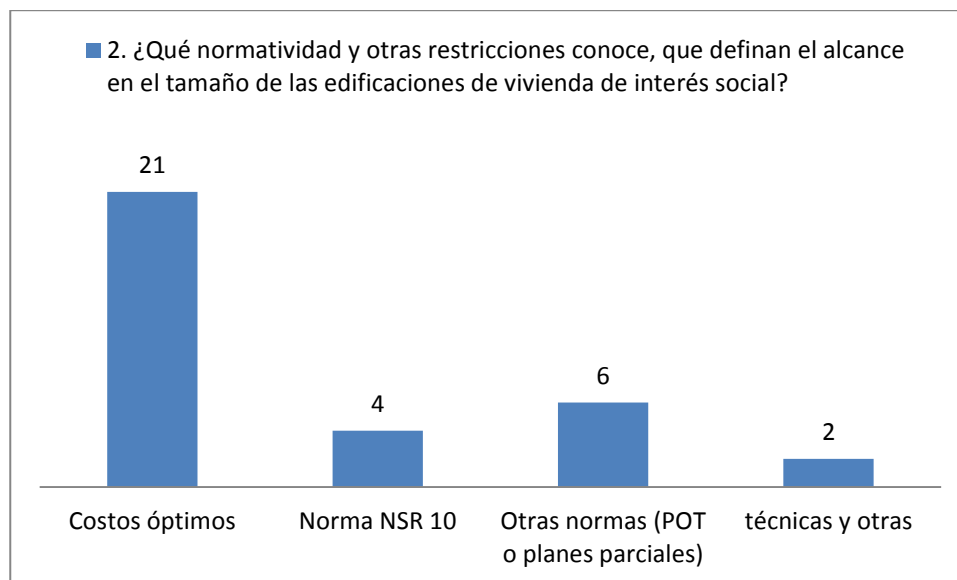
La finalidad de esta pregunta abierta es identificar la configuración más común en este tipo de vivienda para definir dos variables de entrada de la aplicación: número de pisos y número de apartamentos por piso. Se establece que es común que las edificaciones de vivienda VIS tengan hasta 6 pisos de altura y hasta 4 apartamentos por piso.





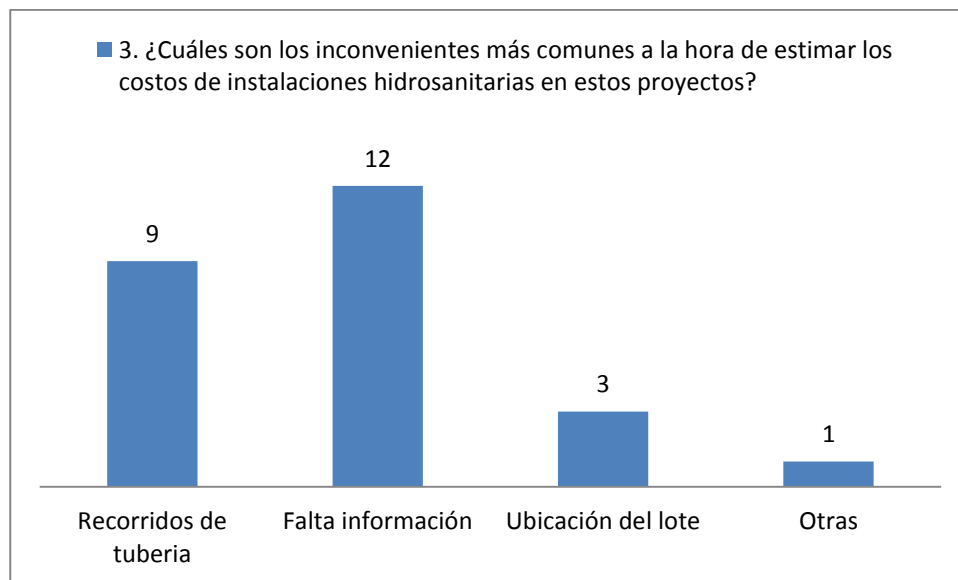
Pregunta 2: ¿Qué normatividad y otras restricciones conoce, que definan el alcance en el tamaño de las edificaciones de vivienda de interés social?

Esta pregunta busca sustentar los resultados de la pregunta anterior, se logra entender que las restricciones son de tipo normativo y de optimización de costos. Construir edificaciones más grandes trae consigo otras variables de orden normativo que incrementan el costo directo de los proyectos (escaleras, ascensores, entre otros) y por esta razón son menos comunes.



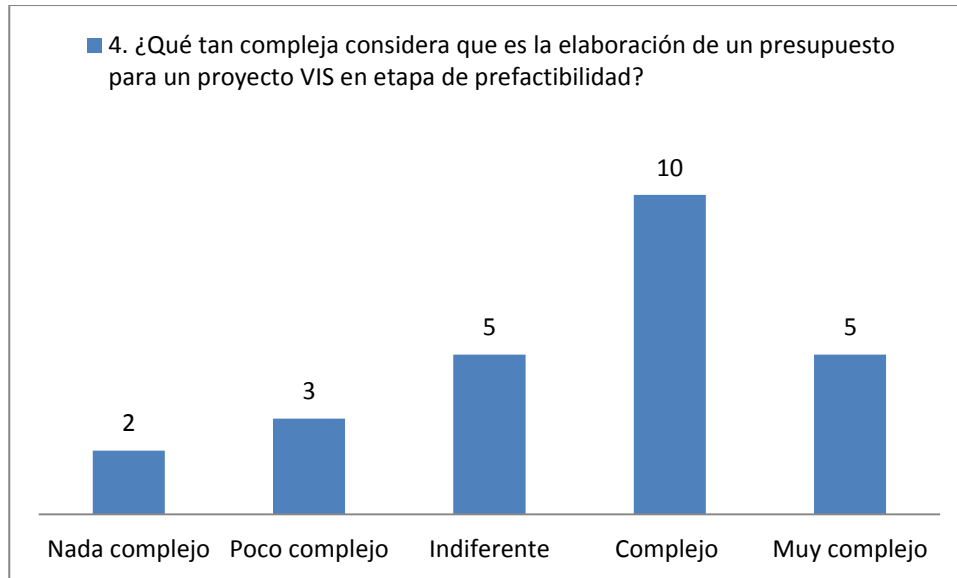
Pregunta 3: ¿Cuáles son los inconvenientes más comunes a la hora de estimar los costos de instalaciones hidrosanitarias en estos proyectos?

Con esta pregunta se busca identificar las necesidades y dificultades que tienen los proyectistas a la hora de estimar costos, toma un peso importante el recorrido de las tuberías dado que en la etapa de prefactibilidad no se cuenta con diseños, así mismo, la falta de información referente a estos, constituye una dificultad importante percibida por los profesionales encuestados.



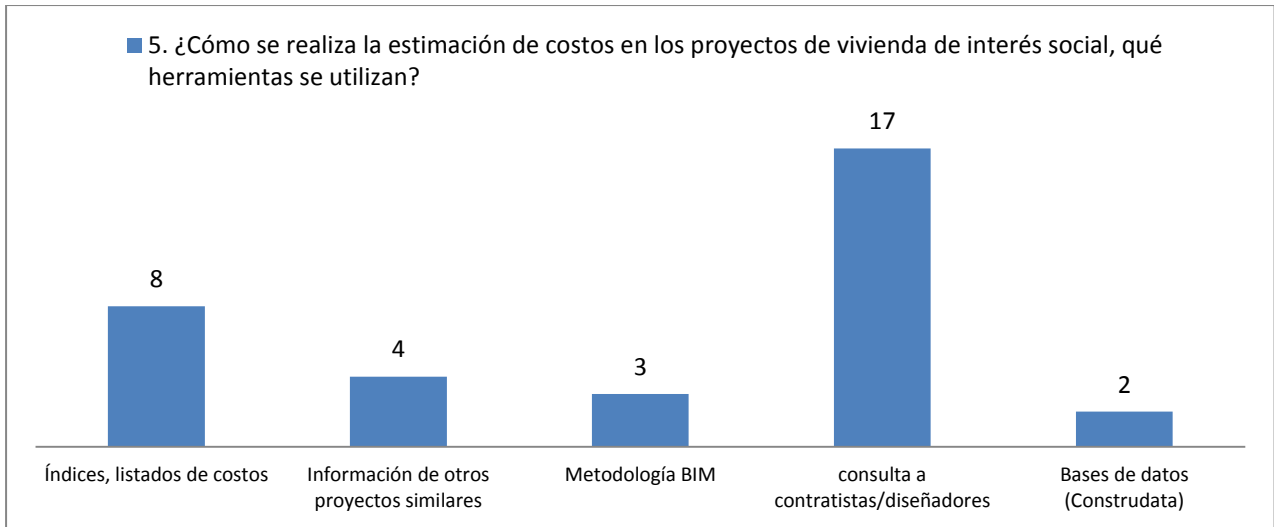
Pregunta 4: ¿Qué tan compleja considera que es la elaboración de un presupuesto para un proyecto VIS en etapa de prefactibilidad?

En general, se percibe complejidad a la hora de elaborar presupuestos con las herramientas disponibles.



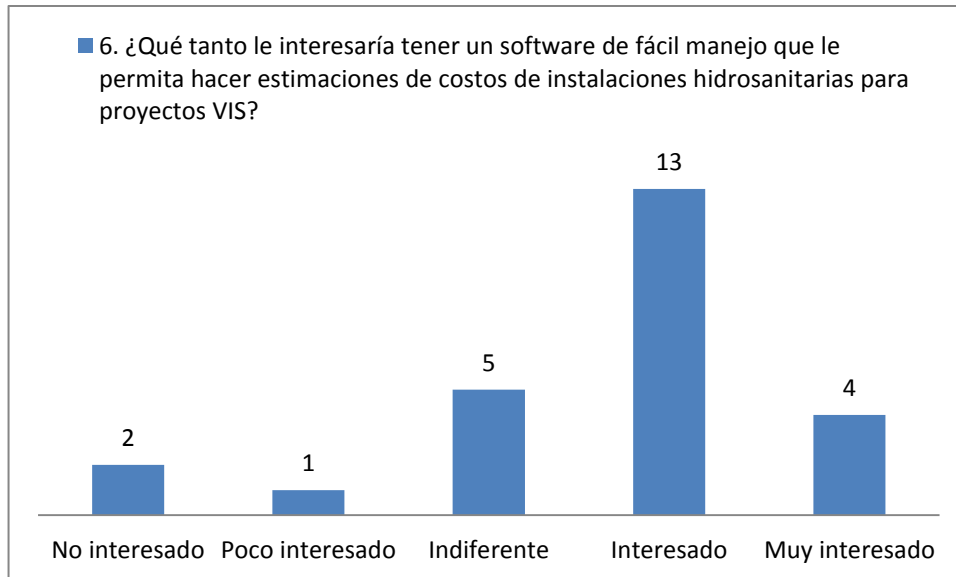
Pregunta 5: ¿Cómo se realiza la estimación de costos en los proyectos de vivienda de interés social, qué herramientas se utilizan?

Esta pregunta servirá para identificar qué herramientas y procedimientos existen actualmente, es común presupuestar con los costos de ejecución de proyectos similares, así como el creciente uso de la metodología BIM aunque la mayor frecuencia es la consulta a los profesionales del área hidráulica. Se entiende que existe la necesidad de implementar una metodología simple y específica que simplifique los procesos de obtención de cantidades y presupuestos.



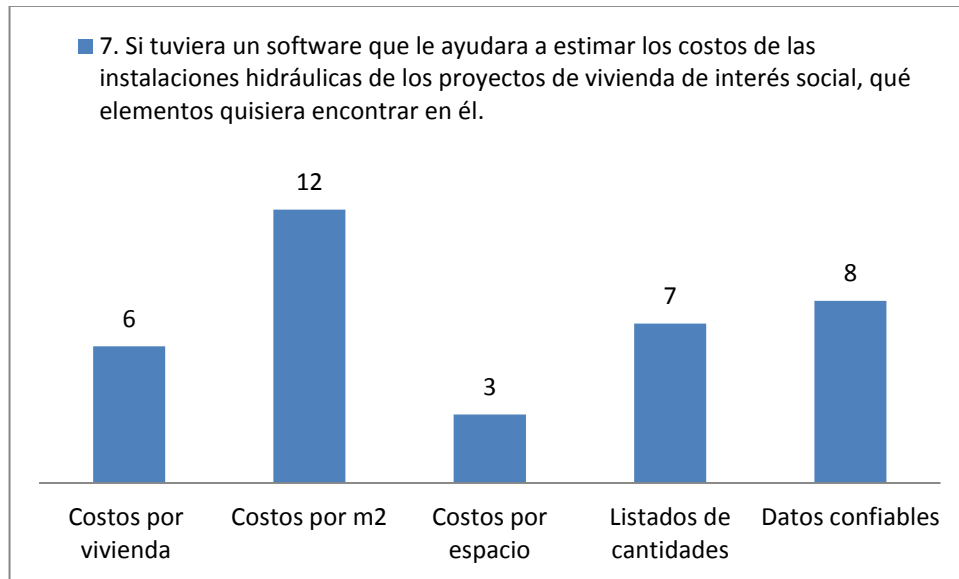
Pregunta 6: ¿Qué tanto le interesaría tener un software de fácil manejo que le permita hacer estimaciones de costos de instalaciones hidrosanitarias para proyectos VIS?

Con esta pregunta se evalúa el interés que los profesionales pueden tener en la presente metodología, los encuestados manifiestan la necesidad real de contar con una herramienta que facilite los procesos de proyección de costos.



Pregunta 7: ¿Si tuviera un software que le ayudara a estimar los costos de las instalaciones hidráulicas de los proyectos de vivienda de interés social, qué elementos quisiera encontrar?

Una vez se conoce la necesidad de los profesionales, se orienta la encuesta a saber qué tipo de variables de salida son las requeridas en sus análisis de costos, los profesionales encuestados coinciden en solicitar costos por unidad (por vivienda, por área) y los listados de cantidades.



7.2 DISEÑOS MODULARES

Se define como módulo, el conjunto de diseño y cantidades, asociados a cada espacio o tramo de tubería con características definidas de acuerdo a la arquitectura. Dadas las características constructivas de las viviendas de interés social multifamiliar, esto nos facilita replicar los diferentes módulos, debido a que el sistema constructivo y las restricciones de costos no permiten construir diferentes tipologías de apartamentos en una misma torre.

Se incorporan en el análisis 8 opciones de baño completo (con ducha), un baño social (sin ducha) y 10 opciones de cocina con espacio para ropas (lavadero y lavadora), como ejemplo se muestra la figura 1 y las demás opciones se pueden ver en el anexo 1 y 2.

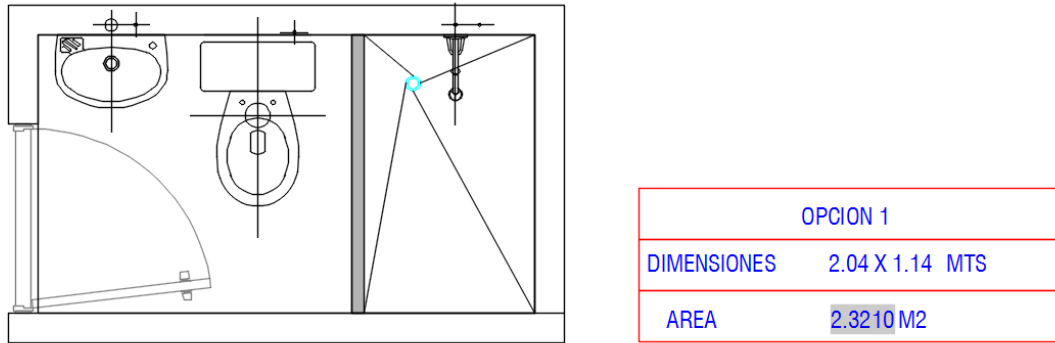


Figura 5. Planta visible de arquitectura – baño opción 1

Para cada una de las opciones de baños, cocinas - ropas y módulos verticales, se procede a realizar el diseño tipo de redes de desagües y suministro.

7.2.1 MODULOS EN PLANTA

El diseño de los módulos en planta comprende los trazados de las redes de desagües, suministro de agua fría y caliente con sus respectivos diámetros, accesorios y soportes necesarios dentro de cada zona (baño, ropas, cocina), como ejemplo se muestran las figuras 2 y 3, las demás opciones se pueden ver en los anexos 1 y 2.

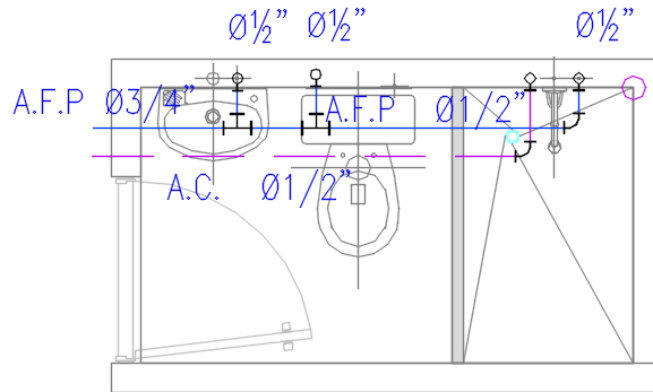


Figura 6. Diseño red de Suministro – baño opción 1

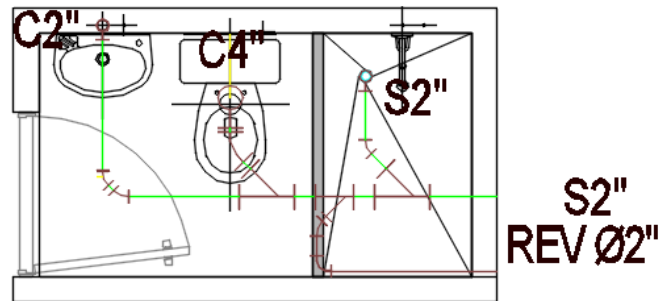


Figura 7. Diseño red de desagües – baño opción 1

Una vez se tienen definidos los módulos por espacio, se incluyen los módulos denominados “metro lineal de tubería” cuya función es generar el conteo de los recorridos horizontales de tubería desde los espacios hasta los ductos verticales, estos módulos serán incorporados por el usuario cuando este indique la distancia entre el espacio y el ducto vertical previsto para este.

7.2.2 MODULOS VERTICALES

Para la generación de los módulos verticales y los costos, se tiene establecido que la altura libre de los pisos es de 2.20m, obedeciendo a la altura libre mínima permitida en este tipo de edificaciones, adicionalmente, se considera un espesor de placa entre piso de 0.10m lo cual significa que la altura total de cada piso será de 2.30m.

7.2.3 MODULOS VERTICAL DESAGUES

Luego de definir los módulos en planta de desagües para las opciones de baños, ropas, y el módulo metro lineal, se incluyen los módulos de ductos para desagües, que corresponden a los diseños y cantidades de accesorios tuberías y soportes, dichos módulos permiten realizar las conexiones de cada uno de los módulos en planta para la conducción final de las redes de desagües hasta pisos 1.

Para llevar a cabo lo anterior se incluyen seis opciones de módulos de ductos, “módulo ductos compartidos baños piso”, “módulo ducto individual baños piso”, “modulo ducto compartido cocinas-ropas piso” y “módulo individual cocinas-ropas piso”, “ módulo baños-cocinas-ropas piso”, “módulo BALL piso” y además para cada una las opciones de piso 1 a 6, los ductos compartidos corresponden conductos de tuberías por los cuales se conectan dos baños o dos cocinas-ropas, y a los individuales se conecta solo un módulo. A continuación, se presenta el ejemplo de un módulo ducto de desagües (Figura 8Figura 8. Diseño red de desagües – Módulo ducto compartido baños piso).

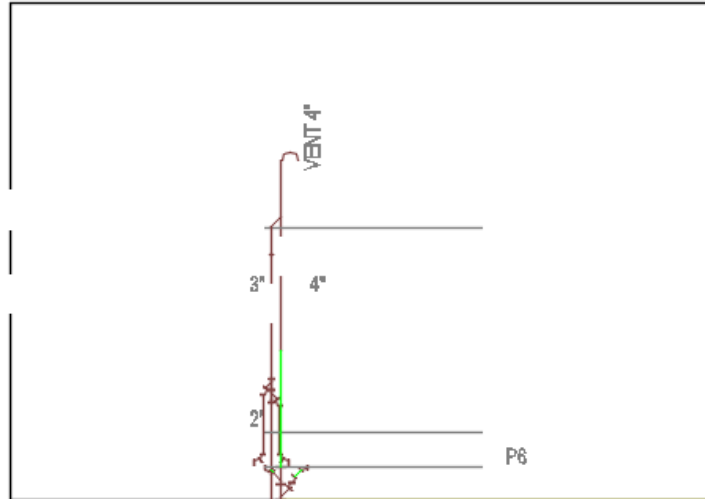


Figura 8. Diseño red de desagües – Módulo ducto compartido baños piso

Le elección del tipo de módulo de ducto depende de la disposición arquitectónica de los espacios de cada apartamento, así como de la cantidad de ductos disponibles, previamente definidos en el proyecto arquitectónico.

El dimensionamiento de las redes de desagües de cada uno de los módulos de bajantes, está basado en la norma NTC 1500, y responde a la cantidad de unidades de descarga de cada módulo de desagües en planta.

Los diseños de los módulos de bajantes de aguas lluvias “módulo BALL piso”, están basados en la norma NTC 1500, por tanto, el diámetro considerado para los diseños modulares corresponde a bajantes de 4” (pulgadas), que son las dimensiones más comunes en este tipo de edificaciones y permiten el adecuado desempeño de las condiciones hidráulicas. La cantidad de bajantes a emplear está en función del área de la cubierta de la torre de apartamentos que se esté proyectando.

7.2.4 MODULOS VERTICAL SUMINISTRO

Es la red que distribuye el agua potable, desde la entrada a la torre en piso 1 (después de la válvula de corte general) y va hasta la cubierta donde se ubica la válvula expulsora de aire. En cada piso incluye las cajillas o nichos y el medidor de cada unidad habitacional. La red que va desde la salida de las cajillas de medidores a nivel de piso, se incluye en las plantas tipo de cada apartamento. La red de distribución que va antes de la válvula general de corte de cada torre no se incluye dentro de este alcance dado que corresponde al sistema general de distribución exterior.

En la generación de los módulos verticales de suministro se tiene en cuenta, el número de pisos que tiene la edificación y la distribución típica de las cajillas donde se ubicarán los medidores de agua por cada piso, para lo cual se plantean dos posibilidades:

- a) Una cajilla de cuatro medidores por piso, con lo cual se tendrá una sólo red de distribución vertical desde piso 1 hasta cubierta. (Figura 9).

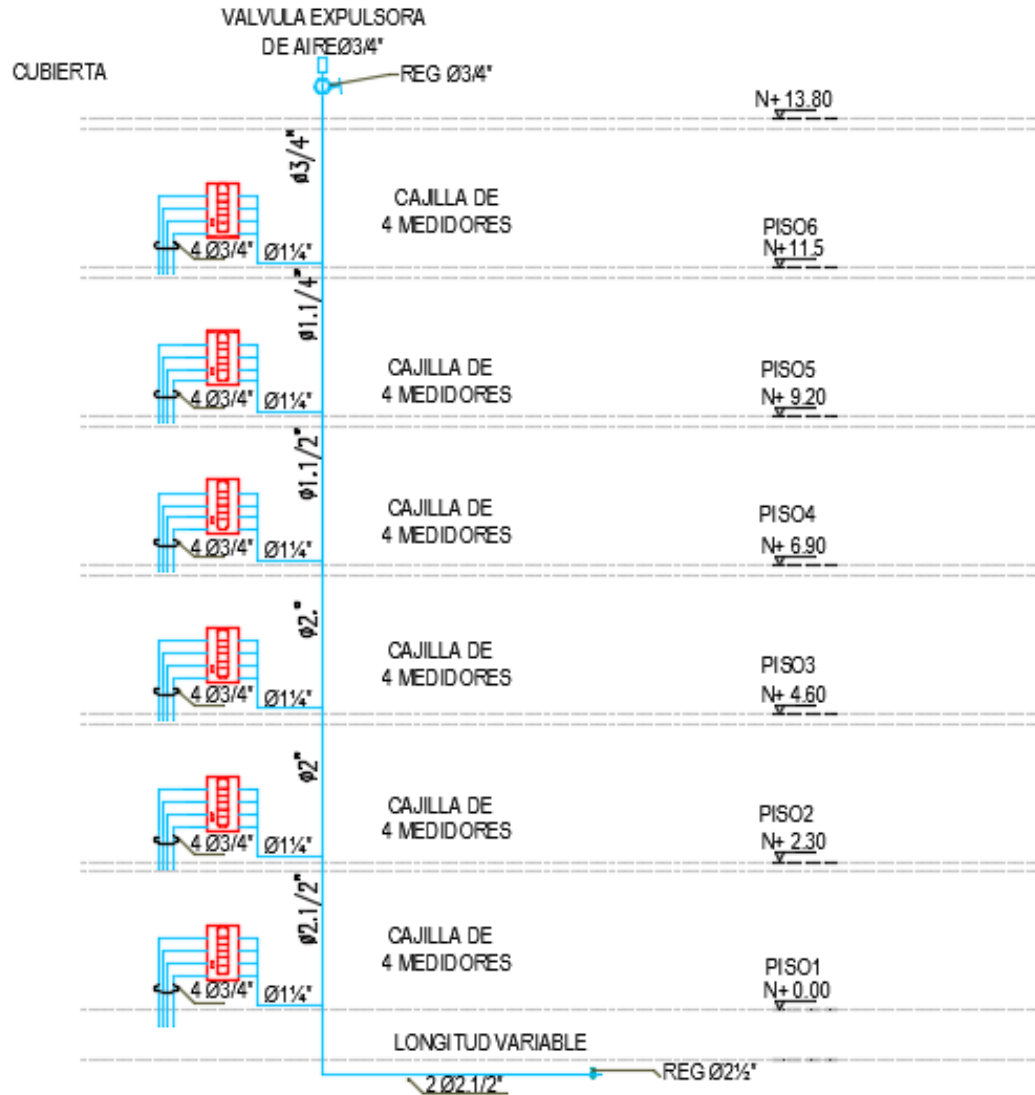


Figura 9. Módulo vertical suministro –una Cajilla 4 medidores por piso

- b) Dos cajillas de dos medidores por piso, con lo cual se tienen dos redes de distribución vertical desde piso 1 hasta cubierta. (Figura 10).

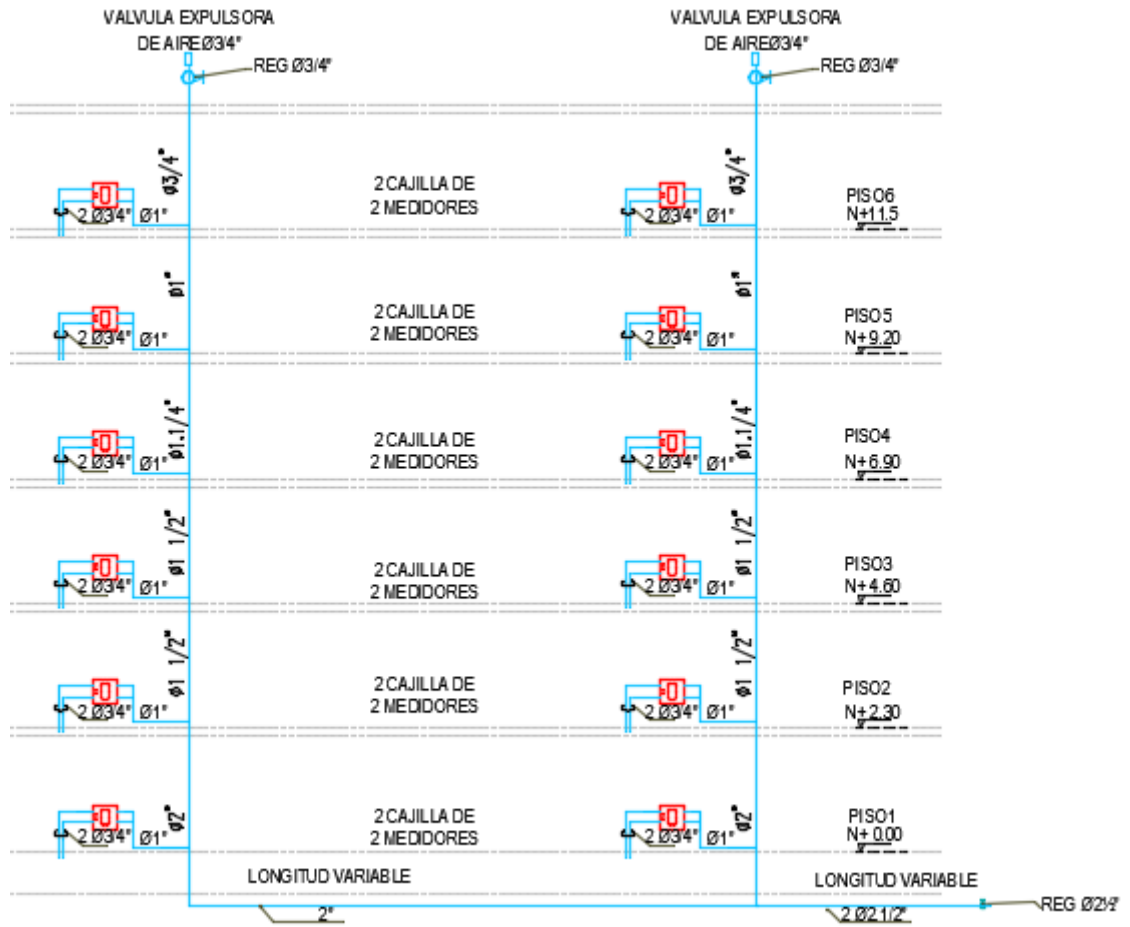


Figura 10. Módulo vertical suministro –2 Cajillas de 2 medidores por piso

7.3 BASES DE DATOS DE COSTOS

Los diseños modulares de instalaciones hidrosanitarias para torres típicas, se pueden considerar para determinar costos aproximados en etapa de prefactibilidad de los proyectos de vivienda de interés social multifamiliar, debido a que, por las características constructivas de las viviendas y por el principio de menor costo, en la mayoría de los casos ya se tienen establecidas áreas mínimas para baños, cocinas y espacios de ropas, por tanto, su variación en cantidades de materiales dentro de cada área no es significativa.

A partir de los diseños planteados, se realiza el conteo de cantidades de materiales para cada una de las opciones presentadas en los módulos en planta y verticales para desagües y suministro.

Las cantidades en planta desde la derivación de la red vertical hasta las unidades de baños y cocinas-ropas son iguales en todos los pisos, para cada una de las opciones planteadas en la distribución arquitectónica.

A continuación, se presentan ejemplos de listados de cantidades generados para los módulos en planta de redes de desagües (Tabla 2) y suministro (Tabla 3).

Tabla 2. Listado de cantidades de obra red de desagüe baño 1. Fuente: Elaboración propia.

DESAGÜES					
ITEM	UN	DIAM	CANT	VR. MATERIAL	VR. MANO DE OBRA
Tubería PVC Sanitaria	ML	2"	3,15	Estos valores están ligados al listado maestro de costos	
Tubería PVC Sanitaria	ML	4"	1,22		
Tubería PVC Ventilación	ML	2"	0,94		
Yee PVC Sanitaria	UN	4" X 2"	2		
Yee PVC Sanitaria	UN	4"	1		
Codo PVC Sanitario	UN	2"	4		
Codo PVC Sanitario	UN	4"	1		
S/Codo PVC Sanitario	UN	2"	4		
S/Codo PVC Sanitario	UN	4"	1		
Buje PVC Sanitario	UN	4" X 2"	1		
Unión PVC Sanitario	UN	2"	1		
Unión PVC Sanitario	UN	4"	1		
Sifón PVC Sanitario	UN	2"	1		
Sifón desmontable	UN	1,1/2"	1		
Tapa prueba PVC Sanitario	UN	2"	2		
Tapa prueba PVC Sanitaria	UN	4"	1		
Abrazaderas	UN	2"	4		
Abrazaderas	UN	4"	2		
Soldadura PVC 1/4 GI	UN	0,25	0,5		
Limpiador PVC	UN	0,25	0,5		
Estopa Blanca	UN	Porción	0,1		

Tabla 3. Ejemplo módulo de metro lineal de tubería desagües. Fuente: Elaboración propia.

MODULO ML PVC SANITARIO 4"					
DESAGÜES					
ITEM	UN	DIAM	CANT	VR. MATERIAL	VR. MANO DE OBRA
Tubería PVC Sanitaria	ML	4"	1	Estos valores están ligados al listado maestro de costos	
S/Codo PVC Sanitario	UN	4"	0,166		
Unión PVC Sanitario	UN	4"	0,166		
Abrazaderas	UN	4"	0,83		
Soldadura PVC 1/4 GI	UN	0,25	0,0664		
Limpiador PVC	UN	0,25	0,0664		
Estopa Blanca	UN	Porción	0,01		

Tabla 4. Listado de cantidades de obra red de suministro baño 1. Fuente: Elaboración propia.

SUMUNISTRO					
ITEM	UN	DIAM	CANT	VR. MATERIAL	VR. MANO DE OBRA
Tubería PVC Presión	ML	3/4"	0,55	Estos valores están ligados al listado maestro de costos	
Tubería PVC Presión	ML	1/2"	4,25		
Codo PVC Presión	UN	1/2"	4		
Tee PVC Presión	UN	3/4" x 1/2"	1		
Tee PVC Presión	UN	1/2"	3		
Adaptador Macho PVC Presión	UN	1/2"	6		
Tapón Soldado PVC Presión	UN	1/2"	6		

Buje PVC Presión soldados	UN	¾" x ½"	1
Soldadura PVC 1/4	UN	1/4	0,1
Limpiador PVC	UN	1/4	0,05
Estopa Blanca	UN	Porción	0,04
Tapón Roscado PVC Presión	UN	1/2"	2

Tabla 5. Listado de cantidades de obra red de suministro agua caliente baño 1.
Fuente: Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA CALIENTE					
ITEM	UN	DIAM	CANT	VR. MATERIAL	VR. MANO DE OBRA
Tubería CPVC	ML	½"	4,2	Estos valores están ligados al listado maestro de costos	
Codo CPVC	UN	½"	2		
Tapón Soldado CPVC	UN	½"	2		
Adaptador Macho CPVC	UN	½"	4		
Soldadura CPVC 1/4	UN	1/4	0,06		
Limpiador PVC	UN	1/4	0,03		
Estopa Blanca	UN	Porción	0,02		
Tee HG 1/2"	UN	½"	1		

A continuación, se presentan ejemplos de listados de cantidades generados para los módulos verticales de redes de desagües (Tabla 6) y suministro (Tabla 7).

Para la red de suministro de agua potable, el diámetro de la red vertical de distribución disminuye a medida que aumenta en altura, con lo cual se puede afirmar que la variación en cada caso solo se presenta en el diámetro de la red vertical, sin importa el número de pisos que tenga la torre.

Para la red de desagües de aguas residuales y lluvias los diámetros de las bajantes (verticales) permanecen constantes en todos los pisos, dado que se considera una torre tipo con altura máxima de 6 pisos, con lo cual, para la cantidad de apartamentos la sumatoria de las unidades de descarga, no superan la capacidad hidráulica de las bajantes, que corresponde al diámetro mínimo permitido por la normatividad referenciada.

Tabla 6. Ejemplo módulo ducto compartido baños piso 6. Fuente: Elaboración propia.

DESAGÜES					
ITEM	UN	DIAM	CANT	VR. MATERIAL	VR. MANO DE OBRA
Tubería PVC Sanitaria	ML	4"	0.15	Estos valores se enlazan con el listado maestro de costos	
Tubería PVC Ventilacion	ML	2"	1.23		
Tubería PVC Ventilacion	ML	3"	2.46		
Tubería PVC Ventilacion	ML	4"	3.46		
Yee PVC Sanitaria	UN	3" X 2"	2		
Yee PVC Sanitaria	UN	4"	2		
Codo PVC Sanitario	UN	4"	2		
S/Codo PVC Sanitario	UN	2"	6		
S/Codo PVC Sanitario	UN	3"	1		
S/Codo PVC Sanitario	UN	4"	4		
Abrazaderas	UN	2"	2		
Abrazaderas	UN	3"	1		
Abrazaderas	UN	4"	1		
Soldadura PVC 1/4 Gl	UN	0.25	0.43		
Limpiador PVC	UN	0.25	0.43		
Estopa Blanca	UN	Porcion	0.1		
Yee PVC Sanitaria	UN	4" X 3"	1		

Tabla 7. Ejemplo módulo de vertical. Fuente: Elaboración propia.

MODULO VERTICAL UNA CAJILLA 4 MEDIDORES POR PISO					
ITEM	UN	DIAM	CANT	VR. MATERIAL	VR. MANO DE OBRA
Cajilla 4 Medidores	UN	½"	1	Estos valores están ligados al listado maestro de costos	
Plaquetas de identificación	UN	½"	4		
Registro antifraude Telescópico	UN	½"	4		
Registro Bola	UN	½"	4		
Tubería PVC Presión	ML	1¼"	0.9		
Tubería PVC Presión	ML	¾"	2		
Tubería PVC Presión	ML	½"	4.5		
Codo PVC Presión	UN	½"	5		
Codo PVC Presión	UN	¾"	4		
Adaptador Macho PVC Presión	UN	½"	16		
Buje PVC Presión soldados	UN	¾" x ½"	4		
Soldadura PVC 1/4	UN	0.25	0.3		
Limpiador PVC	UN	0.25	0.15		
Estopa Blanca	UN	Porción	0.05		
Tee PVC Presión	UN	1.1/4"	3		
Codo PVC Presión	UN	1.1/4"	1		
Buje PVC Presión soldados	UN	1 ¼" x 1/2"	4		
Unión PVCP	UN	3/4"	4		
Cinta teflón	UN		2		

7.4 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN Y VALIDACIÓN

7.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

A continuación, se explica la manera en la que el usuario dará uso a la aplicación, la descripción técnica del software hace parte del anexo 4 de este documento sin embargo se mencionan algunas generalidades:

7.4.1.1 Generalidades

Nombre de la aplicación: HidroCostos

Tipo de aplicación: aplicación WEB

Lenguaje de programación C#.

7.4.1.2 Instructivo

1. Al ingresar al software, el usuario encontrará 3 pestañas que podrá trabajar.
 - a. Proyectos V.I.S.

En esta pestaña el usuario podrá ver el listado de proyectos existentes y crear un nuevo proyecto.



Administración

Proyectos V.I.S. ▾

Listado

Nuevo Proyecto

Material es >

Módulos Hidrosanitarios >

Proyectos de Vivienda de Interés Social V.I.S

+ Agregar proyecto

Mostrar 10 registros

Búsqueda:

Nombre de Proyecto	Detalle	Gen. Presupuesto	Cliente	Profesional	Fecha de Presupuesto	Acciones
Los Alpes		\$	Constructora Civilia	Pedro Arévalo	mayo 01, 2018	
Los Cerezos		\$	SCC Constructores	Arq. Diana Rodríguez	octubre 22, 2018	

Figura 11. Pestaña 1: proyectos V.I.S.

- b. Materiales: en esta pestaña el usuario podrá ver el listado de materiales que hacen parte del listado maestro, el software tiene precargados todos los materiales necesarios para el análisis de una torre de vivienda V.I.S. como se ha especificado en este documento, sin embargo, desde las bases de datos el usuario podrá agregar materiales (que debe crear y enlazar a los módulos) y podrá hacer cambios en los precios de los materiales del listado, lo que abre la posibilidad de personalizar el software para una amplia gama de usos.

Figura 12. Pestaña 2: Materiales

- c. Módulos hidrosanitarios: El usuario podrá ver en esta pestaña los módulos precargados, se tienen en el software 8 opciones de baños diferentes y 10 módulos de cocina y ropas de acuerdo con el tipo de edificación que se propone analizar en este documento. De manera similar a la pestaña de materiales, el usuario podrá modificar las bases de datos para agregar módulos si requiere personalizarlo.

2. Crear un proyecto:

Para crear un proyecto, el usuario ingresa a la pestaña proyectos V.I.S., allí se despliega una ventana donde el usuario diligencia datos generales del proyecto.

HidroCostos

ADMINISTRACIÓN

- Proyectos V.I.S.
 - Listado
 - Nuevo Proyecto**
- Materiales
- Módulos Hidrosanitarios

Crear nuevo Proyecto

Nombre de Proyecto: Nombre único Proyecto VIS

Ciudad: Ciudad donde se construirá el proyecto

Cliente: Empresa que solicita el presupuesto

Profesional: Ingeniero o arquitecto encargado de elaborar el presupuesto

Fecha de Presupuesto: 1/01/0001 12:00:00 a.m.

Datos de Arquitectura de Torre

Cantidad de Pisos: 0 **de 1 a 6 pisos**

Cant. Aptos/piso: 0 **4 apartamentos por piso**

Área de cubierta (m²): 0,00 **área total de la torre en planta**

Área construida por piso (m²): 0,00 **área del total de los apartamentos de una torre**

Figura 13. Creación de proyecto – datos básicos

En la figura a continuación, se muestra la selección de cajillas de suministro, dado que se tienen consideradas 4 unidades de vivienda por piso, el usuario debe elegir si quiere un centro de medición de 4 medidores en cada piso o dos medidores de dos cajillas por piso, estas dos opciones se plantean debido a que son las más óptimas en cuestión de costos y facilidades constructivas para el tipo de edificación definida en este documento.

Datos de Arquitectura de Torre

Cantidad de Pisos	<input type="text" value="6"/>	✓
Cant. Aptos/piso	<input type="text" value="4"/>	✓
Área de cubierta (m ²)	<input type="text" value="180"/>	✓
Área construida por piso (m ²)	<input type="text" value="Área Construida por Piso"/>	✗
El área construida es obligatoria		
Tipo de Punto Fijo (Suministro)	<input type="text" value="-- Seleccione un tipo de Punto dijo --"/>	
	<input type="text" value="-- Seleccione un tipo de Punto dijo --"/>	
	<input checked="" type="text" value="Una Cajilla - 4 Medidores"/>	
	<input type="text" value="Dos Cajillas - 2 medidores"/>	

Figura 14. Creación del proyecto – Selección de cajillas

Una vez se selecciona el tipo de distribución de cajillas, se debe seleccionar los tipos de ductos que se estiman por cada piso tipo, los ductos de bajantes de cocina se consideran fijos e implícitos (1 por cocina) mientras que se da la opción de compartir los ductos para dos baños (ducto compartido baños) o bien, seleccionar un ducto por baño (ducto individual baño). La suma total de los ductos no puede exceder 12, teniendo en cuenta que se define un máximo de 3 espacios por apartamento.

El usuario podrá elegir el número de bajantes por torre, estas bajantes están especificadas en 4" PVC – Sanitario y se recomienda elegir una bajante por cada 100m² de planta de cubierta o bien, elegir las que se requieran de acuerdo con la distribución arquitectónica de la torre, cumpliendo el área máxima recomendada.

Tipo de Punto Fijo (Suministro)	-- Seleccione un tipo de Punto dijo --	✓
Cantidad de Ductos por Piso	8	✓
Tipo de Ducto para Baños	Ducto Compartido Baño	✓
Longitud de Tubería Baño a ducto (ml)	-- Seleccione ducto indiv o compartido -- Ducto Compartido Baño Ducto Individual Baño	
Longitud de Tubería Cocina a ducto (ml)	2 Para los ductos implícitos de cocina	✓
Cantidad Bajantes Aguas Lluvia	4 definidas por el usuario	✓

Figura 15. Edición del proyecto – selección de ductos.

Una vez creado el proyecto, se debe editar las tipologías de cada apartamento que compone un piso, se asume que los pisos tipo son iguales y se tiene la opción de personalizar cada uno de los 4 apartamentos que se tienen por piso, o bien, si se considera que estos apartamentos sean iguales, se deben diligenciar las mismas características para cada tipología.

Desde el listado de proyectos, se puede editar el proyecto haciendo click al ícono verde “detalles”.

ADMINISTRACIÓN

Proyectos V.I.S

Listado

Nuevo Proyecto

Materiales

Módulos Hidrosanitarios

Proyectos de Vivienda de Interés Social V.I.S

+ Nuevo proyecto

Mostrar 10 registros

Búsqueda:

Nombre de Proyecto	Detalle	Gen. Presupuesto	Cliente	Profesional	Fecha de Presupuesto	Acciones
Los Alpes		\$	Constructora Civilia	Pedro Arévalo	mayo 01, 2018	
Los Cerezos		\$	SCC Constructores	Arq. Diana Rodríguez	octubre 22, 2018	
Alameda II		\$	Gio García	Gio García	mayo 20, 2018	
BARCELONA		\$	IGJ CONSTRUCCIONES	FABIO VELANDIA	mayo 23, 2018	
SAN DAVID		\$	ARI CONSTRUCCIONES	FABIO VELANDIA	mayo 27, 2018	

Figura 16. Edición del proyecto – Herramienta de edición

Tipología 1

Nomenclatura

Área del apartamento (m²) **Datos que diligencia el usuario a partir de la arquitectura**

Longitud de Tubería desde Cajilla hasta Baño Lejano (ml) **Recorrido total de la tubería de suministro (incluyendo elevaciones) desde la cajilla de medidores hasta el baño más lejano**

Longitud de Tubería AC desde Calentador hasta Baño Lejano (ml) **Recorrido total (incluyendo elevaciones) de la tubería de agua caliente desde el calentador hasta el baño más lejano**

Espacios Hidrosanitarios

Baño **Se seleccionó un sólo baño y la cocina - ropas**

Baño Social

Baño Secundario

Cocina/Patio Ropas

-- Seleccione un tipo de Módulo --

-- Seleccione un tipo de Módulo --

-- Seleccione un tipo de Módulo --

-- Seleccione un tipo de Módulo --

Figura 17. Edición del proyecto – Datos de tipología

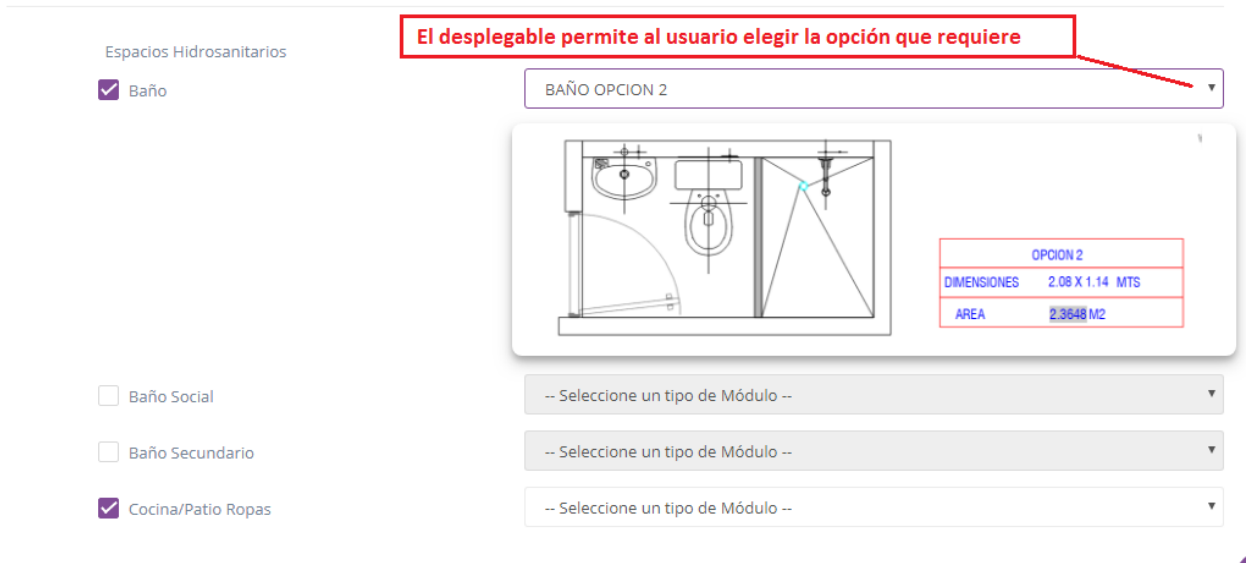


Figura 18. Edición del proyecto – selección de módulos

Al terminar este proceso se procede a imprimir el presupuesto, se debe ir a la pestaña de proyectos V.I.S. – Listado de proyectos, elegir el proyecto de interés y hacer click en el ícono azul (generar presupuesto).

Los datos visualizados pueden ser impresos en formato PDF.

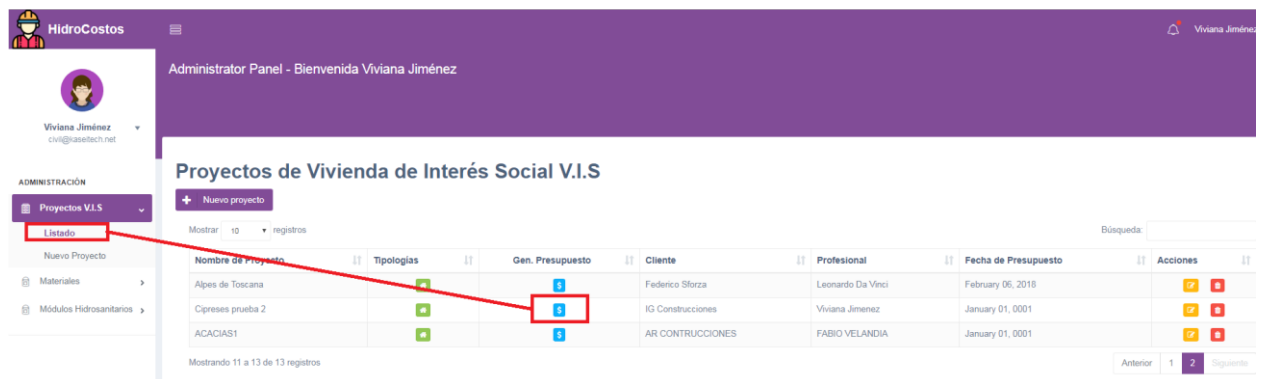


Figura 19. Edición del proyecto – generación resultados

7.4.1 PRUEBAS

Se practican pruebas a 3 proyectos de características conformes al alcance de la aplicación, de estos se conocen los diseños hidrosanitarios, cantidades y costos reales, para someterlos a prueba, se extraen los costos de instalaciones hidráulicas y sanitarias por una torre, con el fin de que sean equiparables con el alcance de la aplicación y se ajustan los precios para que coincidan con el listado maestro de costos definido. Las características generales de los proyectos se describen a continuación:

Tabla 8. Listado de pruebas, Fuente: Elaboración propia.

Nombre del proyecto	Número de pisos	Número de tipologías por piso y área de cada uno	Número de baños	Tipo de punto fijo suministro.	Número de ductos por piso	Número de bajantes de aguas lluvias
San David	6	1 (todos los apartamentos son iguales) 47.26m ²	1 por apartamento	2 cajillas de 2 medidores	4 (dos ductos baño compartido y 2 ductos cocinas compartidas)	4
Cipreses	6	1 (todos los apartamentos son iguales) 50.00m ²	2 por apartamento	1 cajilla 4 medidores por piso	4 (dos ductos baño compartido y 2 ductos cocinas compartidas)	4
Reserva del río	6	1 (todos los apartamentos son iguales) 54.00m ²	2 por apartamento	2 cajillas 2 medidores por piso	4 (dos ductos baño compartido y 2 ductos cocinas compartidas)	4

Tabla 9. Resultado de pruebas, Fuente: Elaboración propia.

	Costos conocidos previamente		Costos obtenidos en la aplicación		Diferencia (%)
Proyecto	Costo total por torre	Costo por metro cuadrado	Costo total por torre	Costo por metro cuadrado	
San David	\$35.293.755	\$31.123	\$35.046.981	\$30.906	0.7%
Cipreses	\$34.020.957	\$28.350	\$33.204.972	\$27.671	2.4%
Reserva del rio	\$35.320.857	\$29.434	\$36.599.102	\$27.727	3.6%

Como resultado se muestran las gráficas, con la variación del costo real vs costo simulado en Hidrocostos, para las plantas y verticales de suministro y desagües, para cada uno de los proyectos como se puede ver a continuación.

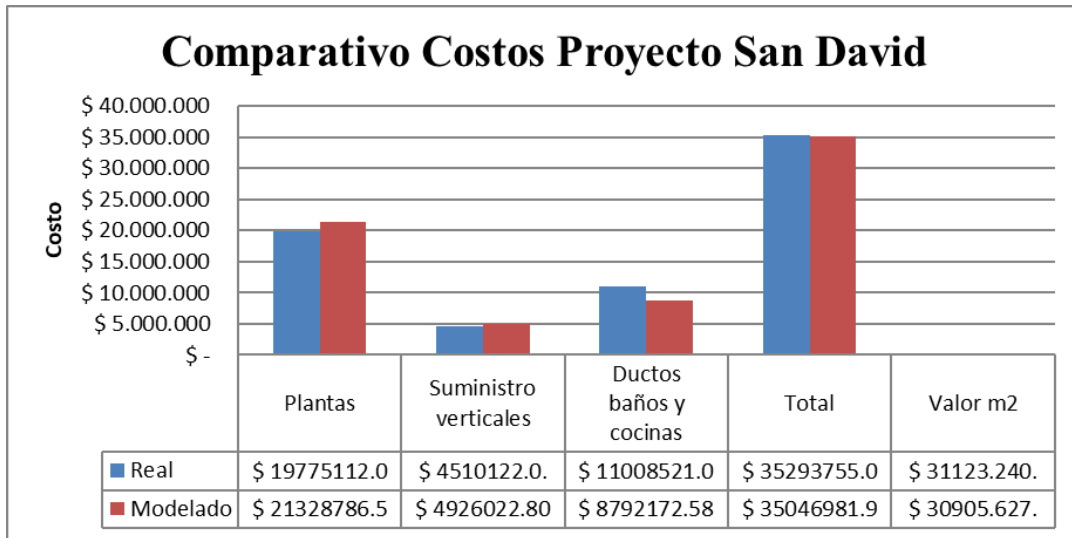


Figura 20. Resultados comparativos prueba 1

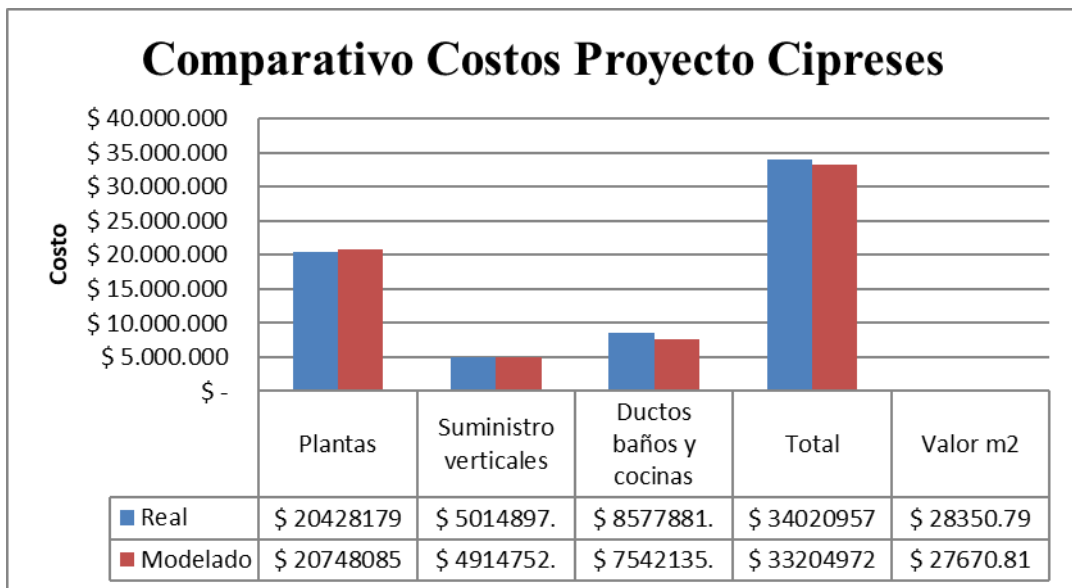


Figura 21. Resultados comparativos prueba 2

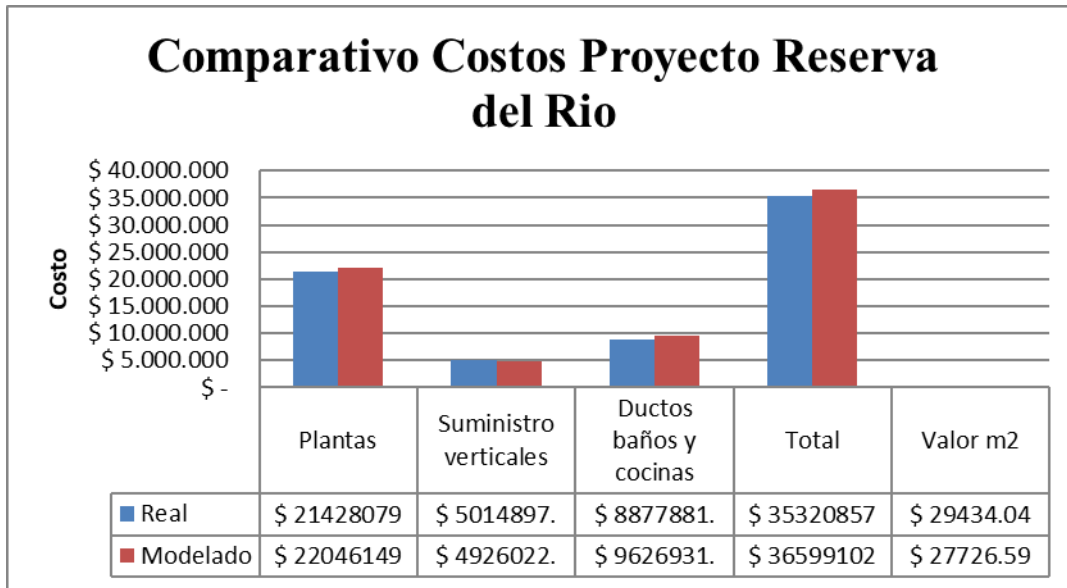


Figura 22. Resultados comparativos prueba 3

8 CONCLUSIONES

En el acercamiento con los profesionales dedicados a la planeación de proyectos, se logra identificar la necesidad de construir herramientas que simplifiquen la labor de estimar costos en instalaciones hidrosanitarias, más aún cuando se encuentran en etapas tempranas de la planeación dado que estas etapas son las que más incertidumbre les representa; las encuestas realizadas permiten también definir el alcance a la aplicación basado en el tipo de edificación de interés social multifamiliar más común, Hidrocostos permite al usuario no sólo estimar costos con una precisión aceptable conociendo datos relativamente sencillos, también permite construir diversos escenarios de manera rápida como apoyo a la toma de decisiones.

Más allá de la aplicación, se logró el desarrollo de una metodología donde cabe la posibilidad de integrar, ampliar y personalizar el alcance a decisión del usuario, mediante la modificación de las bases de datos del software. Hidrocostos contiene diseños de instalaciones hidrosanitarias definidas en módulos (baños, cocinas, puntos fijos y ductos) y sus costos asociados, que abarcan una amplia gama de posibilidades para el análisis de una torre limitado a como se establece en el alcance de este documento.

En las pruebas realizadas, la incertidumbre obtenida es inferior al 4%, se considera que la metodología construida es satisfactoria y aplicable para el alcance establecido, dado que se tendrá una aproximación adecuada para proyectos en etapa de factibilidad, no obstante, la aplicación es susceptible a las diferencias que representan los diversos criterios de diseño y conteo de cantidades, La calibración del software a las necesidades especiales de cada usuario mediante la modificación de bases de datos permitirá una reducción significativa del margen de error.

9 BIBLIOGRAFÍA

Pérez Carmona, R. (2017). Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones. Grupo Editor.

Chávez, W. A. Z. (2015). Prueba del Programa RIDAP basada en diseños reales de redes internas de distribución de agua potable (Doctoral dissertation, Uniandes).

(Rodríguez Felipe. (2015). Costos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.)

Código Colombiana de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, C. C. (2017). Norma Técnica Colombiana: NTC 1500. Bogotá, DC.

Wong, L. T. (2002). A cost model for plumbing and drainage systems. *Facilities*, 20(11), 386-393.

Ma, Z., Wei, Z., & Zhang, X. (2013). Semi-automatic and specification-compliant cost estimation for tendering of building projects based on IFC data of design model. *Automation in Construction*, 30, 126-135.

Kim, H. J., Seo, Y. C., & Hyun, C. T. (2012). A hybrid conceptual cost estimating model for large building projects. *Automation in construction*, 25, 72-81.

National Fire Protection Association. (2016). NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems. National Fire Protection Association.

National Fire Protection Association. (2016). NFPA 14 Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems. National Fire Protection Association.

National Fire Protection Association. (2016). NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. National Fire Protection Association.

National Fire Protection Association. (2016). NFPA 24 Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances. National Fire Protection Association.

International Code Council. (2015). International Plumbing Code.

Arrellano Martínez, E. A. (2009). Planeación y análisis de costos de instalaciones hidrosanitarias caso Hotel Camino Real San Luis Potosí (Doctoral dissertation).

10 LISTADO DE ANEXOS

1. Diseños modulares suministro
2. Diseños modulares desagües
3. Listado maestro de costos
4. Descripción técnica de la aplicación
5. Proyectos de prueba
6. Encuestas
7. Código fuente - Hidrocostos