



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**IMPLEMENTACIÓN DE LA  
METODOLOGÍA BIM PARA LA  
GESTIÓN DE UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO DE UNA  
VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA  
EN VALENCIA, ESTADO CARABOBO.**

”

**Autores:**

Andrés Chacón

C.I: 27.432.383

Laura Silva

C.I: 25.726.682

Urb. Yuma II, calle N.º 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (máster)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA  
GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA  
VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA, ESTADO  
CARABOBO.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
**INGENIERO CIVIL**

**Autores:** Chacón, Andrés  
C.I: 27.432.383  
Silva, Laura  
C.I: 25.726.682  
**Tutor:** Ing. Rafael Mieres  
C.I:8.831.952

San Diego, abril de 2021



Universidad  
José Antonio Páez

**UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ  
COORDINACION DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA**

**ACTA DE APROBACION DEL INFORME DE PASANTIA O  
TRABAJO DE GRADO**

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA BIM, PARA LA GESTION DE UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO, DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA ESTADO  
CARABOBO

Realizado por el (la) Br. LAURA SILVA

C.I.N° 25.726.682, cursante de la carrera de Ingeniería CIVIL hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACION DEFINITIVA DE DIECINUEVE -19 PUNTOS

El Jurado

**Tutor académico (coordinador)**  
Nombre: RAFAEL MIERES  
C. I. 8.831.952

**Jurado (1)**  
Nombre: Luis F. Rodriguez  
C. I. 15.148.806

**JR.**

**Jurado (2)**  
Nombre: JOSE RODRIGUEZ  
C. I. 5.279.113

Fecha: 06/MAY/2021

**PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO**

He recibido Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica	
Nombre del Graduando:	Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado
C. I.	SEMESTRE:
Fecha:	



FI-L-011-2020-JCR (TG)

Valencia, 22 de marzo de 2021

Ciudadanos:

CHACON PEREZ, ANDRES EDUARDO.

C.I 27.432.383

SILVA GARCIA, LAURA NOHEMI.

C.I 25.726.682

Presente:

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2021 de fecha 19-01-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA ESTADO CARABOBO**. Presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Rafael Mieres C.I: 8.831.952 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.**  
Decano

e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1)

GF/fm



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Rafael Mieres titular de la cédula de identidad N°8.831.952, hace constar que ha leído el Proyecto de Trabajo de Grado presentado por los ciudadanos Chacón Andrés y Silva Laura, portadores de la cédula de identidad N°27.432.383 y N° 25.726.682 respectivamente, titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA, ESTADO CARABOBO.”** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, y acepta la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación, según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes reglamentos.

En San Diego, octubre del 2020.

---

Ing. Rafael Mieres.

C.I.: 8.831.952




**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

San Diego, abril 2021

**ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA ESTADO CARABOBO**. Ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Rafael Mieres	_____	_____
Tutor Académico	Firma	Fecha
Ing. Alicia Pizzella		21-10-2020
Tutor Metodológico	Firma	Fecha

## DEDICATORIA

Primeramente, quiero dedicar este trabajo de grado *a Dios* por dotarme de inteligencia, paciencia, salud, dedicación y fortaleza para poder lograr este sueño de ser Ingeniero Civil.

*A mi madre*, Ana Mariella Pérez Gonzales, por haberme guiado en todas mis decisiones a lo largo de la vida, y por siempre motivarme a alcanzar mis metas.

*A mi padre*, Eduardo Antonio Chacón Hidalgo, por haber sido mi inspiración para estudiar esta maravillosa profesión que es la ingeniería civil y por todo el apoyo y ayuda incondicional que me has brindado en el transcurso mi vida.

*A mis hermanos mayores*, Daniel y Marianelly, por ser mis ejemplos a seguir, que a pesar de estar lejos me han apoyado en todo y han celebrado conmigo cada uno de mis logros.

*A mi hermano morocho*, Luis Chacón, por ser mi hermano, mi compañero de estudio, mi profesor y mi amigo, celebro contigo este logro.

*A mis compañeros y amigos*, Michelle Rojas, Andrea Alvarado, Carlos Daniel, Andrea Alvarado, Hilariani Di Leonardo, José Ángel Rodríguez, Samuel Lara, Gianfranco Bellini, Rubén Razacherth y Fernando castro por ser amigos totalmente incondicionales siempre dispuestos a brindarme una mano amiga, sin ustedes esta etapa de mi vida nunca hubiera sido tan increíble.

**... A todos ustedes, les agradezco y les dedico este logro.**

*Andrés Chacón*

## DEDICATORIA

*A Dios*, quien es la fuente de todo conocimiento, por ser el inspirador y darnos las habilidades para continuar en este proceso de obtener un título universitario.

*A mi madre y padre*, Carmen García, quien me ha acompañado de principio a fin, son incontables las noches en las que se mantuvo despierta a mi lado llenando las madrugadas de consejos valiosos, en los momentos difíciles mostro su apoyo incondicional, sin ella esto no hubiera sido posible. Hernán Silva, por haberme tenido presente en sus oraciones, por esperar pacientemente este momento, por enseñarme que debo mirar el cielo y mantener los pies en la tierra.

*A mis hermanas*, Yeli, quien sembró esta idea en mi mente, sus chistes hicieron más fácil el camino, su apoyo y cariño la convirtieron en mi segunda madre. A Daniela quien fue testigo de cada encuentro y desencuentro.

*A mi hermano mayor*, Jhonar por sus comentarios llenos de fuerza y motivación, por enseñarme con su ejemplo que las mejores personas nunca se rinden.

*A Fátima Devia*, por enseñarme que no es el final lo que importa, por inspirarme a vivir con mis errores y aciertos, y mostrarme que no todo es blanco o negro.

*A mis compañeros y amigos*, especialmente a Juan Urquía quien es la persona más noble y leal que existe, su infinita paciencia al escucharme lo convirtió en mi profesor y hermano. Su apoyo trascendió lo académico enseñándome que existen personas que llegan a tu vida con un propósito, sin duda nuestra amistad no es ocasional y tendremos muchos años más para compartir lo bueno y virtuoso de la vida.

*Laura Silva*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, queremos agradecer a la **Universidad José Antonio Páez**, por admitirnos en esta excelente casa de estudios y permitirnos formarnos de semestre a semestre brindando los conocimientos necesarios para ser profesionales de ejemplo a seguir para construir un país mejor y ser personas de bien.

*A nuestro tutor* Rafael Mieres, por habernos orientado, educado y apoyado en este trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil, con su don de la disposición al apoyo de sus estudiantes, y así poder culminar este trabajo de grado.

*A nuestros profesores*, que son ejemplo de profesionales dedicados a la excelencia y agradecemos el compartir sus conocimientos, académicos, técnicos y personales para servirnos de consejo y enseñanza para nuestra vida personal y profesional.

*A nuestros amigos*, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez por estar siempre unidos como compañeros de estudios en todas las experiencias que hemos vivido juntos

**A todos y cada uno de ustedes, gracias...**

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN INFORMATIVO .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>1</b>

### **CAPÍTULO**

#### **IEL PROBLEMA**

1.1 Planteamiento del Problema .....	17
1.2 Formulación del Problema .....	19
1.3 Objetivos de la Investigación .....	20
1.3.1 Objetivo General .....	20
1.3.2 Objetivos Específicos .....	20
1.4 Justificación .....	20
1.5 Alcance del Proyecto .....	23
1.6 Limitaciones del Proyecto .....	23

#### **II MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes de la Investigación.....	23
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	23
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	23
2.2 Bases Teóricas .....	24
2.2.1 Mantenimiento aplicado a la ingeniería civil.....	24
2.2.1.1 Tipos de mantenimiento .....	25
2.2.2 Mantenimiento de infraestructura .....	25
2.2.3 Building Information Modeling (BIM) .....	26
2.2.4 Niveles de madurez del BIM .....	26
2.2.5 Dimensiones de la metodología BIM.....	27
2.2.5.1 Modelado y Diseño Paramétrico (2D/3D).....	28
2.2.5.2 Planificación y Gestión de Proyectos (4D - Tiempo).....	30
2.2.5.3 Mediciones y Costos (5D - Control de Costos) .....	30
2.2.5.4 Análisis de Eficiencia Energética (6D) .....	31
2.2.5.5 Administración, Operación y Mantenimiento (7D) .....	31
2.3 Definición de Términos.....	32

### **III MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo de la investigación .....	33
3.2 Diseño de la investigación.....	34
3.3 Nivel de investigación.....	35
3.4 Población y Muestra. ....	36
3.5 Técnica e instrumentación de recolección de datos.....	36
3.5.1 Técnicas .....	36
3.5.1.1 Observación Directa .....	36
3.5.1.2 Encuesta .....	37
3.5.2 Instrumentos.....	37
3.5.2.1 Cuestionario .....	38
3.6. Fases metodológicas .....	38

### **CAPÍTULO IV RESULTADOS..... 39**

4.1 Modelado en el Software REVIT de una vivienda unifamiliar. ....	39
4.1.1 Modelado en 3D.....	40
4.1.1.1. Modelado arquitectónico de la vivienda.....	40
4.1.1.2. Modelado de las instalaciones sanitarias de la vivienda..	44
4.1.1.3. Modelado de las instalaciones eléctricas de la vivienda .	44
4.1.2 Restricciones.....	45
4.1.3 Vistas .....	47
4.2 Parametrización de la información obtenida del modelado en REVIT de la vivienda unifamiliar.....	50
4.2.1 Parametrización de las paredes de la vivienda .....	50
4.2.2 Parametrización de las puertas.....	51
4.2.3 Parametrización del equipo inmobiliario .....	53
4.2.4 metrización de los equipos de las instalaciones sanitarias	53
4.2.5 Parametrización de las instalaciones eléctricas .....	57
4.3 Planificación de las actividades de mantenimiento de una vivienda unifamiliar. ....	58
4.4 Diseño del plan de mantenimiento empleando la metodología BIM.	59
4.4.1 Proceso de inicio .....	62
4.4.2 Proceso de planificación.....	63

4.4.3 Proceso de implantación y control.....	79
4.4.4 Proceso de Cierre .....	81
<b>CONCLUSIONES. ....</b>	<b>92</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>103</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>Pág.</b>
1	Bew-Richards Modelo de Maduridad BIM .....	11
2	Las 7 Dimensiones BIM.....	13
3	Planos arquitectónicos de la vivienda unifamiliar .....	11
4	Planta de fundaciones, detalle de columnas, cuadro de fundaciones y despiece de vigas.....	12
5	Planta de envigado, detalles de techo, despiece de vigas .....	26
6	Detalles techo .....	26
7	Planta de aguas blancas.....	27
8	Planta de aguas negras .....	27
9	Plano de Instalaciones eléctricas.....	28
10	Vinculación del software AutoCAD con el software Revit .....	28
11	Modelado 3D de la fachada Principal de la vivienda unifamiliar .....	29
12	Vista 3D de la fachada posterior de la vivienda unifamiliar .....	29
13	Modelado 3D de la vivienda unifamiliar .....	31
14	Modelado 3D en Revit de instalaciones sanitarias, aguas blancas .....	31
15	Conexión de aguas blancas en Revit.....	32
16	Modelado 3D en Revit de estaciones sanitarias, aguas negras.....	33
17	Conexión de aguas negras en Revit.....	34
18	Modelado de las instalaciones eléctricas en Revit .....	34

<b>19</b>	Restricción de la parte superior de los muros, desbloqueado .....	35
<b>20</b>	Fachada principal .....	36
<b>21</b>	Fachada posterior .....	36
<b>22</b>	Fachada Lateral izquierda.....	37
<b>23</b>	Fachada lateral derecha.....	37
<b>24</b>	Familia de sistema para paredes.....	37
<b>25</b>	Dimensionado de las paredes de la vivienda, paredes de bloque de 15 centímetros .....	37
<b>26</b>	Dimensionado de las paredes de la vivienda, paredes con acabado de piedra de bloque de 15 centímetros.....	39
<b>27</b>	Dimensionado de las paredes internas de la vivienda, bloque de 10 centímetros .....	39
<b>28</b>	Registro de información sobre el dimensionado y materiales, familia de paredes. ....	40
<b>29</b>	Registro de información sobre el dimensionado y materiales, familia de puertas.....	40
<b>30</b>	Parametrización Puertas de Cristal doble con dimensiones de 1,70 metros de ancho por 2,00 metros de alto, familia de puertas .....	41
<b>31</b>	Parametrización Puertas de doble panel con dimensiones de 1,20 metros, familia de puertas .....	41
<b>32</b>	Parametrización Puertas simples con dimensiones de 0,70 metros de ancho por 2,10 metros de alto, familia de puertas .....	42
<b>33</b>	Registro de los equipos Inmobiliarios de la vivienda unifamiliar .....	42
<b>34</b>	Familia de tuberías principales de la vivienda .....	37

<b>35</b>	Familia de tuberías, Parametrización de los accesorios.....	43
<b>36</b>	Familia de tuberías, Parametrización de los accesorios.....	44
<b>37</b>	Familia de tuberías, registro de los equipos mecánicos y sanitarios de la vivienda.....	45
<b>38</b>	Familia de tuberías, registro de los equipos mecánicos y sanitarios de la vivienda.....	45
<b>39</b>	Registro de los elementos de la red eléctrica de la vivienda. ....	46
<b>40</b>	Visualización de la vinculación de las partidas Revit con el visor Tridify.....	46
<b>41</b>	Acceso al Software Tridify desde la herramienta Web .....	47
<b>42</b>	Vinculación del software Revit con Tridify.....	67
<b>43</b>	Autorización de intercambio de información a dispositivos móvil.....	67
<b>44</b>	Representación del modelado 3D de la vivienda unifamiliar con Tridify .....	68
<b>45</b>	Corte de sección en la vivienda unifamiliar empleando Tridify.....	68
<b>46</b>	Registro de las características y propiedades del piso de la vivienda .....	69
<b>47</b>	Registro de las características y propiedades de una de las tuberías de agua fría.....	70
<b>48</b>	Visualización del Manual de mantenimiento Preventivo.....	71
<b>49</b>	Visualización del Manual de Mantenimiento Preventivo.....	71

<b>50</b>	Partidas de mantenimiento des paredes internas con cantidades de materiales, equipos y duración de actividad .....	72
<b>51</b>	Partidas de las paredes internas de la vivienda con cantidades de materiales, equipos y duración de actividad .....	73

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>Pág.</b>
<b>1</b>	Cuadro informativo de las características de la vivienda .....	55
<b>2</b>	Programación de actividades para el mantenimiento de las paredes exteriores e interiores de la vivienda.....	56
<b>3</b>	Programación de actividades para el mantenimiento del techo donde se incluyen los bajantes y las canaletas.....	57
<b>4</b>	Programación de actividades para el mantenimiento de las instalaciones sanitarias .....	58
<b>5</b>	Programación de actividades para manual de mantenimiento para elementos de madera .....	59
<b>6</b>	Programación de actividades para el mantenimiento de las ventanas. ....	60
<b>7</b>	Programación de actividades para el mantenimiento de los pisos.....	61
<b>8</b>	Programación de actividades para el mantenimiento de los equipos eléctricos.....	61
<b>9</b>	Programación de actividades para el mantenimiento del hidroneumático .....	62
<b>10</b>	Acta de constitución del proyecto.....	63
<b>11</b>	Cómputos de mantenimiento de friso y pintura en paredes externas.....	64
<b>12</b>	Cómputos de mantenimiento de friso y pintura en paredes internas. ....	64
<b>13</b>	Cómputos mantenimiento de techo de madera. ....	65
<b>14</b>	Cómputos de mantenimiento de puertas de madera.....	65
<b>15</b>	Cómputos de mantenimiento de friso y pintura en paredes internas. ....	66



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA CIVIL**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA  
LAGESTIÓNDE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA  
VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA, ESTADO  
CARABOBO.**

**Autores:** Chacón Pérez, Andrés Eduardo  
Silva García, Laura Nohemí

**Tutor:** Ing. Rafael Mieres

**Fecha:** Abril, 2021

**RESUMEN INFORMATIVO**

La presente investigación plantea la elaboración de un plan de mantenimiento para una vivienda unifamiliar mediante el empleo de la metodología BIM, para ello se trabajó con la dimensión 7 de dicha metodología la cual cubre el ciclo de vida útil de la obra. Asimismo, se realizó el modelado en 3D de una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparó, Valencia, Estado Carabobo, para lograrlo se utilizó el software REVIT el cual permite modelar y parametrizar edificaciones, generando la información necesaria para la planificación y realización del seguimiento de varias etapas en el ciclo de vida del edificio. La metodología de investigación es un proyecto factible, el cual fue sustentado en la investigación de campo y documental ya que es producto de la observación y análisis de diferentes fuentes registradas por otros investigadores, se trabajó con un nivel descriptivo. Para el desarrollo óptimo de la investigación se emplearon conocimientos de ingeniería civil en el área de las instalaciones de los edificios, así mismo como en administración de obras, esto tomando en cuenta la relevancia que tienen presupuestos a la hora de ejecutar un plan de mantenimiento. Se conoce que la tecnología BIM comúnmente es aplicada a grandes estructuras, por lo cual se considera un elemento de relevancia el poder emplearla en una vivienda, permitiendo a través de ella poder controlar el ciclo de vida de la estructura y sus respectivas instalaciones, manejando y previendo costos de mantenimiento.

**Descripción: Mantenimiento, Metodología BIM, Revit, Modelado 3D, Cómputos.**

## **INTRODUCCIÓN.**

La planificación del mantenimiento de una estructura contribuye a evitar gastos innecesarios y pérdidas de tiempo, es de tener en cuenta que parte de la función de la gestión de obras es considerar la vida útil de la edificación y trabajar en función a esta. Actualmente no existen planes de mantenimientos para viviendas unifamiliares, las cuales conforman un factor de relevancia en el desarrollo urbanístico, social y económico de las ciudades. Por lo cual, muchas viviendas suelen ser descuidadas e incluso lucir abandonas antes de cumplir su periodo de tiempo, conocido como vida útil. Los gastos de reparaciones y remodelaciones no suelen ser considerados en los presupuestos, lo que conlleva a que el propietario de dicha vivienda tenga que barajar varias opciones para poder cubrir con las exigencias de la vivienda.

Cuando las viviendas son afectadas por la falta de mantenimiento pueden ocasionar daños en la salud de los usuarios y sentimientos de incomodidad para ser habitadas. Forman parte del plan de mantenimiento de una vivienda, la fachada, la estructura misma, considerando todos los tipos de materiales de construcción, restauración y demolición de los mismos, así como también, las instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas. Todo esto con el fin de estimar gastos futuros, y conservar a la vivienda en un estado óptimo, garantizando su funcionamiento y prevaleciendo su precio de mercado.

La metodología BIM (Building Information Modeling) por sus siglas en inglés) ha representado una variable de cambio en la forma en la que se gestiona una obra civil, normalmente esta es empleada para controlar y administrar grandes estructuras, ya sean industriales o con fines sociales, aprovechando las ventajas de control sobre el proyecto y la automatización de la producción, lo que conlleva a un ahorro de tiempo y manejo de las desviaciones de presupuestos y minimización de costos, lo que favorece al cliente particularmente. Considerando las grandes ventajas que esta presenta al permitirle al constructor poder registrar y controlar todas las etapas de una obra, se logró enfocar los recursos de dicha metodología

en la elaboración de un plan de mantenimiento para viviendas, abarcando la dimensión siete (7D) en la cual se permite la existencia de un proceso de modificación y retroalimentación continua, la cual es capaz de registrar todas las variaciones entre el proyecto inicial y el resultado real. Para ellos fue necesario realizar el modelado en 3D, de la vivienda modelo, empleando el software REVIT, por lo que se obtuvo información de las características geométricas y diseño espacial del proyecto, sus interrelaciones con otros elementos y consideraciones de los cambios que posibles en la vivienda.

**Capítulo I:** En él se detalla el planteamiento del problema el cual constituye el objetivo principal de estudio con su respectiva formulación del problema. De la misma manera de incluye el objetivo general y específicos de la investigación los cuales garantizaran el éxito de dicho trabajo, así como la justificación que sustenta la investigación.

**Capítulo II:** Esta representado por el marco teórico, basándose en fuentes bibliográficas y documentales, las cuales permiten tener un registro de antecedentes relacionados con la investigación, asimismo se presentan las bases teóricas que permiten comprender el tema. Posteriormente la definición de términos básicos.

**Capítulo III:** Se logró información relacionada al marco metodológico, donde se define el tipo, diseño, y nivel de investigación. Así como las técnicas e instrumentos a utilizar para la recolección de datos. De la misma manera, se desarrollaron las fases de la investigación, las cuales sirvieron de base y orientación para llevar a cabo las acciones que permitan realizar la implementación de la metodología BIM para la gestión de un plan de mantenimiento de una vivienda unifamiliar, ubicada en Valencia, Estado Carabobo.

**Capítulo IV:** Se presentan los resultados obtenidos en la investigación con su debido análisis e interpretación necesaria para su correcto entendimiento.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del Problema**

Es propio del ser humano estar en la constante búsqueda de su desarrollo y comodidad, para ello se ha ido movilizándolo y asentándose en lugares que le den una sensación de pertenencia, la cual logran en cierta medida al obtener aquello que suelen llamar hogar. Tenas (2018) explica que “Los bienes de inmuebles gozan de una importancia capital, tanto en la vida de los seres humanos, como en el desarrollo de la sociedad y su impulso económico” p.231. Sin embargo, surge un problema a la hora de hacer consciente al propietario de que estos inmuebles necesitan tener un mantenimiento adecuado para poder preservarlos tanto estéticamente como en su valor de mercado.

Salinas (2014) expone que “las pérdidas más importantes que se originan en la construcción de viviendas se deben a la no optimización de los proyectos y el inadecuado seguimiento durante las etapas de construcción y entrega” p.5. Los usuarios son los principales responsables del mantenimiento y cumplimiento del ciclo de vida útil de una propiedad, no obstante, es responsabilidad del constructor hacerlo consciente de la importancia de conservarla en buen estado, haciendo mantenimientos preventivos para evitar su deterioro. Dichos mantenimientos no suelen ser tomados en cuenta en el presupuesto de la obra, por lo general, las empresas dedicadas a la construcción de vivienda suelen gestionar los proyectos solo durante la etapa de construcción, una vez entregadas pasan a ser responsabilidad total del comprador, el cual, en su poco conocimiento de la obra descuida realizar las reparaciones preventivas.

Son muchos los detalles a los que se deben estar atentos en una vivienda, es común que estas se deterioren o tengan la necesidad de que en ellas se realicen algunos cambios, debido a que los inmuebles presentan un cierto periodo en el cual se garantiza el funcionamiento adecuado de todas sus instalaciones, conocido como la vida útil de la vivienda. Ortega (2015) define la vida útil de las viviendas

Como “el plazo durante el cual un inmueble estará en condiciones de ser usado para el fin al que se destina” p.441. El cumplimiento de este periodo va a depender del cuidado y control que se tenga sobre el mismo, los cuales abarcan parámetros de instalaciones sanitarias y eléctricas, como también todo aquello relacionado a los materiales empleados en la construcción, entendiéndose que todos estos cuidados representan un costo que debe ser considerado y planificado. Camacho (2009) establece que “La planificación del mantenimiento en edificios puede evitar gastos innecesarios y pérdida de tiempo” p.1. El mantenimiento de las edificaciones suele ser tomado como un tema secundario, no obstante, es importante tener en cuenta que parte de la gestión de una obra es considerar el ciclo de vida útil de la edificación y trabajar en favor de esta.

Morales (2005) expresó “La tarea primordial de la ingeniería civil es generar la infraestructura que el desarrollo nacional requiere, por esta razón, su labor mantiene una relación muy estrecha con las actividades económicas y sociales que construye dicho desarrollo” p.13. Por lo cual, se puede considerar el control y mantenimiento de las viviendas como un asunto administrativo donde se producen inversiones a mediano y largo plazo, las cuales deben ser de beneficio tanto para las empresas constructoras como para los sujetos que hacen uso de dichas instalaciones. en función de contribuir con el desarrollo sostenible de la sociedad, se han ido desarrollando herramientas y metodologías que le permitan al ingeniero poder gestionar y ejecutar proyectos de manera eficaz y productiva, empleando el uso de la tecnología, formando una ingeniería civil más competitiva y efectiva.

En la actualidad existen diversas metodologías capaces de colaborar de manera eficiente con la Gestión de proyectos de obras civiles, sin embargo, no todas ellas permiten unificar todas las etapas, ni los actores presentes en dicha obra. En Países como España, Reino Unido, Estados Unidos, Singapur, Emiratos Árabes, Chile, Brasil, entre otros, se ha empleado la metodología BIM (Building Information Modeling) por sus siglas en inglés) la cual es capaz de crear simulaciones digitales que permiten que todos los elementos que conforman un

Proyecto puedan interactuar continuamente. Dicha metodología presenta una serie de dimensiones, las cuales comprenden las distintas etapas de diseño y gestión de una edificación, incluyendo también la fase de mantenimiento y preservación de la obra. Lo que la hace rentable y eficiente al ser capaz de prever los posibles riesgos durante todo el proceso constructivo, así como a lo largo de su vida útil ya que el modelo BIM de una obra terminada puede seguir siendo utilizada y alimentada con información que facilite las labores de mantenimiento y operación de las instalaciones de la edificación.

Actualmente en Venezuela no existe información veraz de que las empresas de construcción del país estén empleando la metodología BIM, así mismo, los pensum de estudios de las diferentes universidades del país no contemplan en su estructura una cátedra que le permita al bachiller formarse en esta área, lo que conlleva a que su ingreso al campo laboral sea limitado al no poseer conocimientos actualizados y que estén a la vanguardia con las nuevas tecnologías y metodologías.

En una encuesta realizada en el presente trabajo de grado a los 16 propietarios de las viviendas de la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparó, Valencia, Estado Carabobo, se evidenció la falta de conocimiento acerca del mantenimiento preventivo en viviendas unifamiliares y la necesidad de contar con una planificación de para que se pueda llevar a cabo.

Es por esta razón que se considera necesario llevar a cabo trabajos de investigación que le permitan al estudiante en formación desarrollarse satisfactoriamente a la hora de formar parte del campo laboral, así mismo expandir sus conocimientos creando alternativas que puedan ser adoptadas por empresas inmobiliarias las cuales tienen un gran significado en el desarrollo del país, empleando para ello las diferentes dimensiones que aporta la metodología BIM, la cual proporciona herramientas de modelado 3D como Revit que unifica la información necesaria para poder gestionar el mantenimiento de la obra mediante aplicaciones de la dimensión 7 del BIM.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿De qué manera se puede realizar el mantenimiento de una vivienda

unifamiliar bajo la implementación de la metodología BIM?

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Implementar la metodología BIM para la gestión de un plan de mantenimiento de una vivienda unifamiliar ubicada en Valencia, Estado Carabobo.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Modelar en el Software Revit una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.
- Parametrizar el modelo realizado en el Software Revit de una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.
- Planificar las actividades de mantenimiento de una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.
- Diseñar un plan de mantenimiento empleando la metodología BIM para una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.

#### **1.4 Justificación del problema**

Las viviendas unifamiliares componen un factor de gran relevancia en el desarrollo socio-económico de un país, estas forman parte de las planificaciones urbanísticas de las cuales son responsables los ingenieros y arquitectos quienes deben contribuir al crecimiento sostenible de las ciudades, aumentando la productividad y facilitando la innovación y el surgimiento de nuevas ideas. Entre las labores de un ingeniero civil se encuentra la gerencia del proyecto la cual no solo se limita a la etapa de planificación y construcción, sino que en esta se debe considerar gestionar el mantenimiento de tales proyectos. Una mala gestión en el mantenimiento de una infraestructura puede comprometer la estética de la vivienda, la salud y seguridad de los usuarios, de la misma forma, la funcionalidad y el control de presupuesto.

La metodología BIM suele enfocarse en proyectos de gran envergadura debido a las ventajas que este presenta al poder gestionar y controlar todas las etapas de construcción, incluyendo el ciclo de vida útil de la obra. No obstante, estas ventajas pueden ser aprovechadas por todos los tipos de proyectos, ya sea un gran edificio o una vivienda, resultando beneficioso para el cliente en particular. El empleo de la metodología BIM asegura la optimización de la obra, considerando todos los costos asociados a los planes de mantenimiento, lo que a su vez hace más consiente al propietario de la inversión que está realizando.

Esta investigación se justifica técnicamente ya que empleando la metodología BIM, que permite gestionar proyectos y organizar información de una infraestructura a lo largo de su vida útil mediante el uso de software que hacen posible almacenar y organizar toda la información conformada por presupuestos, planos, dimensiones y planes de mantenimiento a futuro, que incluya un proceso de modificación y retroalimentación continua, se podrá brindar una alternativa para prevenir errores y reducir tiempo en la gestión de mantenimiento de una edificación. Con la elaboración de esta investigación se estaría realizando un aporte académico ya que podrá dar inicio a otras investigaciones futuras de los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad José Antonio Páez.

### **1.5 Alcance del proyecto**

En esta investigación se hará uso del software Revit para realizar el modelado y representación del edificio en 3D con sus diferentes instalaciones. Lo que aportará la información necesaria para trabajar con la dimensión siete de la metodología BIM, que abarca la gestión del ciclo de vida de una obra, la cual, se especificó en el título como la Gestión de un plan de Mantenimiento. Por otra parte, el estudio estará delimitado territorialmente a una vivienda unifamiliar ubicada en Valencia, Estado Carabobo. Se contarán con los planos de dicha vivienda, los cuales proporcionan información de las instalaciones eléctricas y sanitarias.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Antecedentes

Ayasta, Guillén e Izquierdo, (2016) presentaron como tesis para optar al grado de magíster en dirección de la construcción ante la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en Lima Perú la investigación titulada “**Aplicación de la tecnología BIM al facility management de un centro comercial en el Perú**”. En esta se propone la aplicación de herramientas de la metodología BIM con el objetivo de optimizar el tiempo, costo de operación y mantenimiento de un centro comercial. Analizando el impacto de diferentes etapas del BIM en la administración del centro comercial, en sus diversas áreas, comparando para ello el tiempo que demanda realizar las tareas del día a día sin BIM y con BIM. De este trabajo de investigación se extraerá la ventaja que establece las diferentes dimensiones que comprenden a esta metodología resaltando el modelado 3D con la utilización de la herramienta Revit centralizando la información de la infraestructura de la obra, además aplica la tecnología BIM en torno al mantenimiento de la vida de un proyecto.

Así mismo, Chacón y Cuervo, (2017) en su trabajo titulado “**Implementación de la Metodología BIM Para Elaborar Proyectos Mediante El Software REVIT**”, Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Carabobo en Valencia, desarrollaron una investigación sobre las nuevas metodologías de modelado paramétrico en tres dimensiones, también conocidos como modelos BIM. Para esto se utilizó el software de modelado 3D Revit y se desarrolló un proyecto para demostrar las ventajas del mismo. Igualmente, se presentó un manual enfocado en enseñar a estudiantes y profesionales de la construcción el manejo básico del software Revit, además de demostrar y ejemplificar las aplicaciones BIM. Se concluye que los manuales para el manejo básico del software Revit serán un aporte fundamental para conocer y aprender a utilizar una de las herramientas más importantes para el modelado 3D.

Por último, Pérez G, (2019), en su trabajo de grado titulado “**Posibilidades de la metodología BIM en la ingeniería civil**”, Trabajo presentado para optar al título de Máster en la Universidad politécnica de Madrid España, analiza el marco legal propuesto para la implementación de la metodología BIM en edificaciones e infraestructura en España y a nivel mundial, intentando aplicar así esta tecnología en el marco empresarial de manera eficiente, demostrando a lo largo de su trabajo que la metodología BIM tiene posibilidades importantes dentro de la ingeniería civil fuera del ámbito edificación y especialmente en el diseño de infraestructuras. Este proyecto aporta la investigación de la metodología BIM a nivel global y demuestra la factibilidad de aplicar la metodología tanto a nivel de proyectos pequeños como empresariales.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Mantenimiento aplicado en la ingeniería civil.**

La definición de mantenimiento ha sido ampliamente desarrollada por diversos autores debido a que desde épocas remotas se ha hecho necesario idear un sistema que permita la conservación del patrimonio construido. Esto ha posibilitado que se desarrollen amplios estudios e investigaciones sobre el mantenimiento de edificaciones para demostrar su gran importancia. El mantenimiento es definido de muchas formas por distintos autores, algunas de las definiciones más relevantes son.

El conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado (Norma Venezolana. Mantenimiento, Definiciones COVENIN 3049-93).

El mantenimiento puede definirse como el “Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industrias, vialidades, entre otras, puedan seguir funcionando adecuadamente”. (Real Academia Española,2020).

### **2.2.1.1 Tipos de mantenimiento**

- Preventivo: Obedece a una programación y no a la demanda. Al hacer uso de este, el usuario puede incrementar la vida útil del proyecto, reducir costos, asegurar la disponibilidad y funcionamiento.
- Correctivo: Obedece a la demanda y prioridad del usuario y no a una programación. Este tipo de mantenimiento genera sobrecostos.
- Predictivo: Corresponde a la filosofía de trabajo para reforzar el mantenimiento preventivo.

Los tres tipos de Mantenimiento son necesarios para disminuir la velocidad de deterioro de una estructura por causa de agentes externos y asegurar su calidad.

### **2.2.2 Mantenimiento de infraestructura**

El mantenimiento de las edificaciones deberá incluir todos los servicios y materiales requeridos para alcanzar un óptimo estado de conservación de manera que puedan ser utilizados en forma continua para el propósito con el cual fueron construidos.

Con respecto al mantenimiento preventivo y conservación de la estructura se debe tomar en cuenta a los componentes estructurales, paredes, techos y cubiertas, pintura, pisos, instalaciones mecánicas, instalaciones eléctricas, cerrajería, puertas, ventanas, cielos, trabajos en metal, trabajos en madera, obras en ladrillo y concreto, tapias, muros, Ascensores, Sistemas contra incendio, Plantas de emergencia y jardinería.

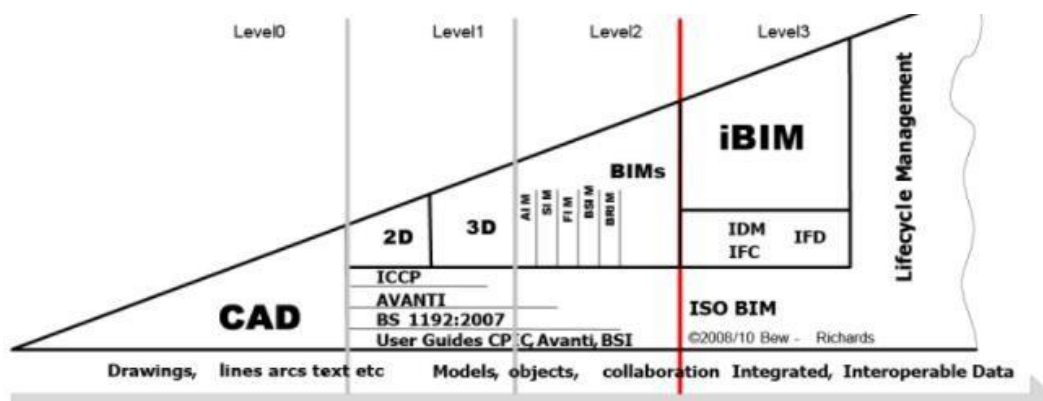
Con respecto al mantenimiento correctivo pueden realizarse diferentes mantenimientos: paredes (manchas y suciedad, hongos, orificios), techos o cubiertas Reparación de goteras, Cambio de láminas de techo), pintura (abombamiento, desprendimiento, manchas, fisuras, gotera, retoques), pisos (Cerámica y Porcelanato, Cambio de Piso de Loseta, Reparación de Pisos de Cemento, Cambio de cerámicas o azulejos, sistema mecánico (Pérdidas de Agua en la Grifería, Cambio de Empaquetadura de llave, Cajas de Registro, Tanque Aguas Negras, Trampas de Grasa) instalaciones eléctricas, cerrajerías, puertas, ventanas, cielos, portones, tapias, muros de retención.

### 51.2.3. Building Information Modeling (BIM)

Es una metodología colaborativa que consiste en la elaboración de un modelo gráfico computacional, que integra a todos los agentes que participan en el proceso de edificación centralizando así toda la información necesaria para la creación y gestión de un proyecto de construcción formando una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida; definido desde su concepción hasta su demolición. Es un enfoque para el diseño, análisis y documentación de edificios. BIM trata de la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de la estructura”. (Dzambazova, Krigiel, &Demchak, 2009). Como expresan esta serie de definiciones, BIM pretende formar parte de todo el ciclo de vida de la obra, englobando todo este ciclo en las siguientes etapas principales (diseño, construcción, aprovechamiento, mantenimiento). Este ciclo puede ser completo o parcial dependiendo de la dimensión que se quiera alcanzar en el modelo.

### 2.2.4 Niveles de madurez del BIM

El BIM hace referencia a un método de trabajo colaborativo basado en la generación y el intercambio de datos entre todas las partes del proyecto, el proceso para implementar esta metodología es de forma progresiva por lo que se ha dividido en niveles que indiquen la capacidad de la cadena constructiva para operar e intercambiar información. Los niveles BIM se han definido dentro de un rango de 0 a 3, y aunque existe un debate sobre el significado exacto de cada uno, se pueden definir como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1**Bew-Richards Modelo de Maduridat BIM

Fuente: <http://biblus.accasoftware.com>

**Nivel 0:** No existe ningún tipo de colaboración. El trabajo se basa en la utilización de software para crear planos y detalles constructivos en 2D, el método de comunicación e intercambio de información se basa en el físico y La tecnología está basada en los softwares CAD.

**Nivel 1:** En este nivel se trabaja el 2D para generar la documentación del proyecto y el uso 2D para diseño conceptual. No existe una colaboración entre diferentes disciplinas y cada uno mantiene su propia información.

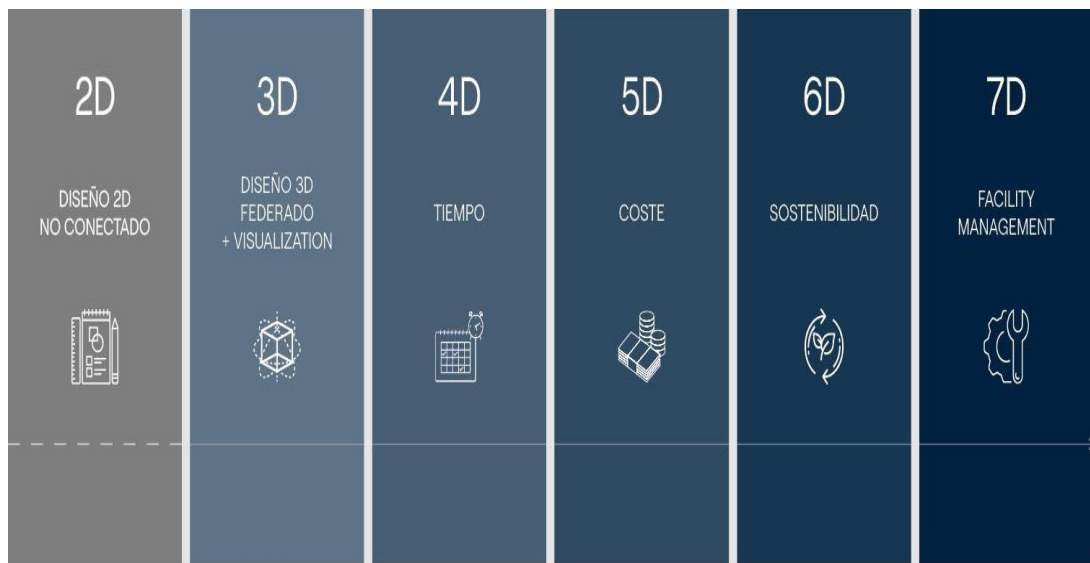
**Nivel 2:** Se define con la introducción del flujo de trabajo colaborativo en la metodología de trabajo, todos los agentes trabajan con sus modelos 2D-3D en CAD o BIM, se trabaja con modelos parametrizados, El intercambio de información se hace mediante archivos en formato común, de este modo todos pueden importar a sus modelos la información procedente del resto de partes implicadas.

**Nivel 3:** Es definido por la colaboración e interoperabilidad total entre los diferentes agentes constructivos sobre un modelo único compartido, el cual se encuentra subido en un servidor accesible por cualquier agente desde cualquier parte del mundo en tiempo real. También llamado Open BIM.

#### **51.2.4. Dimensiones de la metodología BIM**

Los tipos de información que se incluyen habitualmente en el modelado BIM suelen denominarse dimensiones BIM. El origen del término está en la capacidad de aumentar los diseños tradicionales en 2 dimensiones (tipo CAD) a modelos BIM en 3D y más allá, incorporando otros tipos de información útil en las fases de diseño, construcción y operación de activos con BIM.

Se puede decir entonces que se refiere a la profundidad del modelo realizado pasando por todas las etapas de la vida de la estructura o solo una fracción de esta, sin embargo, estas dimensiones están asociadas a unos niveles de implementación BIM, a mayor nivel de implementación mayor cantidad de dimensiones se (Ver Figura 2).



**Figura 2** Las 7 Dimensiones BIM

*Fuente: <http://biblus.accasoftware.com>*

### 2.2.5. Modelado y Diseño Paramétrico (2D/3D - Arquitectura, Estructura e Instalaciones)

Primero se establece el flujo de trabajo, planos o bocetos y los procedimientos organizacionales (plantillas) en torno a BIM de las distintas áreas de trabajo implicadas. Para luego llevar a cabo lo que sería el modelado paramétrico arquitectónico del proyecto, el cual posteriormente pasa al cálculo y diseño estructural y a su vez al cálculo de las diferentes instalaciones que este debe tener, formando una representación o gemelo digital de cada elemento de la obra y agrupando a las distintas disciplinas (arquitectura, estructura e instalaciones), control de calidad y viabilidad constructiva y la preparación de la documentación para la comercialización.

El modelado se lleva a cabo con el uso software o herramientas que manejen la metodología por lo que se pudiesen definir y dividir los softwares BIM utilizados en esta etapa en dos tipos, los softwares de representación y los softwares de cálculo y dimensionado; Los softwares de representación más destacados son: Revit, ArchiCAD, Allplan o AecoSIM, y los softwares más importantes del mercado para la ejecución del cálculo estructural son: SAP2000,

CYPECAD, TEKLA, CATIA, ROBOT y ETABS.

Entre las ventajas de estos software está el hecho de poder integrarse para dibujar y representar en un solo modelo tridimensional todas las partes que conforman el proyecto ya sean partes arquitectónicas, estructurales o de instalaciones, permitiendo poder detectar problemas, incongruencias e interferencias entre los elementos del mismo, además de tener una visión integral del proyecto para la toma de decisiones y cambios antes de la ejecución del mismo, ahorrando tiempo y dinero significativamente.

- Software REVIT.

Actualmente REVIT es el software de modelado de información de construcción más utilizado y aprovechado del mercado actual. El software original fue desarrollado por Charles RiverSoftware, fundado en 1997, rebautizado como Revit Technology Corporation en 2000, y adquirido por Autodesk en 2002. El software permite a los usuarios diseñar un edificio o una estructura y sus componentes en 3D, anotar el modelo con dibujo de elementos 2D y acceder a la información del proyecto desde la base de datos del modelo. Además, crea familias paramétricas permitiendo agregar nuevas dimensiones a los componentes logrando el modelado de información de construcción 4D creando herramientas para planificar y rastrear varias etapas en el ciclo de vida del edificio, desde el concepto hasta la construcción y posterior mantenimiento y / o demolición. Para lograr adaptarse a las diferentes fases de un proyecto este se divide en tres ramas:

- REVIT Arquitectura: Permite la elaboración de un diseño Colocando elementos inteligentes como paredes, puertas y ventanas. Revit genera los planos de planta, alzados, secciones, horarios, vistas en 3D y renderizaciones foto realistas. Crea documentación con vistas en corte y en 3D, y panorámicas estéreo para extender tu diseño a la realidad virtual. Optimiza el rendimiento del edificio temprano en el proceso de diseño, ejecuta estimaciones de costos y monitorea los cambios de rendimiento durante la vida útil del proyecto y el edificio. Y como una de sus funciones más importantes debido a que Revit es una plataforma de BIM permite la colaboración multidisciplinaria.

- **REVIT Estructura:** Partiendo de las necesidades del modelo arquitectónico permite gestionar los elementos estructurales Modelando armaduras para concreto en 3D en un entorno BIM avanzado, crea diseños de armaduras detallados y precisos, produce documentación para dibujos de taller con planificación de doblado de barras de refuerzo, crea documentación más precisa y detallada sobre diseños de acero y concreto, conecta flujos de trabajo de diseño y detallado de acero, define la intención del diseño para un mayor nivel de detalle para las conexiones de acero en el modelo de Revit. Por último, tiene la capacidad de vincularse con programas de cálculo estructural desarrollando el modelo conforme se va desarrollando el cálculo.
- **REVIT MEP (Mecánica, eléctrica, tubería):** Permite un diseño integrado de las diferentes instalaciones dentro del modelo, aportando ventajas como el análisis de interferencias, estudios energéticos, posee herramientas que automatizan el diseño del modelo de fabricación y Prepara un modelo para la coordinación detallada de la fabricación e instalación.

#### **2.2.5.2 Planificación y Gestión de Proyectos (4D - Tiempo)**

La dimensión agregada al modelo es el factor tiempo creando herramientas que nos permiten analizar y controlar los tiempos de construcción. De esta forma, los proyectistas pueden coordinar/planificar las actividades relacionadas con el proceso de construcción del edificio.

#### **2.2.5.3 Mediciones y Costos (5D - Control de Costos)**

Esta dimensión comprende el análisis y estimación de costos. Permite conceptualizar cada elemento del modelo para no solo mostrar su diseño actual, sino también cómo las revisiones o alternativas de diseño afectarán la economía del proyecto desde sus primeras etapas hasta su finalización.

#### **2.2.5.4 Análisis de Eficiencia Energética (6D - Ambiente y Sustentabilidad)**

La sostenibilidad es la dimensión agregada, ya que Los modelos en BIM contienen datos internos que reflejan el comportamiento real de dicha edificación es una herramienta que facilita realizar análisis, cálculos y simulaciones de cara a

mejorar la eficiencia energética de la obra.

#### **2.2.5.5 Administración, Operación y Mantenimiento (7D)**

Según Patrick MacLeamy CEO de HOK que es una de las más importantes firmas de ingeniería y arquitectura del mundo, la etapa de operación y mantenimiento de un edificio representa un costo mucho mayor que las etapas de diseño y construcción, por esto la buena administración y manejo de los procesos operativos al igual que un adecuado mantenimiento es muy importante para reducir los costos de la vida útil de un proyecto.

Por esto a la metodología BIM se añade lo que se conoce como Facility Management (FM), que son aplicaciones y servidores que permiten en manejo y administración de un proyecto durante toda su vida útil, desde la etapa de diseño, pasando por la etapa de la construcción hasta llegar a la operatividad mantenimiento e incluso demolición, logrando la optimización de los procesos importantes tales como inspecciones, reparaciones y mantenimientos. Hoy en día, se pueden encontrar diferentes herramientas o software destinados a la planificación y gestión de la vida útil de un proyecto, como son:

- **YouBIM:** Es un software disponible tanto localmente como en la nube el cual te proporciona una base de datos integrada de acceso inmediato a la información de la ubicación de los activos a través de una interfaz 3D.
- **Máximo (IBM):** Permite su integración con proyectos BIM y da la opción de tener un modelo único actualizado donde todos los intervinientes puedan mirar y conectar para la fase de mantenimiento de sus activos
- **ARCHIBUS:** Software de gestión diseñado para simplificar el trabajo, al automatizar el flujo de información desde las fases de diseño y construcción de la propiedad hasta la gestión completa del ciclo de vida de los activos. Uno de los más utilizados.
- **TCQi MNT:** Este software te permite la definición del plan de mantenimiento de un edificio mediante la selección de los elementos de edificación, de las instalaciones y de la urbanización de los edificios y su entorno.

### 2.3 Definición de Términos

**Cajas de Registro:** Se refiere a un sistema de canalización eléctrica y telefónica que permite interconectar sistemas de todo tipo tales como redes eléctricas y de datos.

**Trampas de Grasa:** Una trampa de grasa es un dispositivo fabricado en acero inoxidable que permite separar los residuos sólidos y las grasas que bajan por las pocetas de lavado y de porcionamiento de alimentos en restaurantes, hoteles, negocios de comida rápida, plantas de producción y en diferentes aplicaciones y procesos industriales. Estas trampas tienen el fin de proteger las instalaciones sanitarias, al mismo tiempo que permiten capturar los olores.

**Modelado paramétrico:** Se refiere a las relaciones entre todos los elementos de un proyecto que permiten la coordinación y la gestión de cambios. Estas relaciones la crean automáticamente el software, o el usuario con su trabajo.

**Software:** Es el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de computación.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

Según Arias (2012), “la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado” p.45. Es decir, la metodología de la investigación es un elemento que permite contemplar y definir los métodos y técnicas que se deben aplicar en el trabajo de investigación, este mecanismo permite orientar la investigación y tener noción de los instrumentos y herramientas a emplear para recolectar los datos. Es de tomar en cuenta que para el presente proyecto el único método aceptable es el científico el cual es definido por Rocha (2015) como “un procedimiento planificado que se desarrolla y opera tanto en el ámbito teórico como en el práctico, esto es, que se realiza en el momento de hacer una investigación, pues cuestiona y analiza las posibilidades de aplicación” p.88. Por lo tanto, este permite que el conocimiento y estudio de la realidad sea objetivo, haciendo una investigación de carácter refutable.

En búsqueda de poder cumplir y alcanzar con los objetivos planteados en la presente investigación se decidió tomar en cuenta la siguiente metodología, la cual, se considerada como la más conveniente en términos de la probabilidad que tiene de ser realizada por los investigadores en un periodo de tiempo razonable.

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Para realizar un trabajo de grado es importante tener en cuenta el tipo de investigación a realizar debido a las diferentes estrategias que se pueden emplear en función de lograr obtener los resultados exactos que sean confiables para el investigador, el cual, le permita alcanzar los objetivos señalados, y lograr llegar a la información requerida. Palella y Martins (2008), expresan que “la modalidad de la investigación es el modelo de investigación que se adopte para ejecutarla”.

Entre las modalidades más conocidas están los proyectos factibles y los proyectos especiales” p.87. Ambos proyectos consisten en una serie de pasos

procedimientos que le permiten al investigador identificar la modalidad con la cual se trabajara, para efectos de la presente investigación se trabajó con la metodología de los proyectos factibles, pues esta tiene como propósito dar solución a un problema real.

De acuerdo con el Manual de Trabajo de Grado de Maestrías y Tesis Doctorales de la Universidad de Carabobo (1990) “El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta viable para buscar una solución posible a un problema” p.143. Los proyectos factibles tienen mucha relación con los procesos de diseño y planificación de la investigación el cual consiste en realizar una comparación entre la realidad y en el cómo deberían ser las cosas. Para efectos de la presente investigación y en busca de cumplir con los objetivos planteados, con la finalidad de elaborar un plan de mantenimiento mediante la metodología BIM para una vivienda unifamiliar ubicada en Valencia, Estado Carabobo, se define la investigación como un proyecto factible.

### **3.2Diseño de la Investigación.**

En función al método de estudio seleccionado se ha determinado que la investigación es de campo, esto se debe a que la información que se requiere para llevar a cabo la presente investigación debe ser obtenida directamente del lugar donde residen los hechos, en este caso en las instalaciones de la vivienda unifamiliar. Parte de los conocimientos que se han de adquirir forman parte de la observación directa que se realizara sobre las viviendas unifamiliares de Valencia, Estado Carabobo. Lo cual permitirá establecer una interacción directa con el entorno de estudio.

La información obtenida en este medio se considera como datos primarios. Según Arias (2012) la investigación de campo se define como: “Aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos” p. 31. Por lo tanto, es de gran relevancia para el investigador poder establecer una conexión entre su investigación y el entorno proveedor de datos e información. Muñoz (1998) explica que “la ejecución de los trabajos de este tipo, tanto el levantamiento de información como el análisis, comprobaciones, aplicaciones prácticas,

conocimientos y métodos utilizados para obtener conclusiones, se realizan en el entorno en donde se desenvuelve el fenómeno” es por esta razón que se considera de vital importancia la exploración de la zona donde ocurre el hecho de estudio.

No obstante, también se determinó que dicha investigación es de carácter documental, la cual es definida por Arias (2012) como el “proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios” p.27. Entendiéndose que para efectos de ejecutar y cumplir con los objetivos planteados y poder implementar con eficiencia la metodología BIM en la vivienda unifamiliar, es necesario contar con una serie de planos los cuales aportan información sobre los elementos estructurales que componen la vivienda y de las instalaciones eléctricas y sanitarias, las cuales son de gran importancia a la hora de realizar el modelado del inmueble en REVIT. Así mismo, se considera que para desarrollar de forma eficiente la presente investigación es necesaria la consulta de libros, manuales y medios digitales.

### **3.3 Nivel de la Investigación**

Para llevar a cabo esta investigación es necesario requerir de un grado de conocimiento moderado el cual permita afrontar la investigación realizando una descripción de los hechos tal y como se plantean y se presentan en la realidad. Para ello es necesario trabajar con un nivel de investigación descriptiva, la cual es definida por Arias (2012) como: “El hecho, fenómeno, individuo o grupo, que con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” p.24. Es decir que este diseño de investigación permite describir el comportamiento de un fenómeno o problema sin influir sobre él, además, otorga la posibilidad de poder identificar las características y variables presentes en la investigación.

En función de lo anteriormente expuesto este estudio es de carácter descriptivo debido a que se describen los hechos para a partir de allí elaborar un plan de mantenimiento mediante la metodología BIM para una vivienda unifamiliar ubicada en Valencia, Estado Carabobo.

### **3.4 Población y muestra**

Tamayo y Tamayo (2004), definen la población como “la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. p.114. Entonces, una población es la comunidad de estudio la cual posee un conjunto de características que concuerdan con una serie determinada de especificaciones.

Para esta investigación se considera como población a las personas que forman parte de la comunidad de Valencia del Estado Carabobo ya que es el sitio donde se encuentra ubicada la vivienda unifamiliar en la cual se elaborara el plan de mantenimiento utilizando la metodología BIM.

Morlés (1994) define a la muestra como un “subconjunto representativo de un universo o población” p.54. Una vez definida la comunidad de estudio es importante establecer un número representativo y limitado de sujetos a juicios del investigador que cumplan con los criterios de inclusión. Por lo tanto, la validez de la generalización dependerá de la validez y tamaño de la muestra.

Ahora bien, por cuestiones de tiempo y recursos, la muestra fue integrada por los sujetos que hacen vida en la calle 4 de la Urbanización Minifincas El Solar de Guataparó, trabajando con un total de 16 viviendas, lo que representa el tamaño de la población y muestra de estudio.

### **3.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Según Méndez (2001), define que “Los instrumentos son hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permite obtener información. Las técnicas son los medios empleados para obtener la información.” p.152. Existen diferentes herramientas que permiten obtener datos, para efectos de la presente investigación la técnica empleada para la recolección de información fue la observación directa en el sitio y el uso de la encuesta.

#### **3.5.1 Técnicas**

##### **3.5.1.1 Observación Directa**

Méndez (2009) define a la observación directa como: “el proceso mediante el cual se percibe deliberadamente ciertos rasgos existenciales en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos

propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar.” p.251. Esta técnica se empleó con el fin de lograr recolectar datos sobre el estado de mantenimiento de las viviendas unifamiliares ubicadas en el sector en la calle 4 de la Urbanización Minifincas El Solar de Guataparo de la ciudad de Valencia, Estado Carabobo. Así mismo para lograr comprender el impacto socio-económico que tiene la falta de un plan de mantenimiento en los inmuebles.

### **3.5.1.2 Encuestas**

Zapata (2006) describe que la encuesta puede definirse como “un conjunto de técnicas destinadas a reunir, de manera sistemática, datos sobre determinado tema o temas relativos a una población, a través de contactos directos o indirectos con los individuos o grupo de individuos que integran la población estudiada” p.189. En la investigación se decidió utilizar esta técnica debido a que resultaba útil, para trabajar con una cantidad representativa de la población, permitiendo obtener resultados en un tiempo corto. Las preguntas a realizadas son cerradas, lo que permitió lograr una aplicación de manera fácil y rápida.

### **3.5.2 Instrumentos**

Al emplear la técnica de la encuesta se debe plantear cómo se recolectarán los datos oportunos a la información sobre las cualidades, conceptos o variables, específicamente en la muestra seleccionada. Por ende, hay que trazar un plan que contemple dichas variables, sus definiciones operacionales, la muestra y los recursos disponibles, siendo el instrumento el que juega un papel central, pues sin él no hay datos que analizar. Gómez, M (2006) indica que “Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” p.122. Los registros de los instrumentos representan valores visibles de conceptos abstractos que permiten entender el comportamiento de las variables. Por lo tanto, todo instrumento de medición debe reunir dos requisitos esenciales: confiabilidad y validez.

Según Bernal (2010) “La confiabilidad de un cuestionario se refiere a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por las mismas personas, cuando se las examina en distintas ocasiones con los mismos cuestionarios.” p.302. Es decir,

la confiabilidad se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo produce resultados iguales. A su vez Gómez (2006) explica que “un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado” p.302. Por lo tanto, la validez hace referencia al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende cuantificar. En función de estos requisitos para la presente investigación el instrumento empleado para la recolección de datos fue el cuestionario.

### **3.5.2.1 Cuestionario**

Según Gómez (2006) “un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respectó a una o más variables a medir. Básicamente se consideran dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas” p.125. Por tal razón, considerando lo antes expuesto se cree conveniente el empleo de este instrumento para recolectar los datos que le permiten a los investigadores llevar a cabo el trabajo de grado, se plantearon preguntas cerradas y a su vez se aplicó una prueba piloto en intervalo de un mes con un mismo grupo de la población no participante de la muestra, pero si con las mismas características, para medir la confiabilidad del instrumento. Y para la validez, se ejecutó la validación por juicio de especialistas, por lo que se consultó a un profesor experto en metodología.

### **3.6 Fases metodológicas**

Para llevar a cabo la investigación se han planteado cinco fases las cuales corresponden a cada objetivo establecido.

**Fase I: Modelar en el Software Revit una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.**

Para efectos de la investigación se consideró de gran relevancia el poder desarrollar el modelado de la vivienda unifamiliar en el software REVIT, esto debido, a que dicho modelo proporciona información acerca de las características físicas y geométricas que posee la vivienda, así mismo almacena datos sobre los materiales empleados para su construcción.

**Fase II: Parametrizar el modelo realizado en el software Revit de una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.**

Sustentándose en la información encontrada en planos digitales originales se asignaron reglas, restricciones y parámetros a cada familia dentro en el modelo Revit. Dinamismo y flexibilidad a la vivienda unifamiliar, logrando codificarla y definir las medidas de longitud, altura y ancho que le dan forma al modelado.

**Fase III: Planificar las actividades de mantenimiento de una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.**

Dentro de esta tercera fase se desarrolló un diagnóstico de la situación actual que presentan las viviendas unifamiliares ubicadas en la calle 4 de la Urbanización Minifincas El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo con respecto al estado de mantenimiento donde se incluye fachada, estructura e instalaciones eléctricas y sanitaria. Para ellos los investigadores emplearon la observación directa y aplicación de instrumento que permitieron obtener información en lo que se refiere a los planes de mantenimiento que poseen las viviendas, lo que permitió lograr desarrollar eficazmente un plan de actividades para el mantenimiento de las viviendas.

**Fase IV: Diseñar un plan de mantenimiento empleando la metodología BIM para una vivienda unifamiliar ubicada en la calle 4 de la Urbanización Minifincas, El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.**

Por último, teniendo el modelado de la vivienda unifamiliar en REVIT y haciendo uso de la metodología BIM se elaboró un plan de mantenimiento para viviendas unifamiliares.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

El presente capítulo contiene los detalles pertenecientes al desarrollo de los objetivos específicos planteados inicialmente, apoyándose en la información obtenida por medio de planos digitales se procedió a realizar el modelado en el software REVIT, lo que conllevó seguidamente a la parametrización de dicha información. Consecutivamente se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales de la zona donde se encuentra ubicada la vivienda unifamiliar modelada empleando la observación directa y técnicas de recolección de datos, para finalmente diseñar el plan de mantenimiento empleando la metodología BIM.

#### **4.1 Modelado en el Software REVIT de una vivienda unifamiliar.**

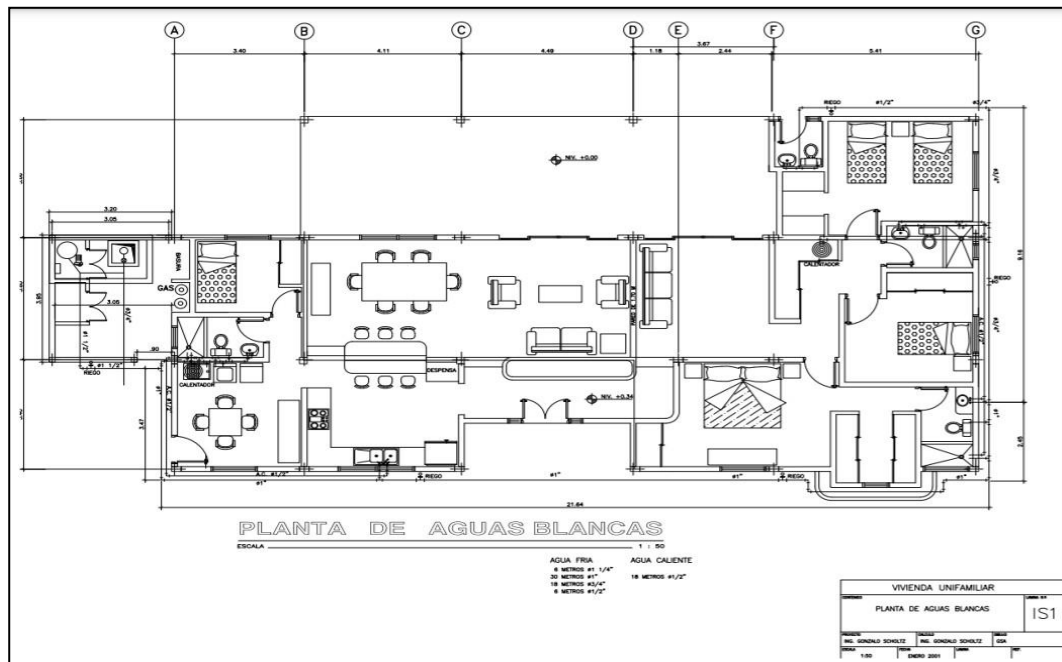
La metodología BIM trabaja con una serie de software que permiten ejecutar las diferentes dimensiones que abarcan tal método, en función de la dimensión siete, se ha desarrollado la representación virtual del diseño de construcción mediante el empleo del software REVIT, en donde se describe la geometría del modelo, además de permitir almacenar información lógica acerca de las características espaciales y elementos que lo conforman.

El modelado realizado pertenece a una vivienda de tipo unifamiliar, la cual se encuentra ubicada en El Solar de Guataparó, en la Ciudad de Valencia del Estado Carabobo. Para lograr realizar el modelado fue necesario el uso de planos digitales en AUTOCAD, también conocidos como planos originales. Estos planos aportaron información precisa acerca de las dimensiones, ubicación, terreno, mobiliario, distribución espacial, entre otros.

Para el desarrollo del proyecto de implementación de la metodología BIM, se realizó un ejercicio de coordinación entre el proyecto arquitectónico de la vivienda y los proyectos técnicos, estructurales y de instalaciones lo cual permitió poder detectar inconsistencias y corregirlas, para luego logra vaciar toda esta información en REVIT. A continuación, se presentan los planos de AUTOCAD utilizados para esta etapa.

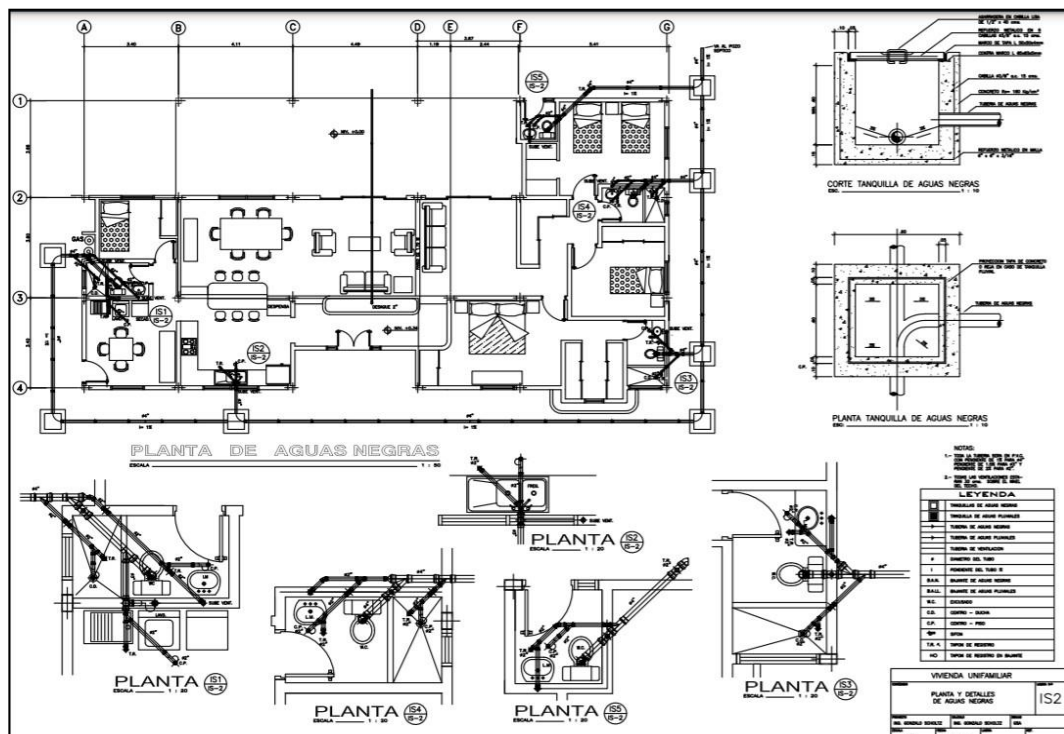






**Figura 7:** Planta de aguas blancas

Fuente: Sholtz, G. Planta de aguas blancas. [Plano].1:50. enero de 2015.



**Figura 8:** Planta de aguas negras

Fuente: Sholtz, G. Plano y detalles de aguas negras. [Plano].1:50. enero de 2001.



Al optar por la vinculación de información se tomó en cuenta que los cambios que se generen en los planos de AutoCAD de ciertos objetos no necesariamente se alinean a Revit si están restringidos, por lo que se deben volver a alinear los elementos. Para proyectos relacionados con la metodología BIM es recomendable limpiar el archivo AutoCad antes de vincularlo, para ello se deben eliminar haches, líneas y tipos de líneas que no sean indispensables, de esta manera se evita recargar el modelado con información innecesaria del AutoCad.

- **Modelado en 3D**

El modelado en REVIT crea una representación en 3D de la vivienda unifamiliar, esta herramienta de edición permite manejar el proyecto de una forma simple en donde se pueden observar los elementos actuales que conforman la vivienda, además de brindar la opción de observar diferentes puntos de referencia del inmobiliario.

Para realizar el modelado fue importante coordinar y combinar los planos arquitectónicos y estructurales, así como aquellos que almacenan información acerca de las instalaciones. Todo esto permite optimizar el proyecto, debido a que recopila todos los aspectos constructivos en un solo modelo analizándolos en conjunto, permitiendo un acceso rápido a las distintas disciplinas que lo componen y detectar las variantes que crean discrepancia en la estructura. Por lo que se brinda información en la fase de modelado, evitándose tener que manejar estas discrepancias de forma inesperada en el proceso de construcción, por lo que se ahorra tiempo y costos.

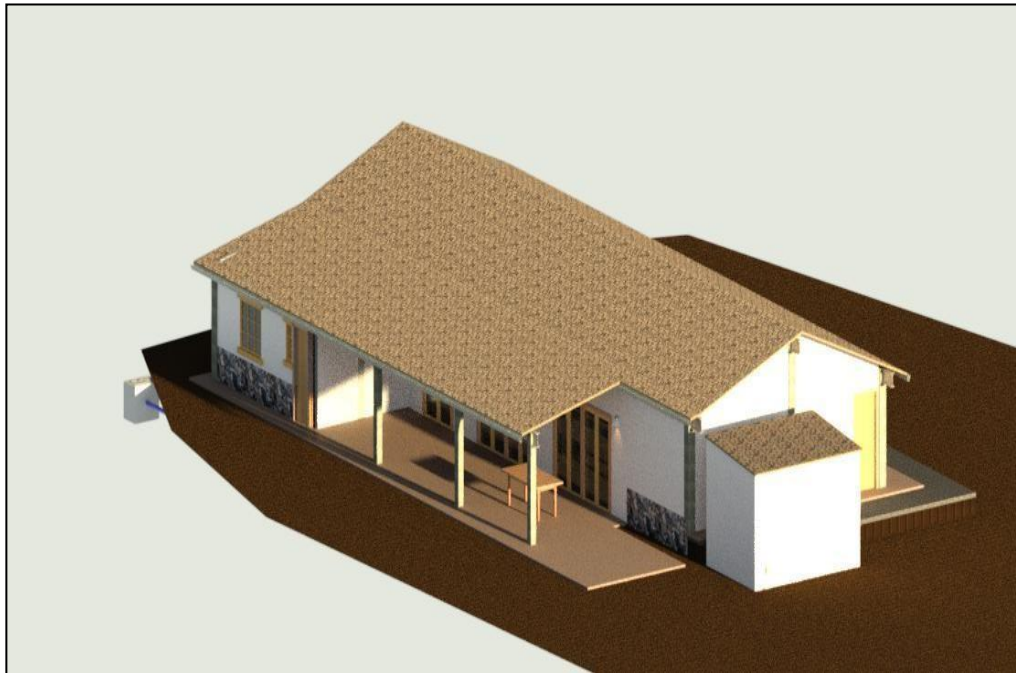
- **Modelado arquitectónico de la vivienda**

La modelación arquitectónica se realizó importando los planos de AutoCad, los cuales se encuentran en formato .dwg a Revit, se realizó una alineación de planos y la vinculación de los mismos, posteriormente se levantaron los elementos estructurales y arquitectónicos. En esta etapa se incluyeron la creación de ejes de construcción y se cargaron las familias necesarias para el modelado arquitectónico en 3D.



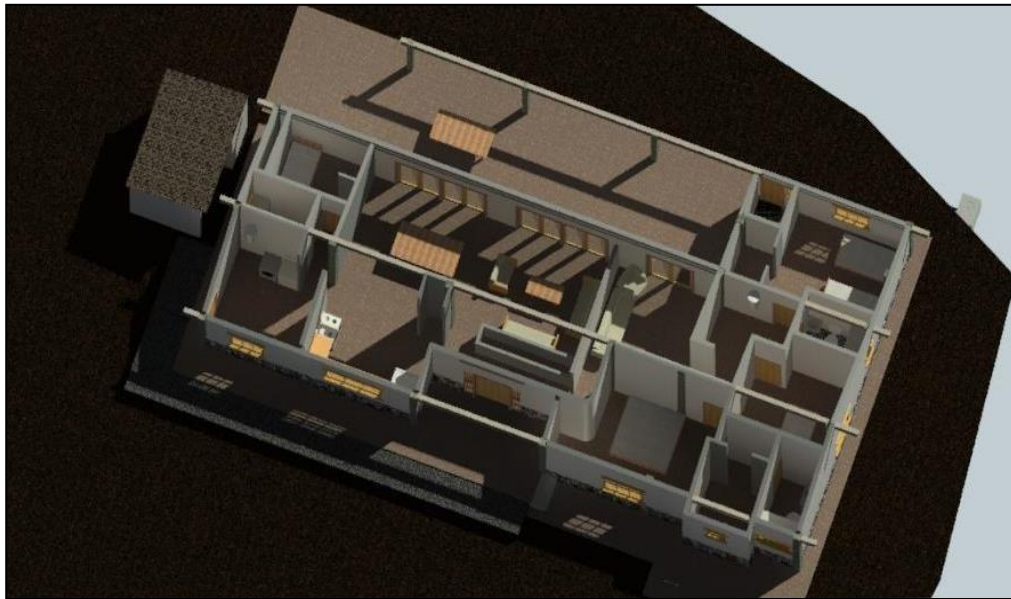
**Figura 11:** Modelado 3D de la fachada Principal de la vivienda unifamiliar.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)



**Figura 12:** Vista 3D de la fachada posterior de la vivienda unifamiliar.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)



**Figura 13:** Modelado 3D de la vivienda unifamiliar.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

La metodología BIM cubre todas las áreas de desarrollo de un proyecto constructivo, incluyendo las instalaciones. En función de almacenar todos los datos posibles sobre la vivienda unifamiliar se realizó el modelado de las instalaciones eléctricas y sanitarias.

- **Modelado de las instalaciones sanitarias de la vivienda**

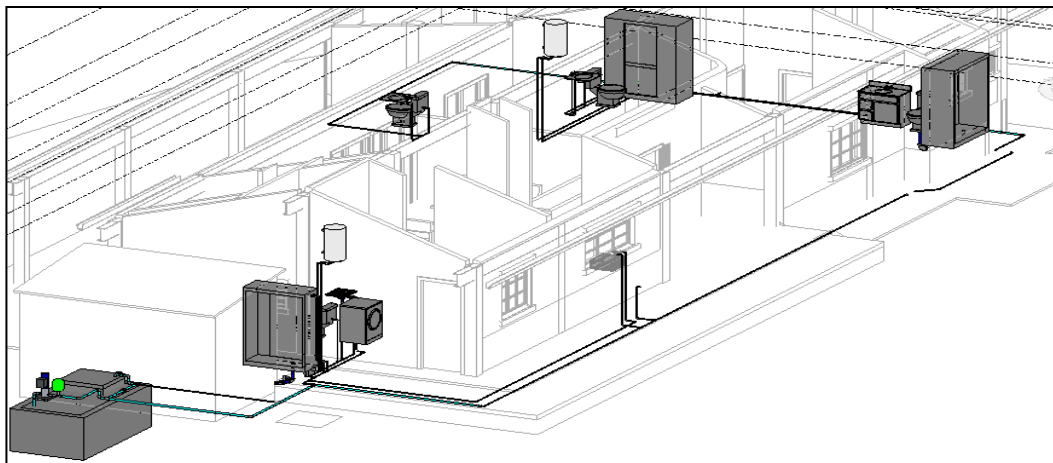
Las instalaciones de una vivienda son un tema de gran importancia debido a que requiere de más coordinación, esta coordinación no solo aplica a la hora de ejecutar el proyecto, sino que debe ser trabajada con anterioridad para lograr unas instalaciones que logren encajar perfectamente en la vivienda, además, al implementar la metodología BIM se considera relevante la información que se encuentre presente, o se vaya incluyendo en el modelado.

Para el modelado en Revit de las instalaciones sanitarias, se hizo uso de los planos sanitarios archivados en AutoCad y se procedió a la creación de un sistema de tuberías para aguas blancas y aguas negras. Al modelar con el software Revit se toma en cuenta que en dicha herramienta no existen los bloques, por tal razón, para el modelado de aguas blancas y aguas negras se implementa una función conocida como familia, esto permitió crear nodos de información los cuales almacenan las propiedades de las tuberías y la función de cada elemento de

conexión que la acompañe. El tipo de familia que se implementó es la familia cargable, la cual permitió la introducción de información acerca de los aparatos sanitarios que posee la vivienda, tales como: fregadero, lavamanos, inodoros, sifones y calentador.

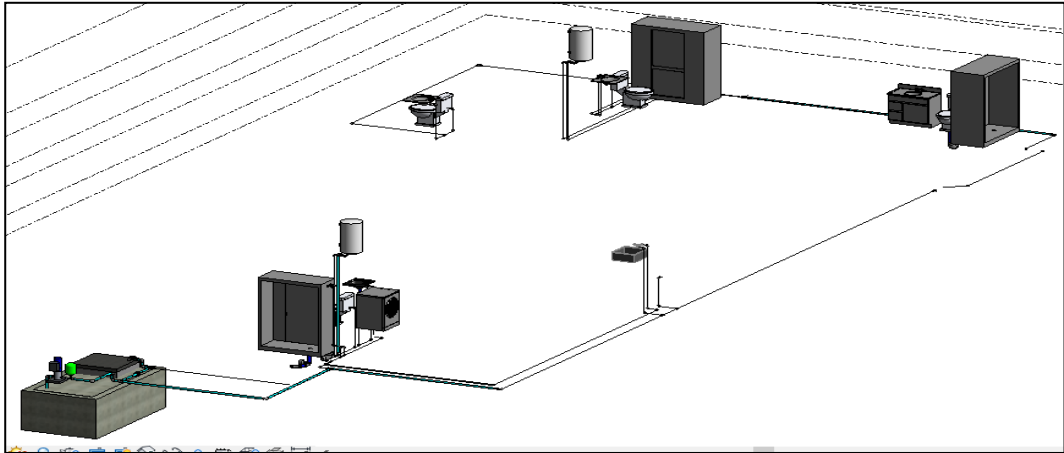
Fue indispensable conocer los conceptos básicos de la gestión de proyectos de instalaciones BIM, también conocidos como MEP, el cual permitió tomar decisiones adecuadas sobre los diámetros de las tuberías y el trazado de las mismas, todo esto siendo comparado con la información ya existente de los planos de AutoCAD. Los diámetros comerciales manejados en el diseño del sistema de aguas blancas fueron de ½ pulgadas para agua caliente, y ½, ¾ y 1 pulgada para agua fría conforme al tramo de conexión. Los diámetros comerciales de las tuberías de aguas negras son de 2 y 4 pulgadas

El modelado en 3D de la vivienda unifamiliar muestra en su totalidad la relación armónica existente entre el sistema sanitario y el sistema estructural de la vivienda, además permite visualizar los puntos de conexión en los que se puede acceder en caso de ser necesario alguna reparación o mantenimiento. Igualmente, se modelaron las conexiones de las tuberías tales como los codos, tee, yee, uniones, entre otras. Las tuberías de aguas blancas se identificaron con el color negro y las tuberías de aguas negras con el color azul.



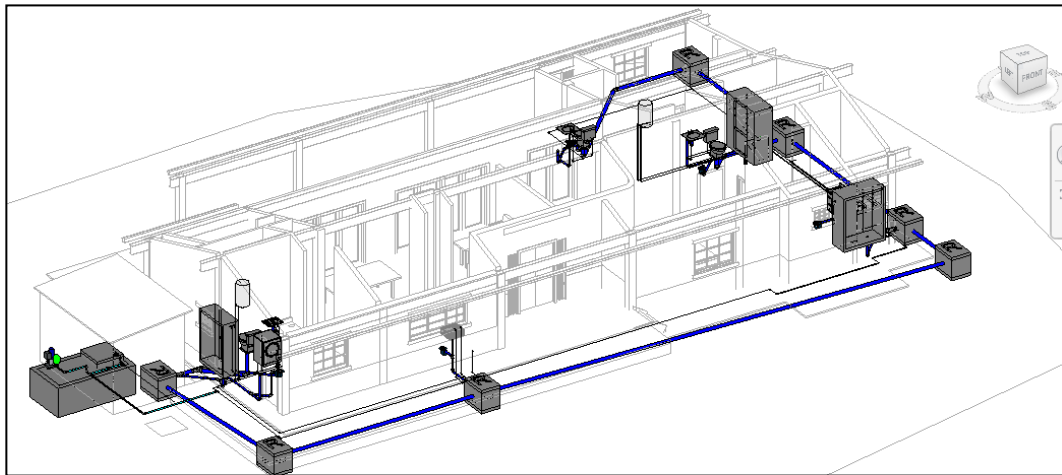
**Figura 13:** Modelado 3D en Revit de instalaciones sanitarias, aguas blancas.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)



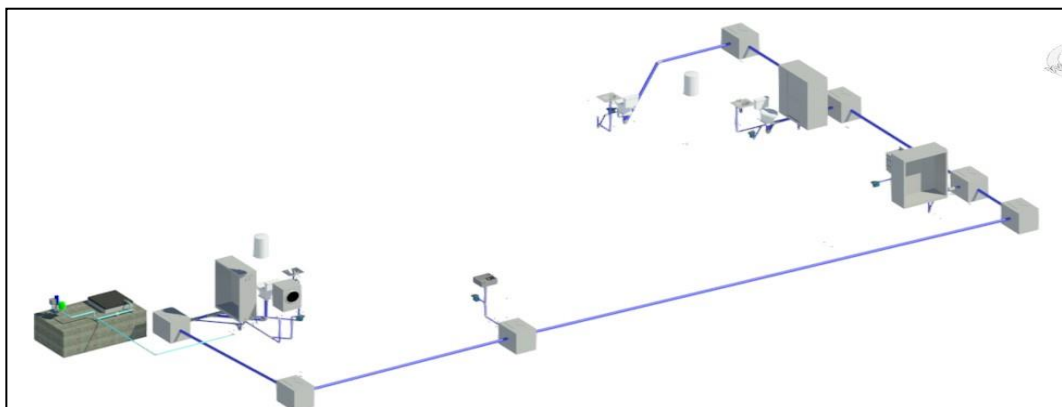
**Figura 14:** Conexión de aguas blancas en Revit

Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 15:** Modelado 3D en Revit de estaciones sanitarias, aguas negras.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

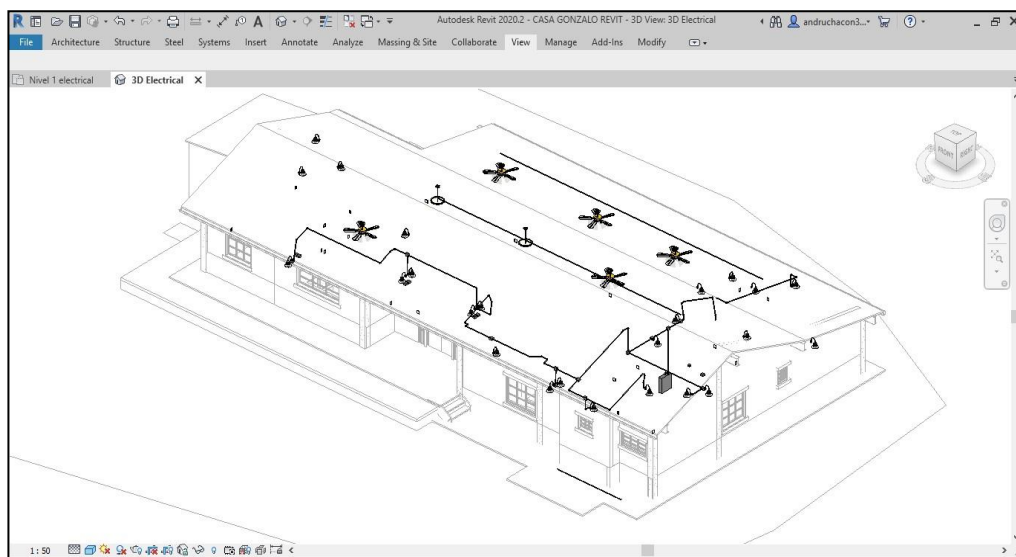


**Figura16:** Conexión de aguas negras en Revit.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

## - Modelado de las instalaciones eléctricas de la vivienda

La modelación de las redes eléctricas se trabajó con todo lo relacionado con la iluminación y las tomas corrientes, cables, bandeja de cables, equipos eléctricos, tuberías y uniones, se decidió realizar el modelado de las redes eléctricas de último debido a que su colocación es más flexible respecto a las otras instalaciones.



**Figura 17:** Modelado de las instalaciones eléctricas en Revit.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

### • Restricciones

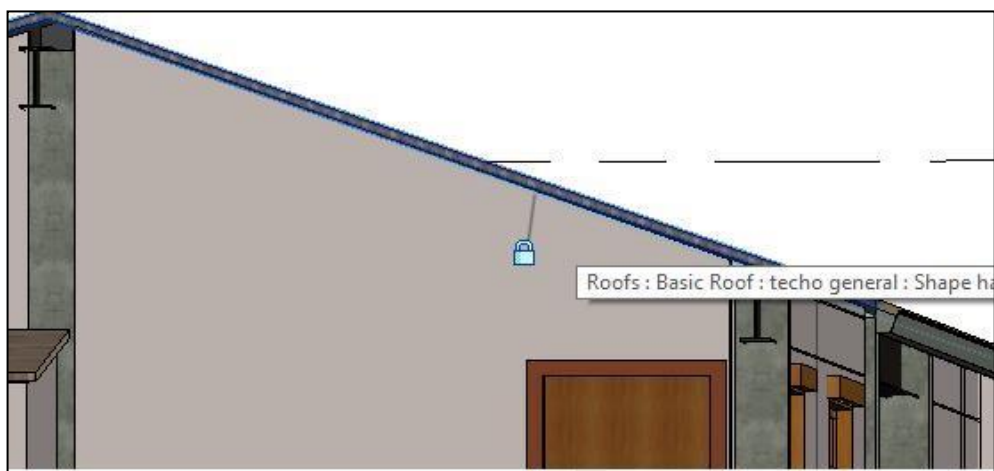
En la siguiente parte se establecieron las relaciones entre los elementos que conforman el inmueble, es decir, todos aquellos objetos tales como las ventanas y las puertas, los cuales se encuentran estrechamente relacionados con la estructura de la vivienda. Tales relaciones, establecen a su vez una serie de restricciones las cuales controlan el diseño, por lo cual los cambios que puedan ser realizados en estos afectan directamente los elementos con los cuales se encuentra restringido.

Una restricción es simplemente la acción de bloquear un objeto, para ello se utiliza la herramienta bloquear, la cual concede la posibilidad de restringir geoespacialmente el objeto. Los elementos restringidos en la vivienda unifamiliar son aquellos cuyas dimensiones y posiciones están comprometidos y vinculados con la estructura.



**Figura 18:** Restricción de la parte superior de los muros, desbloqueado.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)



**Figura 19:** Restricción de la parte superior de los muros, bloqueado.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

En esta etapa del modelado se crea una regla implícita que establece una relación entre un elemento y otro, o entre un elemento y su espacio, por lo tanto, lo que se genera es una información que le indica al proyectista que hay ciertos elementos que no se quieren cambiar accidentalmente, y para acceder a modificarlas se debe primero desbloquear todas las restricciones.

- **Vistas**

Las vistas permiten observar la vivienda desde un punto de vista específico. Se debe tener en cuenta que todas las vistas se encuentran sincronizadas una de la otra, por lo cual un cambio generado en una de ellas se propaga hacia las otras.



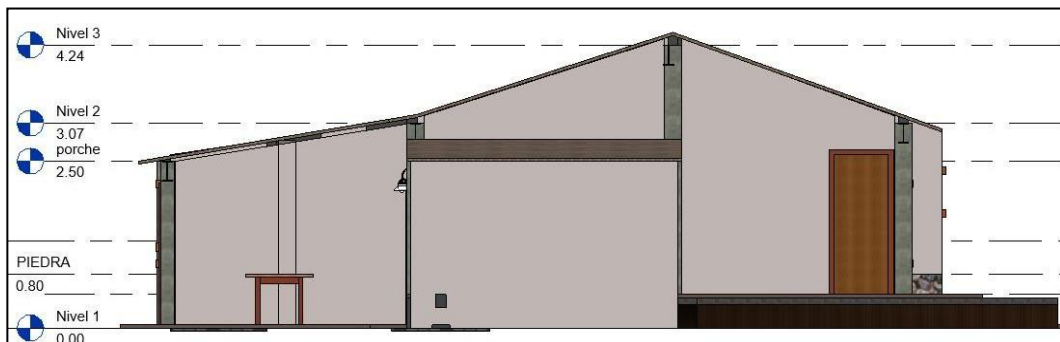
**Figura 20:** Fachada principal

Fuente: Chacón, Silva (2021)



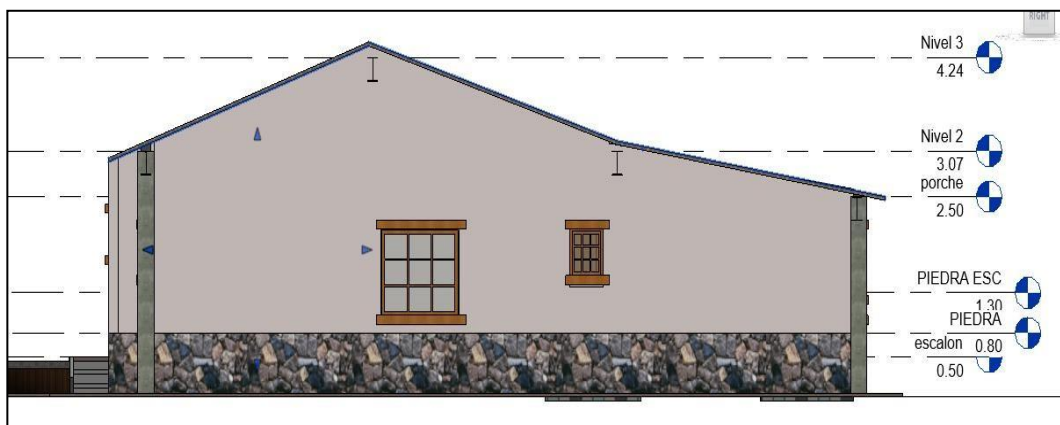
**Figura 21:** Fachada posterior

Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 22:** Fachada Lateral izquierda

Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 23:** Fachada lateral derecha

Fuente: Chacón, Silva (2021)

El software Revit permite visualizar el inmueble con las actualizaciones que se vayan generando a lo largo de la vida del proyecto, además de esto, permite observar la vivienda desde diferentes ángulos, lo que contribuye al que el trabajo que se realice durante la construcción o después de ella puedan ser organizados principalmente en el modelado y luego llevado a la ejecución en obra.

#### **4.2 Parametrización de la información obtenida del modelado en REVIT de la vivienda unifamiliar.**

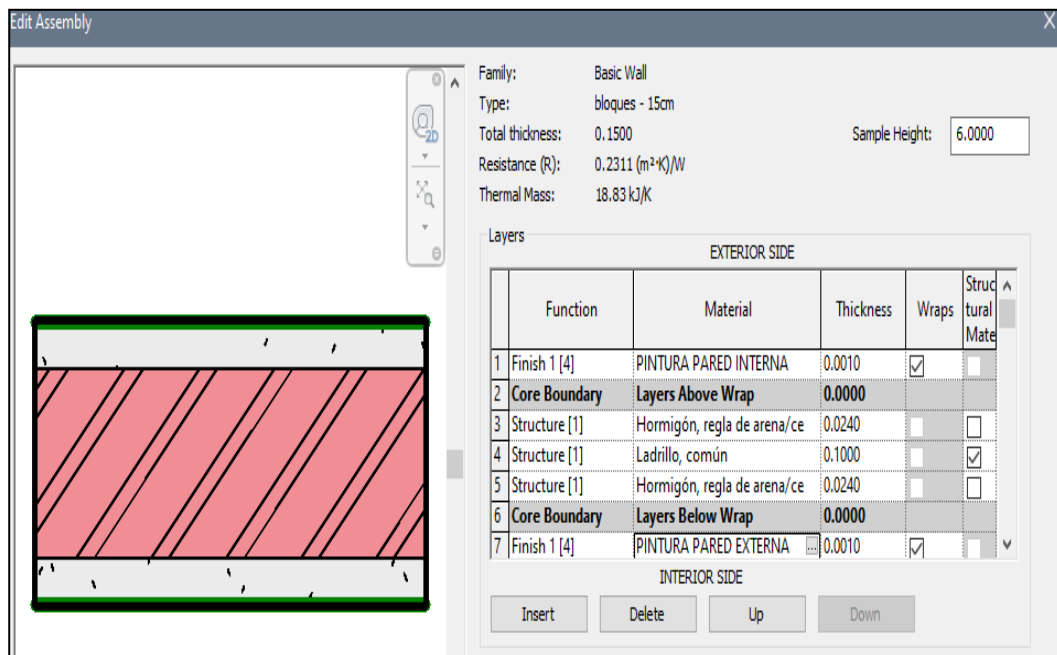
El modelado paramétrico de la vivienda unifamiliar consistió en almacenar toda la información existente en las partidas sobre las dimensiones de los diferentes elementos que le dan forma a la vivienda, estableciendo una relación entre la estructura y los objetos que la conforman.

En los proyectos de construcción se maneja un gran volumen de información, Revit almacena y trabaja con dicha información, para ello el software ofrece un archivador, conocido como familia, el cual se encarga de registrar y agrupar un conjunto de elementos con características y aspectos similares.

Las familias se dividen por categorías, por tal razón, no se pueden agrupar todos los elementos que conforman la vivienda en una sola carpeta. Esto origina que para la parametrización se trabajaran con varias carpetas de familias, las cuales se presentan a continuación.

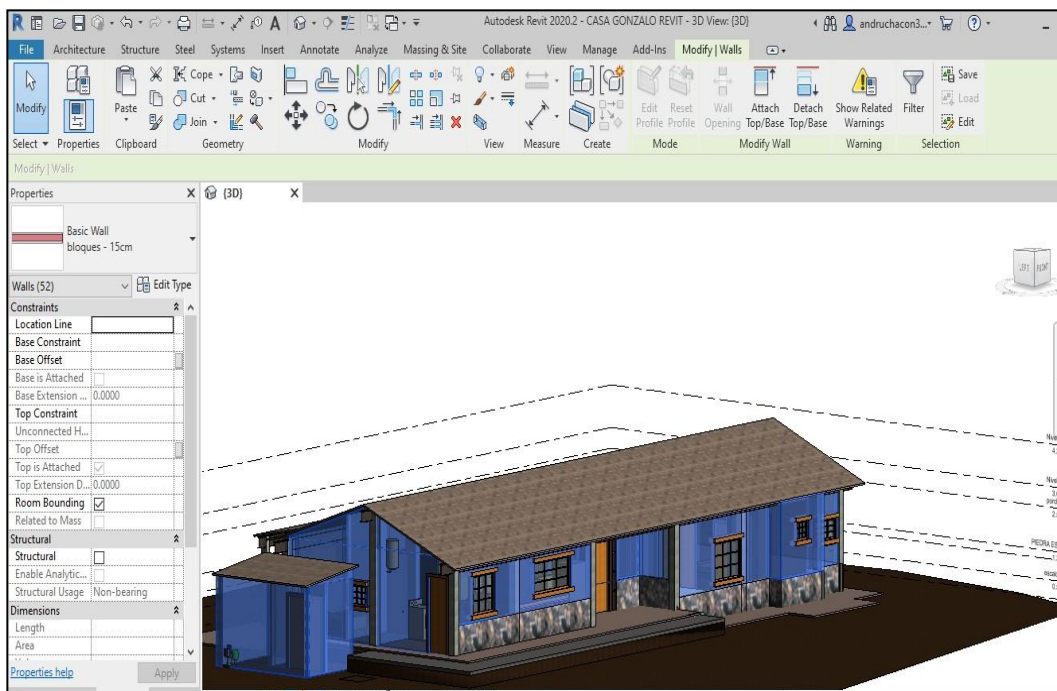
- **Parametrización de las paredes de la vivienda**

Para iniciar se creó una categoría para establecer las dimensiones de los bloques que conforman las paredes de la vivienda, esto se debe a que en términos de modelado se decidió iniciar con la parte estructural. La dimensión de los bloques establecidos fue de 15 centímetros, esta dimensión se utilizó para el área de la pared la cual se encuentra cubierta con un acabado de piedra, mientras que las paredes que dividen y delimitan los espacios internos de la vivienda se trabajaron con bloques de 10 centímetros. De la misma manera se realizó la parametrización de las dimensiones de las vigas y columnas, todos los elementos estructurales que conforman la vivienda.



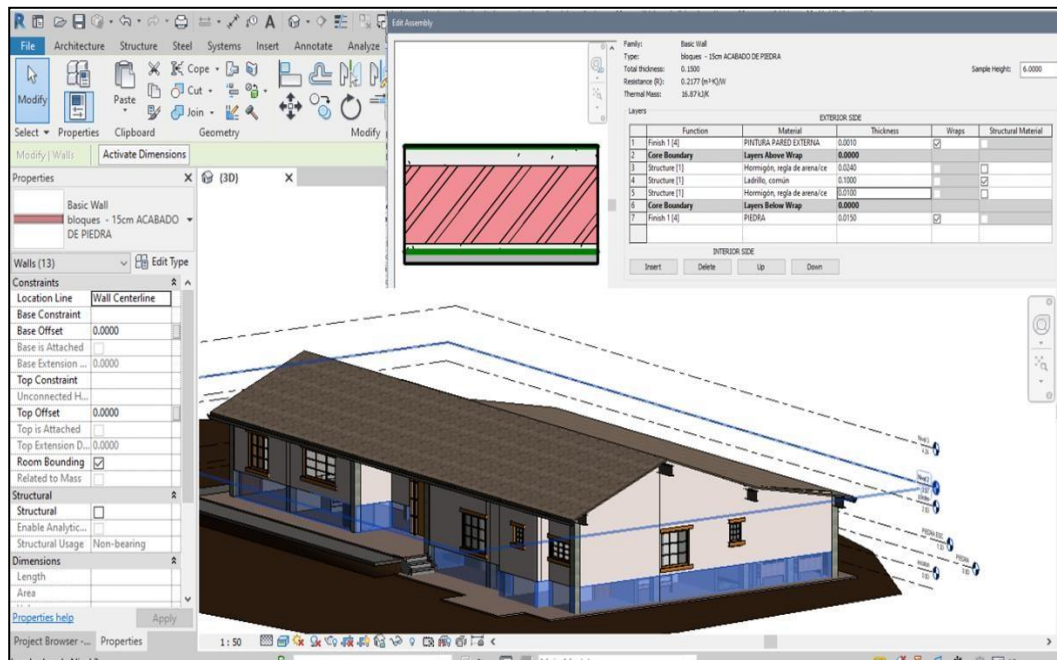
**Figura 24:** Familia de sistema para paredes

Fuente: Chacón, Silva (2021)



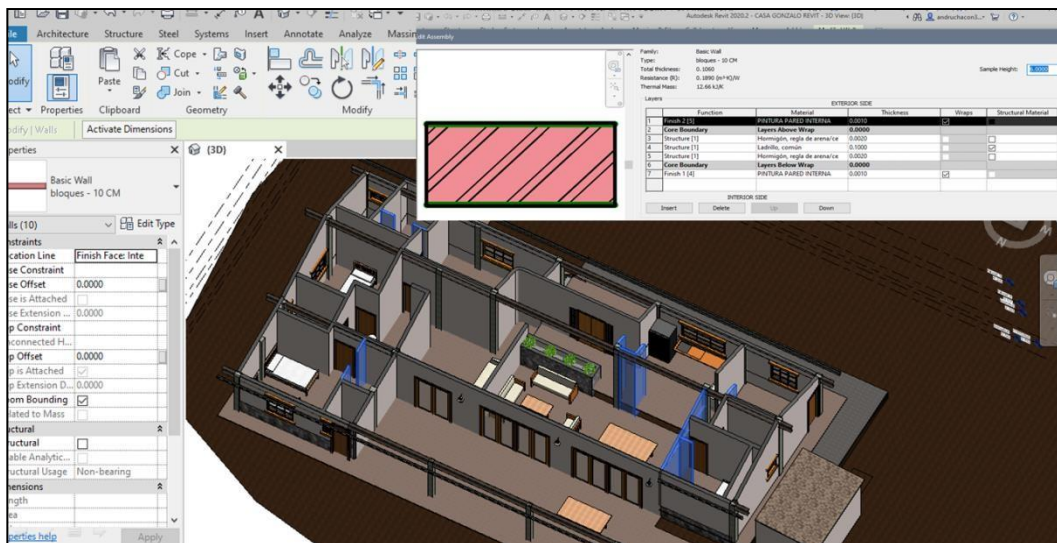
**Figura 25:** Dimensionado de las paredes de la vivienda, paredes de bloque de 15 centímetros.

Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 26:** Dimensionado de las paredes de la vivienda, paredes con acabado de piedra de bloque de 15 centímetros.

Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 27:** Dimensionado de las paredes internas de la vivienda, bloque de 10 centímetros.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

Para el proyecto se parametrizaron diferentes elementos en sus características propias, esto abarca las dimensiones de los componentes del proyecto, la relación entre los componentes y las propiedades físicas y materiales

de los mismos. Para acceder de forma óptima a la información se trabajó por categorías, es decir, se crearon varios archivos en los cuales se encuentran incluidos unas carpetas, que a su vez tienen un catálogo con los elementos insertados.

<TABLA DE MATERIALES PAREDES>		
A	B	C
Family and Type	Material: Name	Material: Area
Basic Wall: bloques - 15cm ACABADO DE PIEDRA		
Basic Wall: bloques - 15cm ACABADO DE PIEDRA	Hormigón, regla de arena/cemento	89 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 15cm ACABADO DE PIEDRA	Ladrillo, común	44 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 15cm ACABADO DE PIEDRA	PIEDRA	44 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 15cm ACABADO DE PIEDRA	PINTURA PARED EXTERNA	44 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 10 CM		
Basic Wall: bloques - 10 CM	Hormigón, regla de arena/cemento	70 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 10 CM	Ladrillo, común	35 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 10 CM	PINTURA PARED INTERNA	70 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 15cm		
Basic Wall: bloques - 15cm	Hormigón, regla de arena/cemento	664 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 15cm	Ladrillo, común	333 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 15cm	PINTURA PARED EXTERNA	332 m <sup>2</sup>
Basic Wall: bloques - 15cm	PINTURA PARED INTERNA	332 m <sup>2</sup>

**Figura 28:** Registro de información sobre el dimensionado y materiales, familia de paredes.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

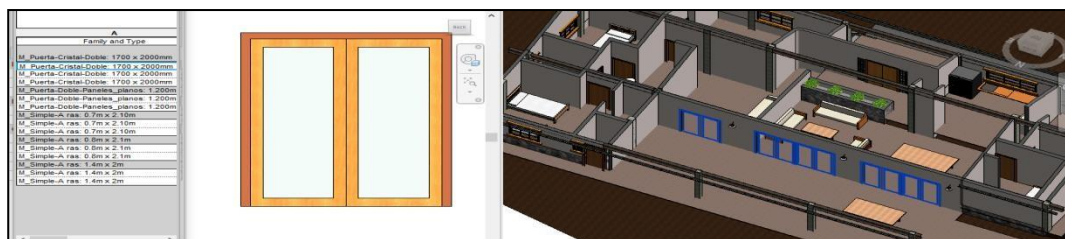
<TABLA DE MATERIALES PUERTA>			
A	B	C	D
Family and Type	Type	Material: Name	Count
M_Puerta-Cristal-Doble: 1700 x 2000mm			
M_Puerta-Cristal-Doble: 1700 x 2000mm	1700 x 2000mm	Madera - Abedul - Sólido tinte claro brillo reducido	5
M_Puerta-Cristal-Doble: 1700 x 2000mm	1700 x 2000mm	Pintura - Siena	5
M_Puerta-Cristal-Doble: 1700 x 2000mm	1700 x 2000mm	Vidrio	5
M_Puerta-Doble-Paneles_planos: 1.200m x 2.1m			
M_Puerta-Doble-Paneles_planos: 1.200m x 2.1m	1.200m x 2.1m	Madera - Abedul - Sólido tinte claro brillo reducido	1
M_Puerta-Doble-Paneles_planos: 1.200m x 2.1m	1.200m x 2.1m	Pintura - Siena	1
M_Simple-A ras: 0.7m x 2.10m			
M_Simple-A ras: 0.7m x 2.10m	0.7m x 2.10m	Puerta - Marco	6
M_Simple-A ras: 0.7m x 2.10m	0.7m x 2.10m	Puerta - Panel	6
M_Simple-A ras: 0.8m x 2.1m			
M_Simple-A ras: 0.8m x 2.1m	0.8m x 2.1m	Puerta - Marco	4
M_Simple-A ras: 0.8m x 2.1m	0.8m x 2.1m	Puerta - Panel	4
M_Simple-A ras: 1.4m x 2m			
M_Simple-A ras: 1.4m x 2m	1.4m x 2m	Puerta - Marco	1
M_Simple-A ras: 1.4m x 2m	1.4m x 2m	Puerta - Panel	1

**Figura 29:** Registro de información sobre el dimensionado y materiales, familia de puertas.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

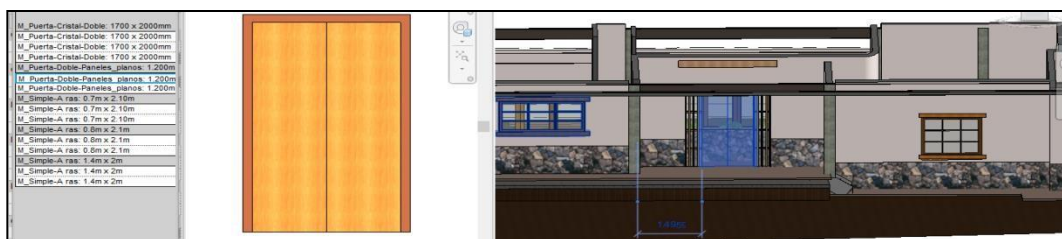
- **Parametrización de las puertas**

Los parámetros de familia solo pueden ser creados desde el editor de familia los cuales pueden ser modificados, acción útil para la implementación de la metodología BIM, en el caso de las puertas los parámetros que se toman en cuenta son el ancho y la altura, y se relaciona a las paredes, por lo que se crea una restricción. Dicha restricción evita y emite una advertencia al encargado del diseño del proyecto de que hay dimensiones que deben de ser cumplidas, y que el cambio del modelo de la puerta o la variación en las dimensiones afectaría a la estructura, lo que incide en gastos.



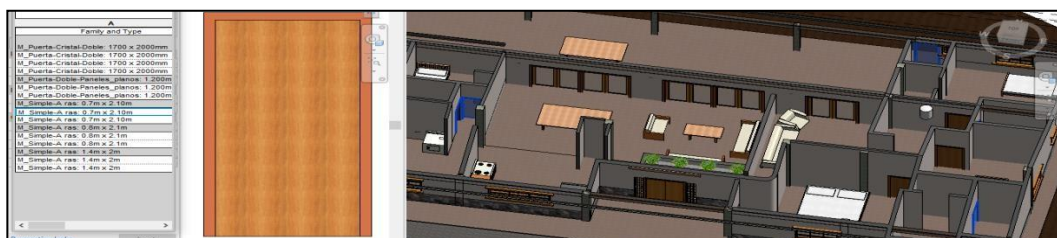
**Figura 30:** Parametrización Puertas de Cristal doble con dimensiones de 1,70 metros de ancho por 2,00 metros de alto, familia de puertas.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)



**Figura 31:** Parametrización Puertas de doble panel con dimensiones de 1,20 metros, familia de puertas.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)



**Figura 32:** Parametrización Puertas simples con dimensiones de 0,70 metros de ancho por 2,10 metros de alto, familia de puertas.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

- **Parametrización del equipo mobiliario**

La metodología BIM es una herramienta de trabajo colaborativa que coordina de forma eficaz toda la información correspondiente a un proyecto, mientras más información se posee las ventajas de implementar la metodología aumenta, es por esta razón que se considera relevante la creación de un archivo de familia correspondiente a los equipos mobiliarios, esto se debe, a que algunos equipos en cuanto a su tamaño y forma se encuentran relacionados con el diseño arquitectónico de la vivienda.

<TABLA MATERIALES ARQUITECTONICOS Y MOBILIARIO>		
A	B	C
Category	Family and Type	Material: Name
Casework		
Casework	M_Encimera-Forma en L: Profundidad 600 mm	Encimera
Curtain Panels		
Curtain Panels	Panel de sistema: Acristalado	Vidrio
Floors		
Floors	Floor: 5cm baño	Piso de baldosas
Floors	Floor: 5cm piso general	Concreto Pulido
Furniture		
Furniture	M_Cama-Cuadro: 2*2	Abedul
Furniture	M_Cama-Cuadro: 2*2	Lino, Blanco
Furniture	M_Cama-Shaker: 1040 x 1981 mm - Doble	Abedul
Furniture	M_Cama-Shaker: 1040 x 1981 mm - Doble	Lino, Blanco
Furniture	M_Mesa-Rectangular: 1.2 x 0.6	Abedul
Furniture	M_Mesa-Rectangular: 1.181m x 2.2065m	Abedul
Furniture	M_Mesa-Rectangular: 1.181m x 2.2065m	Nuevo material por defecto(5)
Furniture	M_Mesa-Rectangular: 1m x 2m	Abedul
Furniture	M_Mesa-Rectangular: 1m x 2m	Nuevo material por defecto(5)
Furniture	M_Sofá-Penst: 1	Acero, cromado
Furniture	M_Sofá-Penst: 1	Lino, beis
Furniture	M_Sofá-Penst: 2134mm	Acero, cromado
Furniture	M_Sofá-Penst: 2134mm	Lino, beis
Furniture	M_Sofá: 1	Cerezo
Furniture	M_Sofá: 1	Lino, beis
Furniture	M_Sofá: 1830mm	Cerezo
Furniture	M_Sofá: 1830mm	Lino, beis
Furniture	Mobiliario 1: Mobiliario 1	Encimera

**Figura 33:** Registro de los equipos Inmobiliarios de la vivienda unifamiliar.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

Para el registro de los equipos inmobiliarios se tomaron en cuenta aquellos relacionados con el área de las habitaciones, sala y cocina. Las posiciones de estos corresponden con la ubicación del sistema de redes sanitarias y eléctricas. Así mismo, se considerado el aprovechamiento de los espacios de la vivienda, con el fin de optimizar la operación de cada equipo.

- **Parametrización de los equipos de las instalaciones sanitarias.**

Para las instalaciones sanitarias se realizó un desglose en las categorías de los archivos de familia, esto se debe a que el sistema sanitario de la vivienda se encuentra compuesto por una variedad de accesorios los cuales se registraron y detallaron según el tipo de material de fabricación y sus dimensiones, con el fin de tener una descripción de cada componente del sistema para de esta manera facilitar las operaciones de mantenimiento

El primer grupo de familia creado fueron las tuberías, en donde se describe el tipo de material con el que se trabaja, en el caso de la vivienda son tuberías de PVC tanto para agua fría como para agua caliente, se establecieron los diámetros comerciales y la longitud de los tramos.

<computo tuberias>			
A	B	C	D
Type	Material	Diameter	Length
Tuberia PVC Agua Caliente			
Tuberia PVC Agua Caliente	CPVC AGUA CALIENTE	1/2"	39.94 m
Tuberia PVC Agua fria			
Tuberia PVC Agua fria	PVC AGUA FRIA	1/2"	55.55 m
Tuberia PVC Agua fria	PVC AGUA FRIA	3/4"	5.2 m
Tuberia PVC Agua fria	PVC AGUA FRIA	1"	15.2 m
Tuberia PVC Agua fria	PVC AGUA FRIA	1 1/4"	9.07 m
Tuberia PVC Sanitario			
Tuberia PVC Sanitario	PVC SANITARIO	2"	22.27 m
Tuberia PVC Sanitario	PVC SANITARIO	4"	51.87 m

**Figura 34:** Familia de tuberías principales de la vivienda

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

Posteriormente se procedió a realizar la parametrización detallada del equipo hidroneumático, es decir, se tomó en cuenta todos los accesorios relacionados a las conexiones de las tuberías, entre los cuales se encuentran los codos, reductores, conexión YEE, conexión TEE, válvulas, sifones y los equipos sanitarios, en los que se incluyeron los inodoros, lavamanos, fregaderos y tanques. Así mismo se creó un archivo de familia para la categoría de equipos mecánicos, como lo son el calentador, lavadora y secadora. A continuación, se presenta un resumen de los archivos de familia de tuberías registrado en Revit.

<COMPUTOS ACCESORIOS DE TUBERIA>			
A	B	C	D
Family and Type	System Classification	Size	Count
M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar			
M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	2"ø-2"ø	19
M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	4"ø-4"ø	5
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar			
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1 1/4"ø-1 1/4"ø	5
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1"ø-1"ø	1
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1/2"ø-1/2"ø	13
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Hot Water	1/2"ø-1/2"ø	26
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1 1/4"ø-1 1/4"ø	5
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1"ø-1"ø	5
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1/2"ø-1/2"ø	22
M_Codo - PVC - Serie 40: Estándar	Sanitary	1/2"ø-1/2"ø	2
M_Conexión en Y 45 grad - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar			
M_Conexión en Y 45 grad - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	4"ø-4"ø-4"ø	1
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar			
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	2"ø-1 1/4"ø	1
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	4"ø-2"ø	2
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar			
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1 1/4"ø-1/2"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1"ø-1/2"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	3/4"ø-1/2"ø	2
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Hot Water	1"ø-1/2"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1 1/4"ø-1"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1"ø-1/2"ø	6
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1"ø-3/4"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	3/4"ø-1/2"ø	1

Figura 35: Familia de acción útil los accesorios.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<COMPUTOS ACCESORIOS DE TUBERIA>			
A	B	C	D
Family and Type	System Classification	Size	Count
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1"ø-1/2"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	3/4"ø-1/2"ø	2
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Hot Water	1"ø-1/2"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1 1/4"ø-1"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1"ø-1/2"ø	6
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1"ø-3/4"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	3/4"ø-1/2"ø	1
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40: Estándar	Sanitary	1"ø-1/2"ø	1
M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar			
M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	2"ø-2"ø-2"ø	6
M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	4"ø-2"ø-4"ø	1
M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	4"ø-4"ø-2"ø	7
M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	4"ø-4"ø-4"ø	1
M_Sifón P - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar			
M_Sifón P - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	2"ø-2"ø	5
M_Tapón - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar			
M_Tapón - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	2"ø	2
M_Tapón - PVC - Serie 40 - DWV: Estándar	Sanitary	4"ø	1
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar			
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1 1/4"ø-1 1/4"ø-1 1/4"ø	2
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Cold Water	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	4
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar	Domestic Hot Water	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	4
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1"ø-1"ø-1"ø	4
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	6
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar	Hydronic Supply	3/4"ø-3/4"ø-3/4"ø	2
M_Te - PVC - Serie 40: Estándar	Sanitary	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	1

Figura 36: Familia de tuberías, Parametrización de los accesorios.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<COMPUTO DE EQUIPOS MECANICOS, EQUIPOS SANITARIOS Y VALVULAS>		
A	B	C
Category	Family and Type	Count
Casework		
Casework	M_Encimera-Forma en L: Profundidad 600 mm	1
Curtain Panels		
Curtain Panels	Panel de sistema: Acristalado	32
Electrical Fixtures		
Electrical Fixtures	Water_Heater_Electric__Calefn_Termotanque_Elctrico_18932: Termotanque 60L	2
Flex Pipes		
Flex Pipes	Flex Pipe Round: Flex - Redondo	1
Furniture Systems		
Furniture Systems	1509551584973-Flower basket: 1509551584973-Flower basket	4
Lighting Fixtures		
Lighting Fixtures	M_Wall Lamp - Bracket: 100W - 120V	3
Mechanical Equipment		
Mechanical Equipment	M_Pump_Booster_MEPContent_Duijvelaar Pompen_HU1_Single Line_DPV MVP_INT-EN: TH1	1
Pipe Accessories		
Pipe Accessories	M_Válvula de nivel - 65-80 mm - Con brida: 65 mm	1
Pipe Accessories	M_Válvula de retención - Disco - 50-600 mm: 50 mm	1
Pipe Accessories	Plumbing_Joints_ACQUATECHNIK_VALVOLA SFERA SF_BALL VALVE WF: 40x40	1

**Figura 37:** Familia de tuberías, registro de los equipos mecánicos y sanitarios de la vivienda.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

Lighting Fixtures	M_Wall Lamp - Bracket: 100W - 120V	3
Mechanical Equipment		
Mechanical Equipment	M_Pump_Booster_MEPContent_Duijvelaar Pompen_HU1_Single Line_DPV MVP_INT-EN: TH1	1
Pipe Accessories		
Pipe Accessories	M_Válvula de nivel - 65-80 mm - Con brida: 65 mm	1
Pipe Accessories	M_Válvula de retención - Disco - 50-600 mm: 50 mm	1
Pipe Accessories	Plumbing_Joints_ACQUATECHNIK_VALVOLA SFERA SF_BALL VALVE WF: 40x40	1
Plumbing Fixtures		
Plumbing Fixtures	BC_Generic_Washing-Machine: Generic Washing Machine - 570 x 600 x 860	1
Plumbing Fixtures	Drain_Trap_Drum-Zurn-450B-Threaded_Side_Outlet: 2" Outlet with 5" Diameter Strainer	5
Plumbing Fixtures	M_Compartmento de ducha - Rectangular: 1.46 mm x 0.7	1
Plumbing Fixtures	M_Compartmento de ducha - Rectangular: 865 mm x 815 mm - Privado	1
Plumbing Fixtures	M_Compartmento de ducha - Rectangular: 865 mm x 815 mm - Privado 3	1
Plumbing Fixtures	M_Fregadero - Trabajo: 510 mmx455 mm	1
Plumbing Fixtures	M_Lavabo - Empotrado: 0.84 * 0.4467	1
Plumbing Fixtures	M_Lavabo - Oval: 500 mm x 400mm - Privado 2	1
Plumbing Fixtures	M_Lavabo - Oval: 535 mm x 485 mm - Público	2
Plumbing Fixtures	M_Sanitario - Cisterna: Público - Vaciado mayor que 6,1 Lpf	3
Plumbing Fixtures	M_Sanitario - Cisterna: Público - Vaciado mayor que 6,1 Lpf 2	1
Plumbing Fixtures	Registro_Sanitario_17540: Registro_Sanitario_17540	7
Plumbing Fixtures	tanque rectngular concreto: tanque de agua rectangular	1
Specialty Equipment		
Specialty Equipment	M_Rango: 760 x 650mm	1
Specialty Equipment	M_Secadora: 685 x 635 x 890mm	1

**Figura 38:** Familia de tuberías, registro de los equipos mecánicos y sanitarios de la vivienda.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

- **Parametrización de las instalaciones eléctricas**

Al crear la familia de instalaciones eléctricas, esta se desglosa en categorías tales como, los equipos eléctricos, luminarias, cableado, cajetines, se incluyeron todos los elementos relacionados con los dispositivos telefónicos y de comunicación los cuales se consideran parte del cableado de la vivienda. El parámetro establecido determina el comportamiento de cada elemento, además de esto incluye las dimensiones y el funcionamiento de los equipos.

Las tomas corrientes fueron las primeras familias introducidas en el modelado, luego se procedió con la parametrización de los interruptores, Revit permite modelar bandejas de cable de diferentes tipos lo que resulto ser una herramienta útil a la hora de establecer los parámetros para las tuberías y conductos eléctricos. Se tomo en cuenta el uso de simbolizaciones para indicar la ubicación de cada elemento parametrizado con el fin de obtener una visualización sencilla de las mismas, y evitando de esta manera que pudieran ser confundidas con las instalaciones sanitarias.

computo de accesorios y componentes electricos		
A	B	C
Category	Family and Type	Count
Conduit Fittings		
Conduit Fittings	M_Conduit Junction Box - Cross - PVC: Standard	3
Conduit Fittings	M_Conduit Junction Box - Tee - PVC: Standard	18
Conduit Fittings	M_Conduit Pulling Elbow - PVC: Standard	38
Electrical Equipment		
Electrical Equipm	M_Lighting and Appliance Panelboard - 208V MCB - Surface: 100 A	1
Electrical Fixtures		
Electrical Fixtures	1456151323556-Ceiling fan with light (1): 1456151323556-Ceiling fan with light (1)	5
Electrical Fixtures	M_Hexagon Junction Box: 120V	1
Electrical Fixtures	M_Switch-Double: Double	10
Electrical Fixtures	M_Switch-Single: Single	6
Electrical Fixtures	M_Switch-Three Way: Single	4
Electrical Fixtures	Water_Heater_Electric_Calefn_Termotanque_Elctrico_18932: Termotanque 60L	2
Flex Pipes		
Flex Pipes	Flex Pipe Round: Flex - Redondo	1
Furniture Systems		
Furniture Systems	1509551584973-Flower basket: 1509551584973-Flower basket	4
Lighting Fixtures		
Lighting Fixtures	M_Pendant Light - Hemisphere: 100W - 120V	2
Lighting Fixtures	M_Wall Lamp - Bracket: 100W - 120V	24
Mechanical Equipment		
Mechanical Equip	Kit de Hidroneumatico Cooper Well: Kit de Hidroneumatico Cooper Well Bomba de 1/2 HP	1

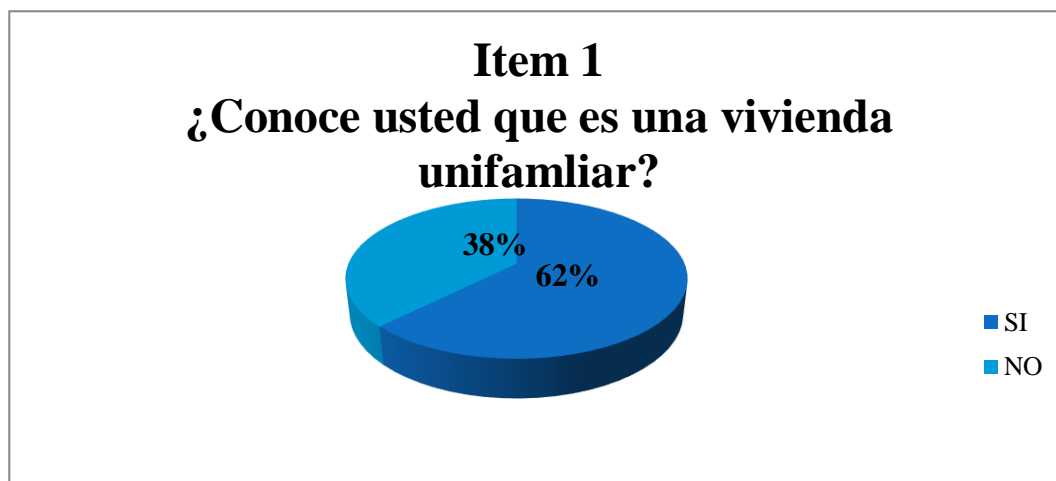
**Figura 39:** Registro de los elementos de la red eléctrica de la vivienda.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

### 4.3 Planificación de las actividades de mantenimiento de una vivienda unifamiliar.

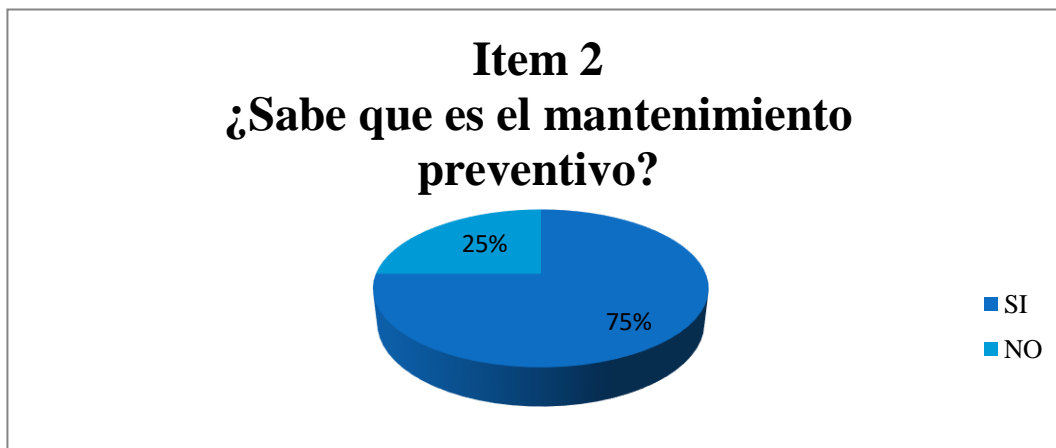
Con la finalidad de determinar el estado de mantenimiento que presentan las viviendas unifamiliares ubicadas en las Quintas el Solar de Guataparo, se realizó la aplicación del instrumento, en este caso un cuestionario, obteniéndose los siguientes resultados:

El 62% de la población reconoce lo que es una vivienda familiar, y el 75% de la población encuesta posee conocimiento acerca del mantenimiento preventivo, por lo cual, aportan información a la investigación de forma autentica y genuina sobre las actividades de mantenimiento que realizan en sus viviendas.



*Gráfico 1*

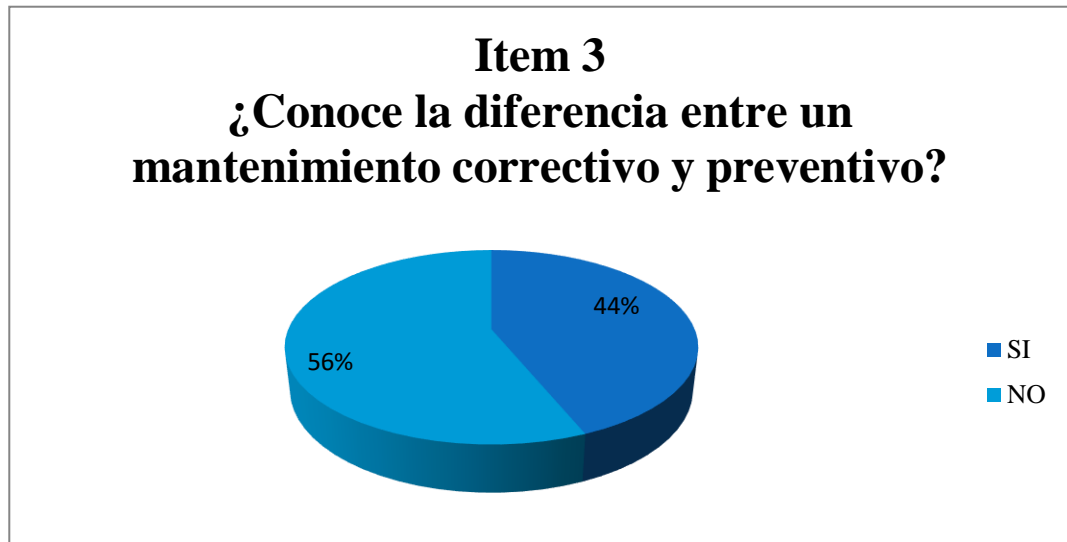
Fuente: Chacón, Silva (2021)



*Gráfico 2*

Fuente: Chacón, Silva (2021)

El 56% de la población encuestada no reconoce la diferencia de términos entre un mantenimiento correctivo y un mantenimiento preventivo, dato importante para la planificación de actividades.



**Gráfico 3**

Fuente: Chacón, Silva (2021)

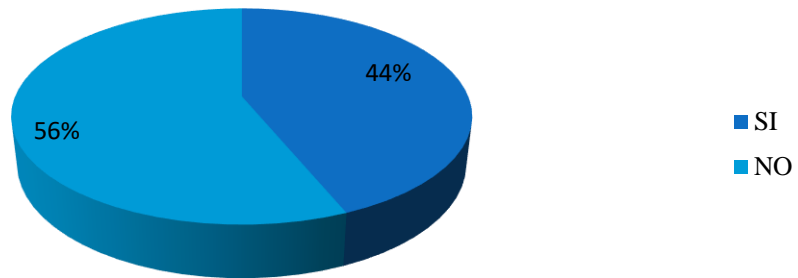
El 87% de la población encuestada realiza mantenimiento preventivo en sus viviendas, dichas actividades son de carácter aleatorio, por lo cual existe un 57% de encuestados que no incluyen entre sus actividades el mantenimiento de los techos, tuberías, electricidad y fachada de la vivienda.



**Gráfico 4**

Fuente: Chacón, Silva (2021)

**Item 5**  
**¿El mantenimiento de la vivienda incluye: Techos, tuberías, electricidad y fachada)**

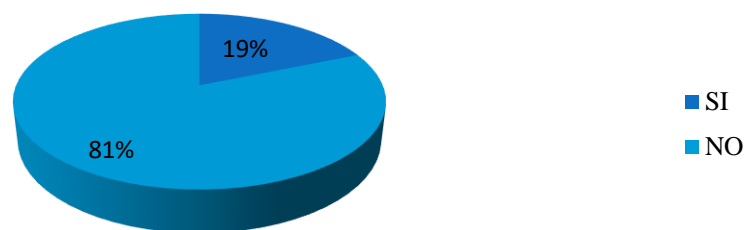


**Gráfico 5**

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

El 81% de la población encuestada carece de un plan de mantenimiento preventivo, lo que evidencia la necesidad del desarrollo y creación del mismo. Así mismo el 100% desconoce la vida útil de su vivienda, lo cual puede afectar de gran manera el estado en el que se encuentre y la programación de actividades para su conservación.

**Item 6**  
**¿Tiene algún plan de mantenimiento preventivo para su vivienda?**



**Gráfico 6**

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

El 100% de la población desconoce la vida útil de su vivienda, el desconocimiento de esto puede afectar el sistema de programación de las actividades de mantenimiento.



**Gráfico 7**

Fuente: Chacón, Silva (2021)

El 62% de la población encuestada afirma tener una planificación de presupuesto para realizar los mantenimientos preventivos en su vivienda.

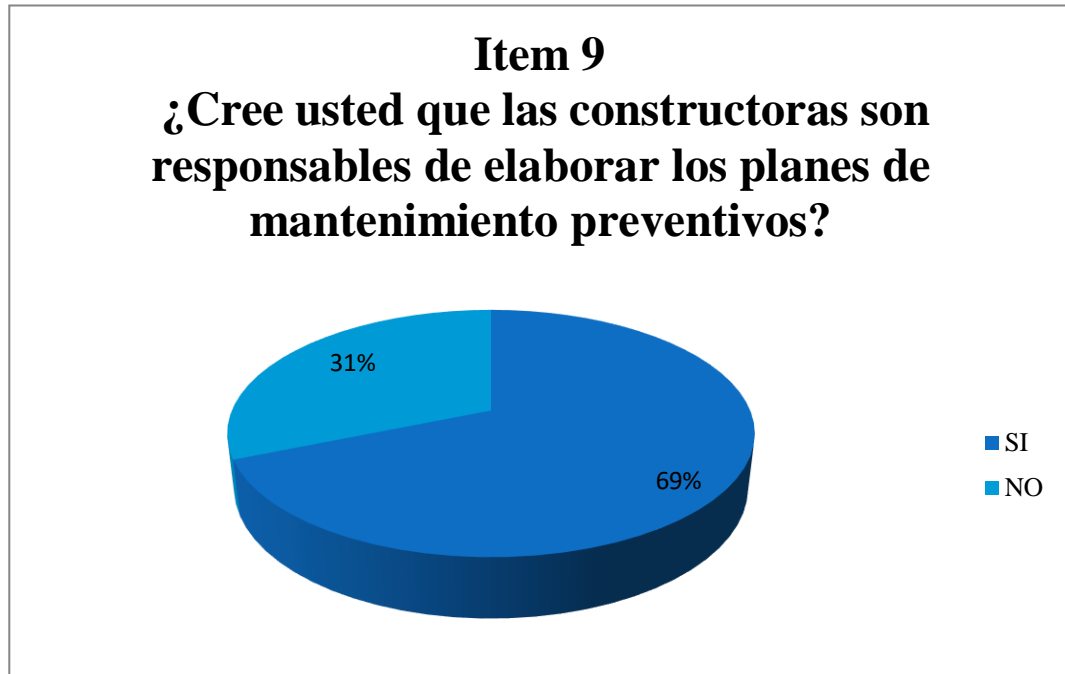


**Grafica 8**

Fuente: Chacón, Silva (2021)

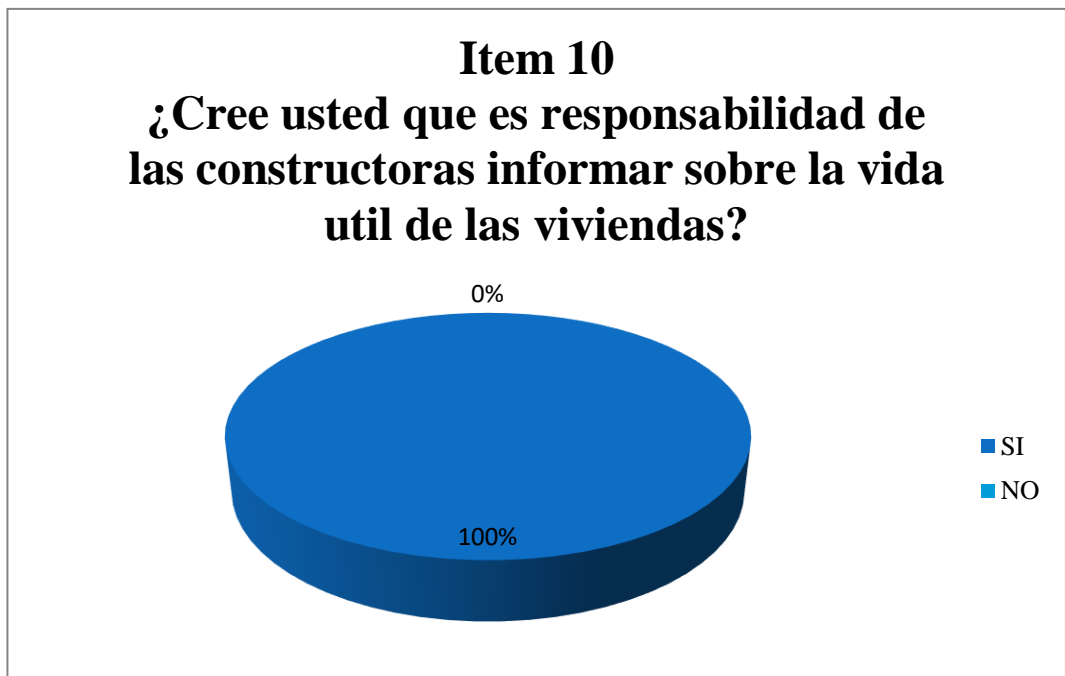
El 69% de la población considera que los planes de mantenimientos preventivos son responsabilidad de las empresas constructoras, así mismo, un

100% de la población encuestada cree que es función de las constructoras informar sobre la vida útil del inmueble.



*Gráfica 9*

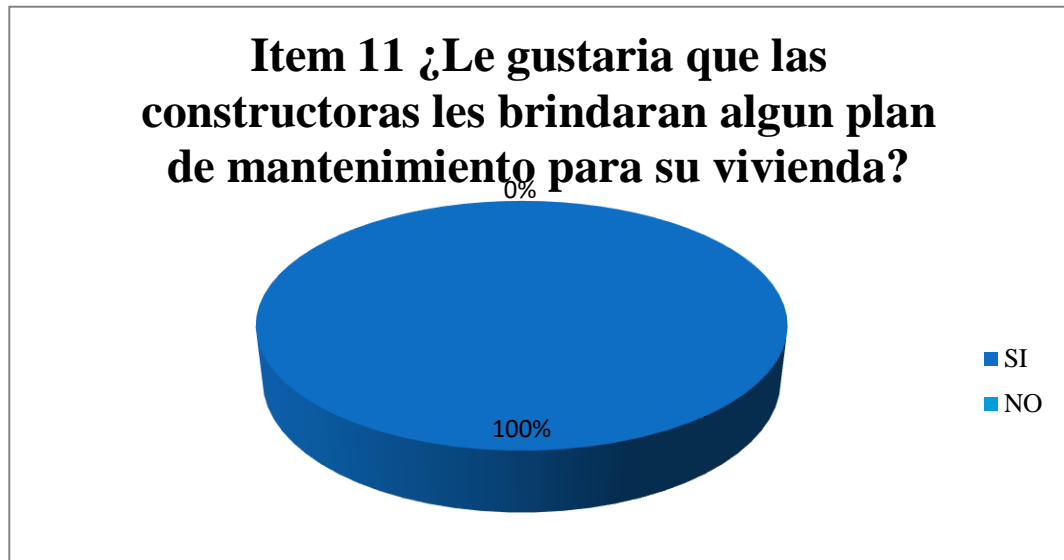
Fuente: Chacón, Silva (2021)



*Gráfico 10*

Fuente: Chacón, Silva (2021)

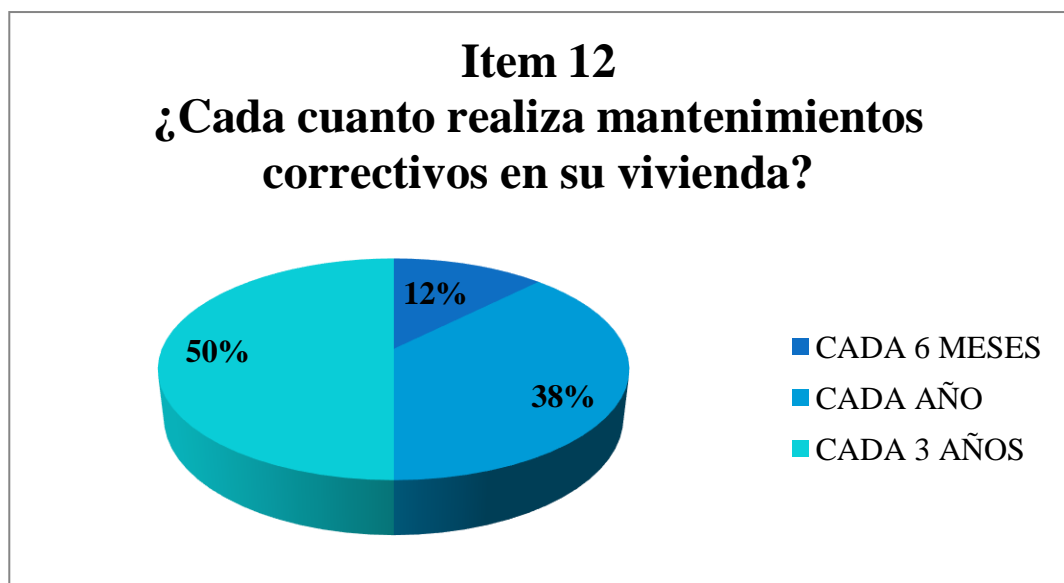
Entre los encuestados se pudo conocer que el 100% de la población contempla la posibilidad de que las constructoras los provean de un plan de mantenimiento para sus viviendas.



**Gráfico 11**

Fuente: Chacón, Silva (2021)

De acuerdo al Ítem 12 se observa que el 12% de la población realiza mantenimientos correctos en su vivienda cada 6 meses, el 38% lo efectúa una vez al año, mientras que el 50% realiza dichos mantenimientos cada 3 años.



**Gráfico 12**

Fuente: Chacón, Silva (2021)

El mantenimiento preventivo es efectuado por el 50% de la población una vez al año, el 44% de la población lo realiza cada 6 meses, y 6% restante de la población encuestada manifiesta ejecutar dichos mantenimientos cada 3 años.



**Gráfico 13**

Fuente: Chacón, Silva (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos por la aplicación del instrumento se concluye que las viviendas unifamiliares ubicadas en la calle 4 de El Solar de Guataparo en Valencia reciben mantenimientos periódicamente, no obstante, se observa una discrepancia en el tiempo en que estos son ejecutados y en las actividades que se efectúan. El 50% de la población encuestada manifestó realizar mantenimientos preventivos una vez al año, un dato alarmante si se toma en cuenta que las actividades de mantenimiento preventivo deben realizarse al menos dos veces al año con la finalidad de prevenir daños y aumento del presupuesto destinado para dichas labores, lo recomendable es mantener una revisión frecuente del hogar para evitar que la vivienda se devalúe y reparaciones pequeñas se conviertan en grandes problemas.

También se pudo observar que existe un 62% de la población que ejecuta el mantenimiento de la vivienda respecto a un plan presupuestario, pero al tomar en cuenta que existe un 66% de los encuestados que no contemplan entre las actividades de mantenimientos algunas nociones básicas como el mantenimiento

de los techos, fachadas, instalaciones sanitarias y eléctricas, se puede concluir que el presupuesto presenta un desenlace de gastos no previstos con anterioridad, lo que afecta la economía de los residentes de dichas viviendas.

Por otra parte se pudo observar la existencia de un interés por parte de la población encuestada en que las constructoras se involucren de forma activa en la gestión de un plan de mantenimiento para las viviendas, de la misma manera, un 100% de la población cree necesario que sean las constructoras quienes provean información a los usuarios sobre la vida útil de las viviendas, de tal manera que dicho conocimiento pueda funcionar como un sistema de advertencia que le indique a los residentes la regularidad con la que deben efectuar el mantenimiento para no comprometer el funcionamiento y estructura del inmueble, logrando conservarlo en su mejor estado posible.

En función de los datos y la información obtenida mediante la aplicación del cuestionario se procedió a realizar un manual el cual comprende la planificación de las actividades de mantenimiento para las viviendas unifamiliares, la función de este es minimizar las fallas prematura de los diferentes elementos que componen la vivienda, protegiendo así la inversión realizada. El manual del plan de actividades se estructuró conforme a las acciones preventivas del inmueble y a los comportamientos del sistema de instalaciones sanitarias y eléctricas, así como los equipos mecánicos que deben ser monitoreados y documentados. la planificación también comprende la necesidad de disponer de un equipo de mano de obra calificada.

- **Consideraciones para realizar el manual de planificación de actividades.**

- Revisión del grado de capacitación del personal.
- Área del inmueble que presente susceptibilidad al deterioro.
- Elementos de la vivienda con alta prioridad.
- Establecimientos de objetivos que se quieran alcanzar con el plan.

Parte del plan de actividades de mantenimiento se basó en investigar la vivienda y el funcionamiento de la misma: el procedimiento utilizado para

brindar mantenimiento es totalmente preventivo, esto debido a que el mantenimiento correctivo se consideró solo en caso de que la vida útil de algún elemento de la vivienda allá finalizado. Para establecer la frecuencia de mantenimiento se identificaron los principales elementos que componen la vivienda en los cuales se frecuente el deterioro, y a su vez, se le dio prioridad en caso de fallas.

<b>CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA</b>	
Tipología:	Vivienda unifamiliar aislada
Área de construcción:	324.96 m <sup>2</sup>
Área de lote:	1000 m <sup>2</sup>
Uso:	Adaptada para ser habitada por una familia de 4 integrantes
Cantidad de Niveles:	Consta de un solo nivel
Condición:	La vivienda esta cancelada en su totalidad por su propietario.
Ubicación:	El Solar de Guataparo, Valencia, Estado Carabobo.

**Cuadro 1:** Cuadro informativo de las características de la vivienda.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

Los elementos identificados para la planificación de actividades fueron los siguientes:

- Paredes y acabados.
- Muebles sanitarios.
- Pisos y techos.
- Puertas y ventanas.
- Sistema de red de instalaciones sanitarias.

Estos elementos son resultados de agrupar varios tipos de elementos por categorías, para facilitar las inspecciones y el mantenimiento que se debe realizar. El manual elaborado indicada la actividad y la frecuencia con la que deben de realizarse los mantenimientos, abarcando el mantenimiento preventivo y en menor escala el correctivo, así mismo, también indica los posibles daños o fallas con las que nos podemos encontrar a lo largo de la vida útil de la vivienda

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA PAREDES Y ACABADOS</b>		
<b>CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Mantenimiento de friso y pintura en paredes externas	2 años	Resanar con yeso grietas o fisuras para reparar el daño
		Repintado con pintura para exteriores
		impermeabilizar muros cercanos a jardineras o zonas muy húmedas
Mantenimiento de friso y pintura en paredes internas	2 años	Resanar con yeso grietas o fisuras para reparar el daño si es necesario lijar superficie para eliminar imperfecciones
		Repintado con pintura para interiores
<b>DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES</b>		
Pared rígida (Mampostería de Bloques de Concreto)	Grietas o Fisuras en los bloques. Bloques quebrados o con huecos Suciedad y manchas (Degradación química del concreto o del acero de refuerzo) Focos de Humedad y hongos Deformaciones (alineamiento de pared o desplome)	
Paredes livianas	Grietas o Fisuras (especialmente en las juntas) Suciedad y manchas Focos de Humedad y Hongos Deformaciones (alineamiento de pared o desplome)	
Acabados de paredes	Revestimientos en grietas y fisuras, suciedad, manchas, despegue Pintura: abombamientos, despegues, manchas, desconchados	

**Cuadro 2:** Programación de actividades para el mantenimiento de las paredes exteriores e interiores de la vivienda.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA TECHO</b>		
<b>CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Mantenimiento de canaletas y bajantes	6 meses	Eliminar restos de hojas y residuos que dificulten el paso del agua.
Mantenimiento de techos inclinados	Anual	Buscar y remplazar tejas sueltas o rotas
		resanar pequeñas fisuras y agrietamientos en la superficie del techo
<b>DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES</b>		
Cubierta.	Roturas u orificios. Corrosión. Tejas Seltas Deformación y hundimiento de la cubierta. Pintura: suciedad, manchas, hongos, humedad, desconchados.	
Canaletas.	Se puede presentar: Roturas u orificios corrosión Mal anclaje y deformaciones Se debe aplicar pintura en caso de suciedad, manchas, hongos, humedad, desconchados.	

**Cuadro 3:** Programación de actividades para el mantenimiento del techo donde se incluyen los bajantes y las canaletas.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA INSTALACIONES SANITARIAS.</b>		
<b>CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Mantenimiento de sifones	Anual	Desenroscar la parte baja del sifón, eliminar residuos y lavar con agua y jabón para de esta manera evitar malos olores
Mantenimiento de muebles sanitarios	Anual	Revisar periódicamente el estado de los sellos que fijan los muebles sanitarios
		Resanar fisuras pequeñas en el sello con silicón
		Si el sello está muy desgastado se deberá remplazar
<b>DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES</b>		
Fregaderos y Lavamanos		Apariencia general, presencia de manchas, suciedad, ralladura del vitrificado u otros Rotura y fisuras Mal funcionamiento del sifón (Deterioro, fugas) Mal funcionamiento de la llave de control (Deterioro, fugas) Mal funcionamiento del tubo de abasto (Deterioro, fugas) Mal funcionamiento del desagüe (Deterioro, fugas)
		Mal funcionamiento de la válvula de entrada Mal funcionamiento de la llave de control (Deterioro, fugas) Mal funcionamiento del tubo de abasto (Deterioro, fugas) Asiento y tapadera: suciedad, rotura, despegue u otros. Mal funcionamiento y deterioro del set de tanque del inodoro Rotura y deterioro de los anclajes.

**Cuadro 4:** Programación de actividades para el mantenimiento de las instalaciones sanitarias.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA ELEMENTOS DE MADERA</b>		
<b>CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Mantenimiento de muebles de madera	2 años	Lijar la madera hasta quitar todo resto de barniz anterior
		Colocar nuevo barniz en toda la superficie del elemento.
Mantenimiento de puertas de madera	Anual	<p>Engrasar las bisagras y su fijación con la pared</p> <p>Lubricación de las cerraduras de las puertas con polvo grafitado, no usar aceite o grasa.</p> <p>Colocar nuevo barniz u oleo especial en ambas caras de la puerta</p>
<b>DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES</b>		
Puerta de madera sólida, Puerta de madera liviana,		<p>Deformación (Golpes, Hundimiento, entre otros).</p> <p>Humedad y hongos</p> <p>Suciedad y manchas</p> <p>Ralladuras y desgaste</p> <p>Mal anclaje del marco de madera.</p> <p>Mal funcionamiento del cierre y de tope de las puertas.</p> <p>Corrosión, y mal alineamiento de las bisagras).</p> <p>Cerraduras fatigadas</p>

**Cuadro 5:** Programación de actividades para manual de mantenimiento para elementos de madera

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO EN VENTANAS</b>		
<b>CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Mantenimiento de fisuras por ventanas	Anual	Revisar el estado de los sellos alrededor de la ventana
		Si se observa la aparición de pequeñas fisuras lijar y resanar con silicón
Mantenimiento en ventanas de aluminio	Anual	Limpiar los rieles de la ventana con productos no abrasivos
		Engrasar rieles con aceite ligero
<b>DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES</b>		
Ventanas con marco de aluminio	Suciedad y manchas Ralladuras y desgaste Vidrios quebrados o faltantes Paletas quebradas o faltantes Deterioro del herraje de las celosías y comprobación del mecanismo de cierre	

**Cuadro 6:** Programación de actividades para el mantenimiento de las ventanas

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA PISOS</b>		
<b>CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Mantenimiento en pisos de concreto pulido	6 meses	Pulido con cera para pisos de cemento
<b>DETERIOROS Y FALLAS FRECUENTES</b>		
Piso de concreto y cerámico.	Grietas y fisuras Despegue de piezas Suciedad y manchas Ralladuras y desgaste Humedad	
Rodapiés	Recentaduras Despegue Suciedad y manchas Humedad y hongos Ralladuras y desgaste	

**Cuadro 7:** Programación de actividades para el mantenimiento de los pisos

Fuente: Chacón, Silva (2021)

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>		
<b>CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Mantenimiento de aires acondicionados	Anual	Verificación del estado de los soportes del equipo.
		Eliminar todas las obstrucciones que hubiera al paso de aire.
		Limpiar el polvo de la rejilla con una brocha amplia
		Retirar los filtros para limpiarlos
		Limpiar el tubo y la bandeja recolectora de agua
		Desinfectar con bactericidas

**Cuadro 8:** Programación de actividades para el mantenimiento de los equipos eléctricos.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

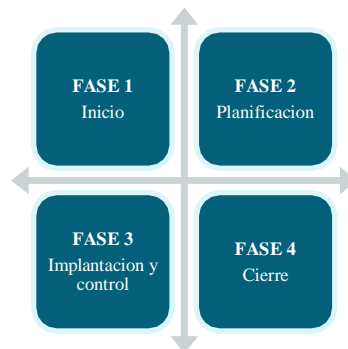
MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL HIDRONEUMÁTICO		
CICLOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS RECOMENDADOS		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN
Mantenimiento del compresor hidráulico	3 meses	Revisar y cambiar el aceite del compresor
		Verificar el estado de las correas y realizar pensionado y alineación de las poleas
Mantenimiento del sistema eléctrico del hidroneumático	3 años	Cambiar cables y bobinas cada tres años de servicio
Mantenimiento general del hidroneumático	Anual	Revisión de la válvula de pie y su tubería, e inspeccionar las condiciones en que se encuentra la válvula para evitar la cavitación de las bombas
		Revisión del estado de la bomba
		Cambiar los sellos mecánicos y el rodamiento
		Chequeo del impelente y de paredes de la carcasa.

**Cuadro 9:** Programación de actividades para el mantenimiento del hidroneumático

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

#### 4.4 Diseño del plan de mantenimiento empleando la metodología BIM

En el presente proyecto el objetivo es implementar la metodología BIM en la gestión de un plan de mantenimiento, de tal manera que la estructura del proyecto varia conforme a las fases que se deben ejecutar en una gestión BIM. Por tal razón se evaluaron cuatro etapas comprendidas de la siguiente manera.



**Figura 40:** Matriz de fases de gestión BIM de un proyecto

**Fuente:** Chacón y Silva (2021)

La diferencia entre un proyecto de gestión BIM y un proyecto de gestión común se presenta en la fase tres, debido a que al implementar la metodología BIM la etapa de implantación y control del proyecto se fusiona para tener un mejor manejo del modelado. A continuación, se realiza un análisis detallado de cada fase que compone el proceso de gestión de un proyecto BIM en función de la creación de un plan de mantenimiento para la vivienda de tipo unifamiliar modelada en Revit.

#### **4.4.1 Proceso de inicio**

La gestión de inicio de proyecto se presenta como un análisis de la rentabilidad del proyecto y la viabilidad que presenta para ser realizado en función de un cronograma estipulado y las cargas de trabajo que este presenta. Podemos decir que el inicio del proyecto de gestión BIM es simplemente un estudio previo o anteproyecto básico en el cual se establecen las características generales que conforman el proyecto, así mismo se deben elegir los softwares con los que se van a trabajar, con razón de tener una mejor coordinación.

El propietario y residentes de las viviendas conforman el grupo de interés por parte de los gestores del proyecto, por lo cual, se recomienda el empleo de una entrevista, donde se puedan establecer una conversación que sirva de guía y orientación para los encargados del proyecto.

Para darle inicio a la gestión del plan de mantenimiento fue necesario definir ciertos parámetros que le indican tanto al propietario de la vivienda como al gestor del proyecto las delimitaciones y alcance del proyecto. En función de esto se creó un acta de constitución del proyecto, dicha acta funciona como una fuente de información se establece una relación entre el gestor y los residentes de la vivienda, la importancia de este se basa en que es responsabilidad de los encargados de obras el mantener al tanto al inversor, en este caso el propietario de la vivienda, de los planes y actividades que se organizaran, el fin de este intercambio de información es obtener la aprobación de dicho inversor y establecer inicialmente un presupuesto preliminar.

<b>LOGOTIPO DE LA ORGANIZACION O CONSTRUCTORA ENCARGADA</b>	<b>PROYECTO:</b> Plan de mantenimiento para una vivienda unifamiliar.
	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> Vivienda unifamiliar.
	<b>FECHA DE CREACION:</b> Abril del 2021
	<b>AUTOR:</b> Chacón Andrés y Silva Laura

<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:</b> Implementación de la metodología BIM en la gestión de un plan de mantenimiento para una vivienda unifamiliar.
<b>DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:</b> Modelación en Revit de la vivienda unifamiliar acompañado de la planificación de actividades de mantenimiento preventivos para su posterior gestión.
<b>OBJETIVOS:</b> Modelación 3D de la vivienda, Planificación de actividades, Gestión de plan de mantenimiento.
<b>REQUISITOS DE APROBACION DEL PROYECTO:</b> Se debe gestionar bajo los requerimientos de la Metodología BIM.
<b>FINALIDAD DEL PROYECTO:</b> Creación de un plan de mantenimiento para viviendas unifamiliares.
<b>JUSTIFICACION DEL PROYECTO:</b> Mediante el plan de mantenimiento se busca controlar y monitorear la vida útil de los elementos que componen la vivienda evitando un aumento desmedido de los presupuestos asignados para las actividades a realizarse.
<b>PRINCIPALES INTERESADOS:</b> Nombre y apellido; Propietario de la vivienda.
<b>DURACION E HITOS:</b> Cronograma de actividades
<b>PRESUPUESTO:</b> Presupuesto preliminar del proyecto
<b>SPONSOR:</b> Propietario de la vivienda.
<b>DIRECTOR DEL PROYECTO:</b> Andrés chacón y Laura Silva

**Cuadro 11:** Acta de constitución del proyecto

Fuente: Chacón, Silva (2021)

#### 4.4.2 Proceso de planificación

Una mala planificación recurre al fracaso del proyecto por lo que la fase dos de la gestión BIM se ejecutó partiendo de los cómputos métricos y cómputos de materiales obtenidos del software REVIT, con estos se realizaron los respectivos cómputos de materiales, equipos, mano de obra y duración necesaria para cada actividad descrita en el manual de mantenimiento. Con las establecidas las duraciones de las actividades se procedió a realizar el cronograma.

<b>MANTENIMIENTO DE FRISO Y PINTURA EN PAREDES EXTERNAS</b>				<b>Cantidad</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Obreros				1	hom
<b>EQUIPOS</b>					
Brocha o Rodillo				1	UND
Pala de Albañil				1	UND
<b>MATERIALES</b>					
	area (m2)	rend.(m2/lts)	area/rend		
Pintura para exteriores	158	10	15.8		lts
Yeso					
<b>DURACION DE ACTIVIDAD</b>					
	area (m2)	Rend. (m2/(día/hom))	area/rend/hom		
Repintado	158	40	3.95		días
<b>Duración total</b>				<b>4</b>	<b>días</b>

**Cuadro 10:** Cómputos de mantenimiento de friso y pintura en paredes externas.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

<b>MANTENIMIENTO DE FRISO Y PINTURA EN PAREDES INTERNAS</b>				<b>Cantidad</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Obreros				1	hom
<b>EQUIPOS</b>					
Brocha o Rodillo				1	UND
Pala de Albañil				1	UND
<b>MATERIALES</b>					
	area (m2)	rend. (m2/lts)	area/rend		
Pintura para interiores	620	10	62		lts
Yeso					
<b>DURACION DE ACTIVIDAD</b>					

	area (m2)	Rend. (m2/(día/hom)	area/rend/ho m	
Repintado	620	40	15.5	días
<b>Duración total</b>			<b>16</b>	<b>días</b>

**Cuadro 11:** Cómputos de mantenimiento de friso y pintura en paredes internas.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

MANTENIMIENTO DE TECHO DE MADERA		Cantidad	UNIDAD
MANO DE OBRA			
Obreros		1	hom
EQUIPOS			
Brocha o Rodillo		1	UND
Lijadora		1	UND
MATERIALES			
area (m2)	rend. (m2/lts)	area/rend	
Barniz	273	10	27.3
Papel de lija			
DURACION DE ACTIVIDAD			
area (m2)	Rend. (m2/(día/hom)	area/rend/hom	
Lijado del techo	273	20	13.65
Barnizado	273	40	6.825
<b>Duración total</b>		<b>20.475</b>	<b>días</b>

**Cuadro 12:** Cómputos mantenimiento de techo de madera.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

MANTENIMIENTO DE PUERTAS DE MADERA		Cantidad	UNIDAD
MANO DE OBRA			
Obreros		1	hom
EQUIPOS			
Brocha		1	UND
MATERIALES			
area (m2)	rend. (m2/lts)	area/rend	
Barniz	33.31	10	3.331
Papel de lija			
DURACION DE ACTIVIDAD			

	area (m2)	Rend. (m2/(día/hom))	área/rend/hom	
Lijado	33.31	20	1.6655	días
Barnizado	33.91	40	0.84775	días
Duración total			3	días

**Cuadro 13:** Cómputos de mantenimiento de puertas de madera.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

MANTENIMIENTO EN PISOS DE CONCRETO PULIDO		Cantidad	UNIDAD
MANO DE OBRA			
Obreros		1	hom
EQUIPOS			
Pulidora		1	UND
MATERIALES			
area (m2)	rend. (m2/lts)	area/rend	
Cera para pulir	280.83	45	6.240666667 lts
DURACION DE ACTIVIDAD			
	area (m2)	Rend. (m2/(día/hom))	area/rend/hom
Pulido del piso	280.83	100	2.8083 días
Duración total			3 días

**Cuadro 11:** Cómputos de mantenimiento de friso y pintura en paredes internas.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

Una vez establecidas las duraciones de las actividades se procedió a realizar el cronograma. (Ver anexo x)

#### 4.4.3 Proceso de implantación y control.

Los softwares más especializados en BIM 7D del mercado como lo es el visor YouBIM, MaximoIBM para facility management, entre otros, suelen presentar un costo de compra significativo, por tal razón su aplicación en el presente trabajo de grado representa un esfuerzo y costo no permitido actualmente, sin embargo se consideró el visor Tridify como un gestor BIM económico el cual permite recopilar y relacionar el modelo 3D parametrizado de Revit con las actividades, partidas y cómputos métricos obtenidos de forma rápida y eficaz, acelerando el proceso de gestión del plan de mantenimiento. La implantación de la metodología BIM en el plan de mantenimiento se logró mediante el uso del software Tridify, por medio de la exportación de datos de

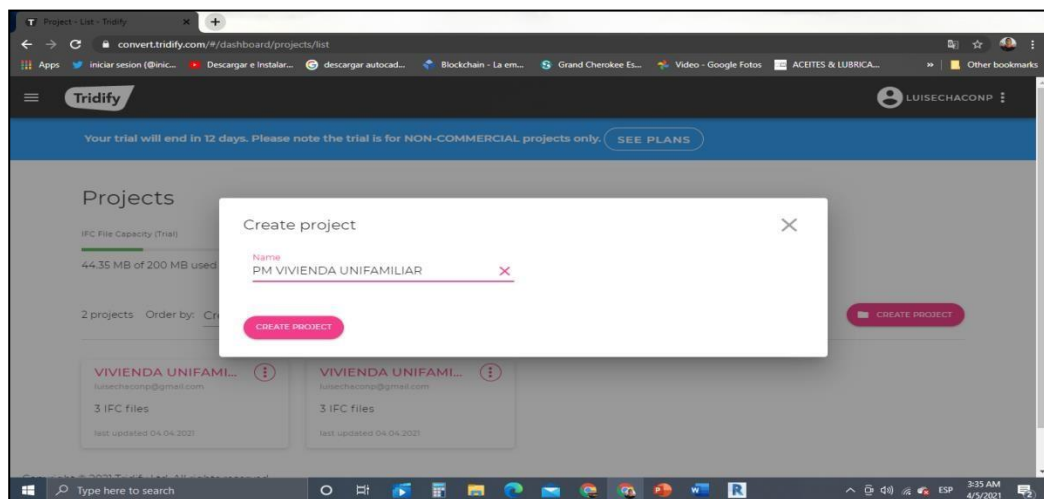
Revit se logró la interacción de las partidas de cada elemento y las actividades a las que pertenecen.



**Figura 42:** Visualización de la vinculación de las partidas Revit con el visor Tridify.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021).

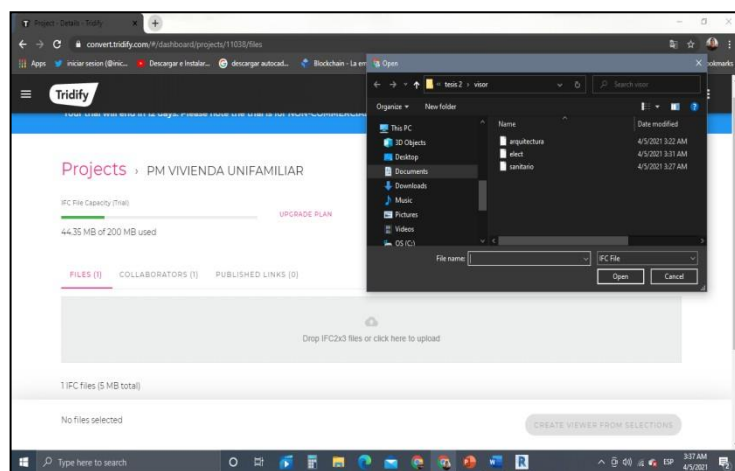
Para acceder al programa se hizo uso del navegador Chrome debido a que la herramienta se encuentra disponible en la web sin necesidad de ser descargada.



**Figura 43:** Acceso al Software Tridify desde la herramienta Web.

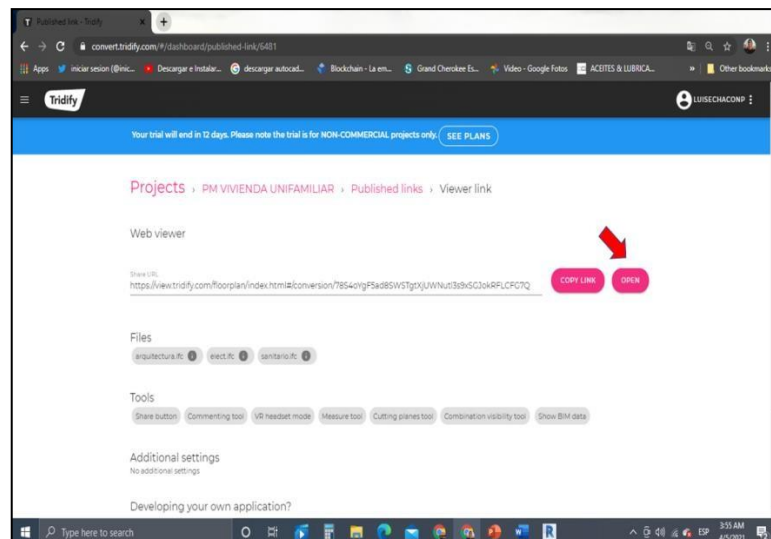
**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

Posteriormente de acceder al sitio web de la herramienta se realizó el intercambio de información con el Software Revit, para ello se agregaron los archivos ifc de cada una de las disciplinas del modelo en revit, una vez cargados todos los archivos se autoriza al programa el poder compartir la información ya sea en un dispositivo celular o computadora, tal acción permite que tanto el propietario como gerente del proyecto puedan interactuar con la información de la vivienda unifamiliar.



**Figura 44:** Vinculación del software Revit con Tridify.

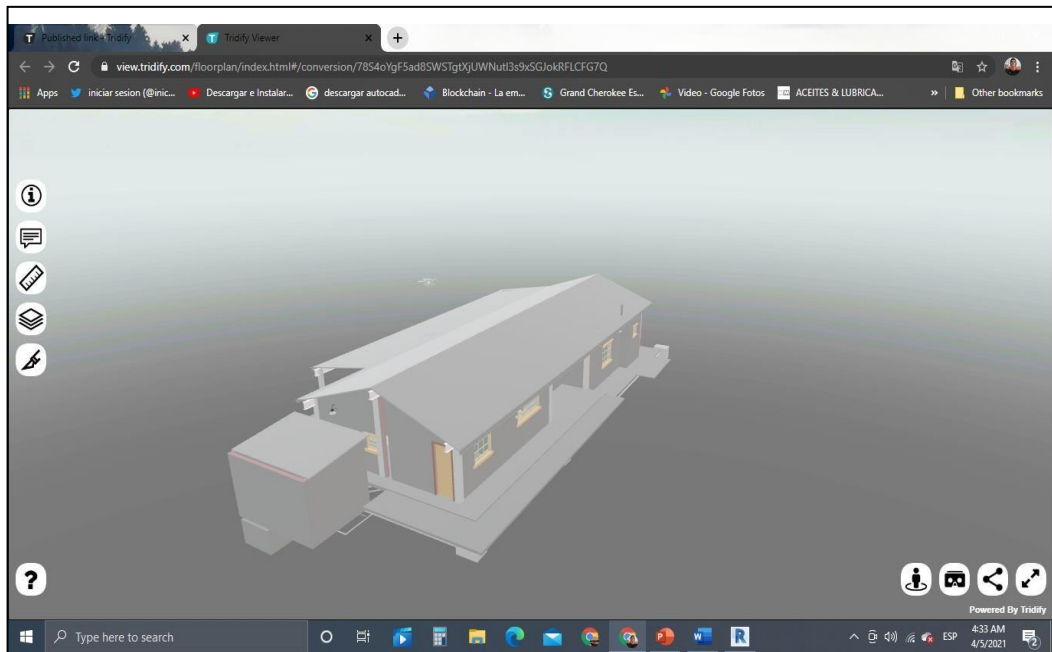
Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 45:** Autorización de intercambio de información a dispositivos móvil.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

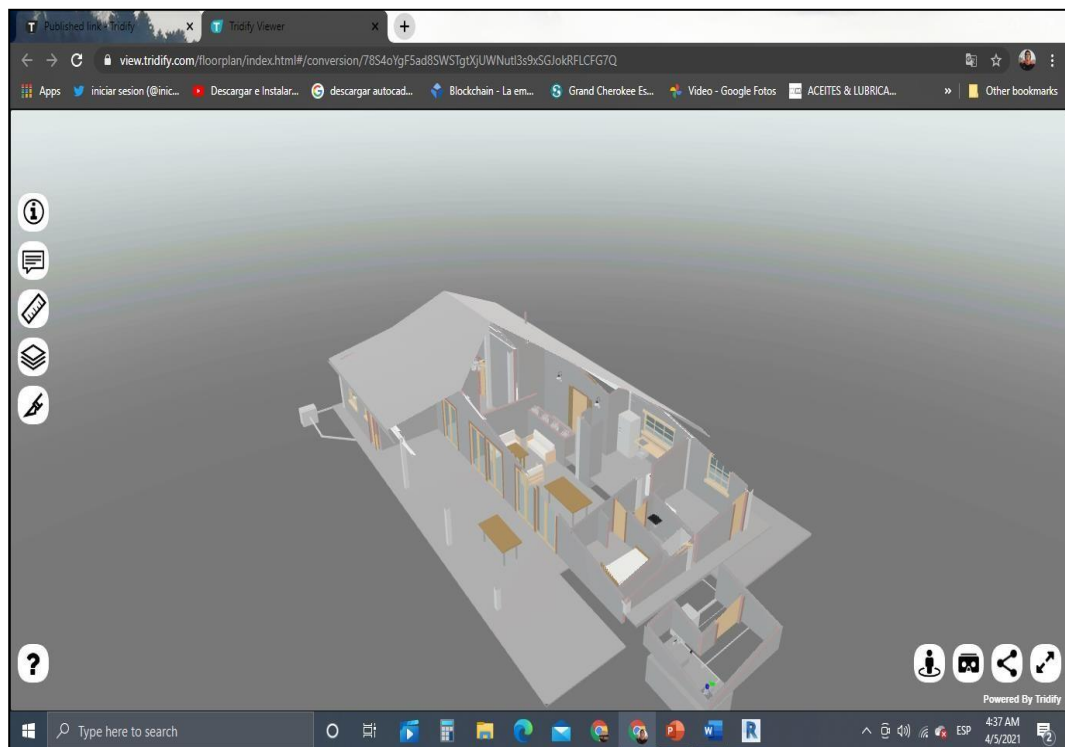
Una vez realizados los anteriores procedimientos se procede a abrir el visor el cual muestra una imagen de la vivienda sin textura, esto se debe a que la versión utilizada para efectos del proyecto de grado es la versión gratis de dicha herramienta, la imagen obtenida es una representación del modelado 3D de Revit, lo que asegura que los datos vinculados se instalaron con éxito.



**Figura 46:** Representación del modelado 3D de la vivienda unifamiliar con Tridify.

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

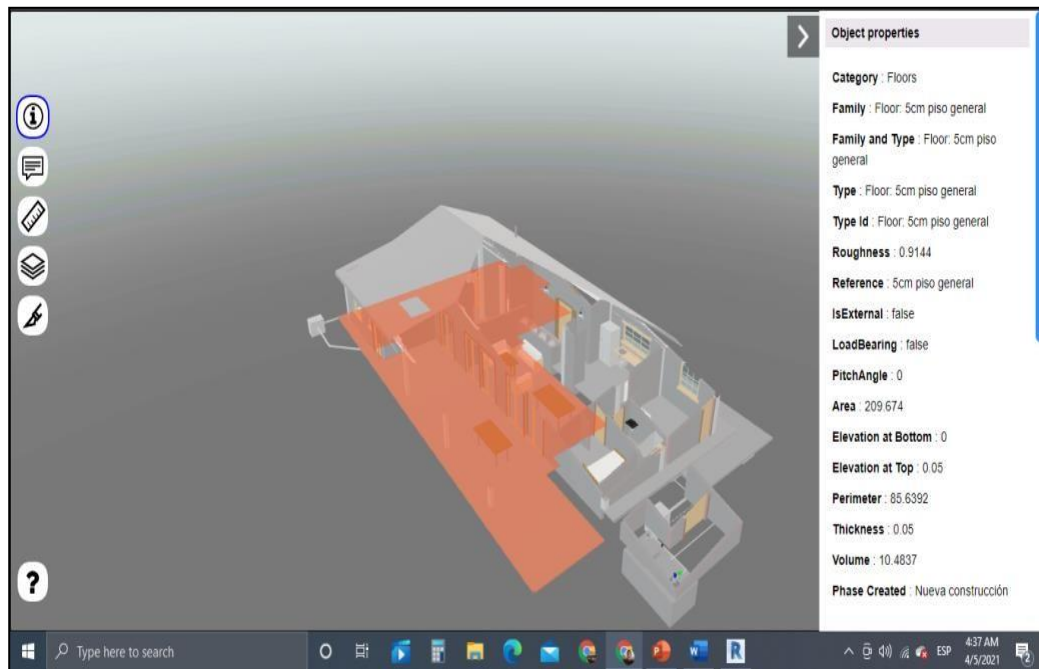
La segunda parte de este proceso, es decir, el control del proyecto, se ejecuta empleando el mismo programa, debido a que Tridify permite observar la vivienda desde diferentes cortes de secciones. además, se puede realizar la visualización de las diferentes disciplinas del proyecto. El control del proyecto en primer lugar está en manos del gerente de la obra, sin embargo, con el uso del visor el propietario de la vivienda tiene libre acceso al modelado y al manual de mantenimiento preventivo, por lo cual se establece que estos son los dos individuos que pueden controlar los cambios y cronogramas en las actividades de mantenimiento.



**Figura 47:** Corte de sección en la vivienda unifamiliar empleando Tridify.

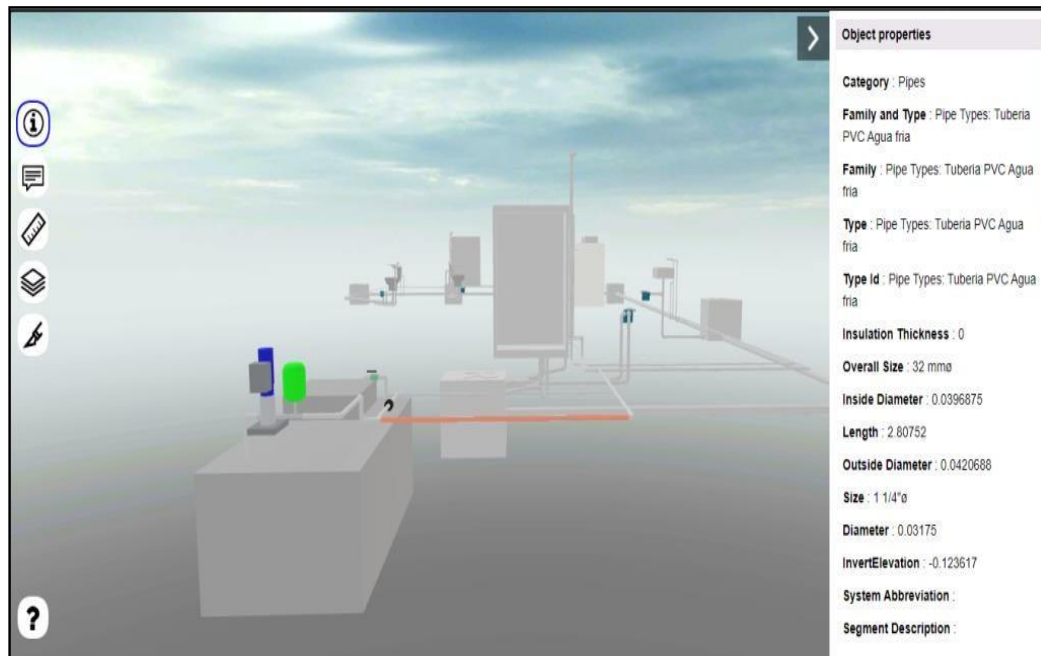
**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

La herramienta posee entre sus beneficios el permiso de acceder a todos los parámetros y especificaciones de cada elemento del modelo, lo que le permite al gestor de las actividades de mantenimiento tener un registro tanto de las dimensiones como del material en que están fabricados los elementos que conforman la vivienda, dicha información se interrelaciona con el manual de mantenimiento preventivo, por lo que al acceder a las propiedades del objeto tratante, sea una puerta o un hidroneumático, el visor aportara información sobre las actividades que se deben realizar para su correcto funcionamiento y los materiales necesarios, en caso de ser un mantenimiento correctivo la información brindada respecto al material será más específica, esto se debe a que la herramienta Tridify permite un registro completo de los equipos de la vivienda, es decir, informara sobre el lugar en donde fue comprado, el costo, las propiedades y características.



**Figura 48:** Registro de las características y propiedades del piso de la vivienda.

Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 48:** Registro de las características y propiedades de una de las tuberías de agua fría.

Fuente: Chacón, Silva (2021)

#### 4.4.4 Proceso de Cierre

Para el cierre del proyecto en gestión BIM se procedió a recopilar la información introducida en el visor con el fin de evaluarla y comprobar todas las actividades de mantenimiento previstas. En esta fase del proceso es importante contar con la aceptación del inversionista, en este caso, el propietario o los propietarios de las viviendas unifamiliares.

Tras realizar la revisión y comprobación de las actividades, se observaron los siguientes resultados:

- La representación del modelado 3D de la vivienda unifamiliar en el Software Tridify corresponde con el modelado 3D de la vivienda unifamiliar en Revit, por lo que, la vinculación de información fue exitosa.
- El cronograma de Actividades y el Manual de mantenimiento correctivo corresponde a lo planificado en la Fase III del proyecto en estudio.
- Se cargaron todos los manuales de las actividades de mantenimiento en el programa junto con sus presupuestos de materiales, equipos y personal.
- Las partidas de mantenimiento se ven visualizadas en el lado derecho de la pantalla junto con su título descripción e imagen.



**Figura 49:** Visualización del Manual de mantenimiento Preventivo

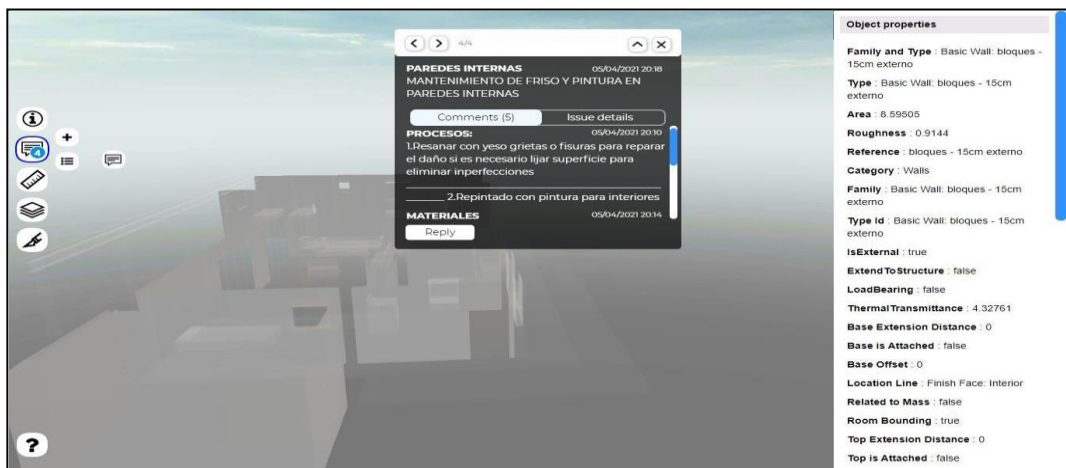
Fuente: Chacón, Silva (2021)



**Figura 50:** Visualización del Manual de Mantenimiento Preventivo

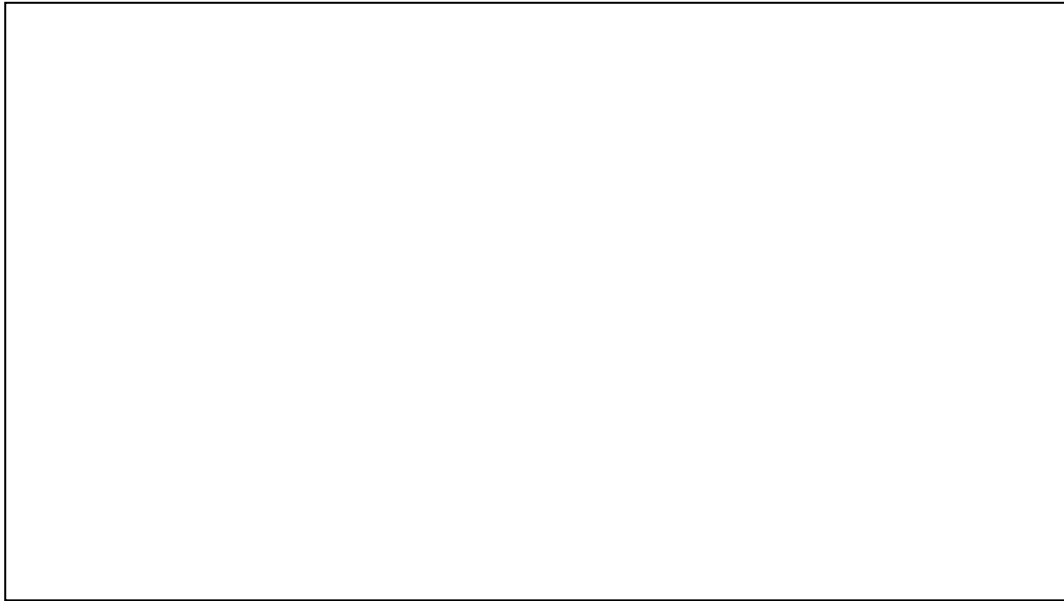
**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

Entre las propiedades del visor tenemos las visualizaciones de las partidas, las cuales vienen integradas con el manual completo junto con los cómputos de materiales, equipos, mano de obra, duración y los elemento en el modelo con sus respectivos parámetros y especificaciones.



**Figura 51:** Partidas de mantenimiento des paredes internas con cantidades de materiales, equipos y duración de actividad

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)



**Figura 52:** Partidas de las paredes internas de la vivienda con cantidades de materiales, equipos y duración de actividad

**Fuente:** Chacón, Silva (2021)

Una vez verificado el cumplimiento de estas actividades se realiza el cierre del proyecto dándolo por finalizado. Se debe tomar en cuenta que el visor funciona en tiempo real, por tal razón, los diferentes recursos humanos que se encuentre en manejo y control de la obra pueden realizar modificaciones las cuales podrán ser observadas por el personal involucrado en la obra.

## **CONCLUSIONES.**

La implementación de la metodología BIM en un plan de mantenimiento para viviendas unifamiliares está estrechamente vinculado en gran forma con la especialización de gerencias de obras civiles y con muchos fundamentos de la administración de obras, es por eso que para llevar a cabo la implantación y aplicación del Building Information Modeling es necesario tener conocimientos, fundamentos y parámetros claros de la ingeniería civil. Al verificar el cierre y un proyecto, por medio de las verificaciones, se debe tomar en cuenta que los resultados arrojados están enlazados al proceso de modelado. Pese a que la metodología BIM no es comúnmente implementada en proyectos pequeños, como lo son las viviendas unifamiliares, aun así, presentan grandes ventajas y beneficios, como lo son el control y programación de actividades, el establecimiento y manejo de presupuestos y a su vez el control del mismo de forma rápida y accesible.

Con los resultados obtenidos mediante la aplicación del instrumento, en este caso, un cuestionario, se pudo determinar que una parte significativa de la población encuestada no realiza el mantenimiento preventivo y correctivo en los tiempos debidos, el desconocimiento de la vida útil de la vivienda y los elementos que la conforman conllevan a que las planificaciones de las actividades no estén correctamente programadas, por tal razón se considera importante que las constructoras de viviendas brinden información acerca de la duración en un estado correcto que puedan tener tanto los elementos como la vivienda en general. Los planes de mantenimiento de una vivienda siempre serán un tema importante, debido a que este no solo involucra las actividades a realizar, si no que consiste en un estudio detallado de la duración y aporte que tiene cada elemento en una vivienda, el correcto mantenimiento de esto puede ser incluso beneficioso para la salud de las personas que hacen vida en el inmobiliario.

Actualmente en Venezuela se está intentando implementar la metodología BIM, es de tener en cuenta que, sin un asesoramiento especializado dicha

implementación se prolongara, por lo que es necesario que tanto el gremio académico como el profesional en el área de ingeniería civil puedan integrarse a la práctica de esta labor. Los softwares que conforman la metodología BIM, en específico la Gestión BIM suelen ser costosos, no obstante, existen algunas herramientas que pueden servir como un imitador de estos Software por lo que se pueden seguir realizando trabajos de grados de este tipo.

## **RECOMENDACIONES**

Para la efectiva implementación de la metodología BIM en la gestión de un plan de mantenimiento de una vivienda unifamiliar realizada por medio de este trabajo de grado se recomienda:

Principalmente crear un plan de trabajo que contemple cada una de las fases que componen la gestión BIM, con un paso a paso que indique los procedimientos a seguir para lograr implementar la metodología del Building Information Modeling. Comprendiendo que este plan de trabajo servirá de orientación para los interesados en trabajar en base a la gestión BIM.

Antes de la creación de un plan de mantenimiento se recomienda establecer una conversación con el propietario de la vivienda, en dado caso de que dicho plan provenga de una empresa o individuo ajeno a la empresa constructora original, esto con la finalidad de determinar un presupuesto inicial y basar el plan y cronograma conforme a las necesidades y delimitantes del propietario.

Se motiva a las empresas de construcción a cubrir todo el ciclo de vida de las viviendas, informando sobre la vida útil de las mismas y proveyendo a los compradores de los inmuebles de un plan de mantenimiento que permita conservar a la vivienda en un estado óptimo.

Así mismo, se entiende que la metodología BIM es una herramienta basada en una nube, por la cual se ejecuta mediante unos programas predeterminados que tienen la habilidad de compartir e intercambiar datos e información entre sí, por tal razón, en efectos de lograr una implementación óptima se recomienda trabajar con Software BIM los cuales facilitan el proceso. Entre los Software recomendados para trabajar los costos y presupuestos, se tiene la herramienta Presto Cost-It y Mideplan, ambos programas permiten vincular las partidas de presupuestos al elemento del modelado, también, el software Presto Cost-It permite realizar un cronograma de actividades, lo cual tiene mucho valor en el mercado BIM.

Para implementar la metodología BIM eficientemente, ya sea en grandes edificaciones estructurales o en viviendas de tipo unifamiliar se recomienda trabajar en todo momento sobre la nube, respetando el proceso de inicio a cierre para evitar la pérdida y desviación de información.

Una vez implementada la metodología BIM se debe contar con personal calificado y especializado para la ejecución de las labores de mantenimiento, asegurando un cierre de proyecto exitoso, la aceptación del cliente o inversionista ante el plan desarrollado es fundamental.

De la misma manera, se recomienda que el proyecto en estudio presente una continuación basada en una manual para mantenimiento de tipo preventivo y correctivo, en donde se incluya una programación detallada de cada actividad a realizarse y los recursos, tanto humanos como materiales, con los que se deben contar para poder ejecutarlo, de la misma manera, se recomienda que dicho manual sea acompañado por un estudio de costos.

En términos académicos, es necesario que la Universidad José Antonio Páez aborde el tema de la metodología BIM con mayor seriedad, se comprende que dicha metodología está equipada por una gran variedad de programas y Software los cuales no se nombran, ni se reconocen entre los estudiantes de la escuela de ingeniería civil de la mencionada casa de estudio, por tal razón se recomienda que la formación de la metodología BIM sea impartida desde el octavo semestre de estudio, momento en el cual los estudiantes de la carrera de ingeniería civil poseen un conocimiento estable para lograr comprender la función de los software y su aplicación.

Por último, se incita a la Universidad José Antonio Páez a la impartición de cursos, donde el tema a tratar sea el software Revit enfocados en varios niveles que permitan a nivel académico introducir al bachiller en el mundo de la metodología BIM., así mismo, se recomienda que dichos cursos no estén enfocados solo en la etapa de modelado arquitectónico, es necesario que contribuyan a formar al estudiante en la coordinación de proyectos con un enfoque realista, permitiéndole reconocer interferencias y realizar simulaciones, de tal manera se contribuye en la formación de profesionales capaces de abordar

retos tecnológicos y que tenga la capacidad de realizar proyecto colaborativos con bases afianzadas en conceptos claros. De esta misma manera el uso de campañas y conferencias son un elemento que pueden motivar el interés de los estudiantes en la metodología BIM.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alberto, J. y Ariel, C (2006). **Técnicas para investigar 2**. Recuperado de <https://books.google.co.ve/books?id=XWIkBfrJ9SoC&pg=PA31&dq=tecnicas+e+instrumentos+de+recoleccion+de+datos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiay-Wxxq3sAhXEx1kKHZ7QBWQQ6AEwAXoECAEQAg#v=onepage&q=tecnicas%20e%20instrumentos%20de%20recoleccion%20de%20datos&f=false>
- Arias, F. (2012). **El proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología científica**. Edición N°6. Caracas: Editorial Episteme.
- Autodesk. (2020) **Conoce Revit**. Recuperado de [https://latinoamerica.autodesk.com/search?sn=es\\_MX\\_AD\\_LA&qt=REVIT&p=0](https://latinoamerica.autodesk.com/search?sn=es_MX_AD_LA&qt=REVIT&p=0)
- Ayasta, C. Pedro, E. Guillen, C. Javier, A. Izquierdo, E. (2016). **Aplicación de la tecnología BIM al facility management de un centro comercial en el Perú**. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620806/TESES%20BIM%20AGI%20MDC%202014%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, C. (2010). Metodología **de la Investigación**. Recuperado de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%c3%b3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Bernal, T (2006). **Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales**. Recuperado de

<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Br. Torres, V. (2017). **Relación entre la Aplicación del Software BIM y la Producción de Proyectos en la Empresa HavymArquitek -San Juan de Lurigancho.** Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14925/Ascue\\_TV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14925/Ascue_TV.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Camacho, P. (2009). **Diseño de un Plan Modelo de Mantenimiento para Edificios del ICE.** Recuperado de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6196/Dise%C3%B1o\\_Plan\\_Modelo\\_Mantenimiento\\_Edificios\\_ICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6196/Dise%C3%B1o_Plan_Modelo_Mantenimiento_Edificios_ICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Chacón y Cuervo, (2017). **“Implementación de la Metodología BIM Para Elaborar Proyectos Mediante El Software REVIT”** Recuperado de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6952/dChacón.pdf?sequence=3>

COVENIN 3049-93, (1993). **Norma Venezolana. Mantenimiento, Definiciones** Recuperado de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3049-93.pdf>

Desarróllate ATC. (2020). **BIM (Building Information Modeling) el Aliado Perfecto para el Diseño Arquitectónico Actual.** Recuperado de <https://atcpuntocurso.com/bim-building-information-modeling-el-aliado-perfecto-para-el-diseno-arquitectonico-actual/>

Dzambazova, t., Krygiel, E., &Demchak, G. (2009). **Introducing Revit Architecture 2009: BIM for Beginners.** Recuperado de

<https://www.worldcat.org/title/introducing-revit-architecture-2009-bim-for-beginners/oclc/646847815>

FacilityLatam. (2009). **Relación entre el BIM y el Facility Management**. Recuperado de <https://facilitylatam.com/cual-es-la-relacion-entre-bim-y-facility-management/>.

Gómez, M. (2006), “**Introducción a la Metodología de la Investigación Científica**”. Edit. Brujas. Córdoba, Argentina. [https://www.academia.edu/11232932/Introducci%C3%B3n\\_a\\_la\\_Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_Autor\\_Prof\\_Marcelo\\_G%C3%B3mez\\_1\\_](https://www.academia.edu/11232932/Introducci%C3%B3n_a_la_Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_Autor_Prof_Marcelo_G%C3%B3mez_1_)

Méndez, C. (2009). **Metodología de la Investigación** Edición N°5. McGRAW-HILL, México. Recuperado de [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

Méndez, C. (2001). **Fundamentos Metodología** Edición N°5. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/51374860/Mendez-C-E-2001-Fundamentos-Metodologia>

Morlés, V. (1994). **Planeamiento y análisis de investigaciones** Edición N°8.

Morales, J (2005) **¿Creceremos sin ingeniería civil?** Recuperado de <https://books.google.co.ve/books?id=Rwts4jinTowC&pg=PA13&dq=la+area+primordial+de+la+ingenier%C3%ADa+civil+consiste+en+generar+la+infraestructura+que+el+desarrollo+nacional+requiere&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjloqjV-b7sAhUO01kKHYqmC8wQ6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=la%20area%20primordial%20de%20la%20ingenier%C3%ADa%20civil%20consiste%20en%20generar%20la%20infraestructura%20que%20el%20desarrollo%20nacional%20requiere&f=false>

Muñoz, C. (1998). **Como Elaborar una Investigación de Tesis**. Recuperado de <http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-Mu%C3%B1oz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf>

Ortega, R (2015). **Instalaciones de Edificios MF0640-3**. Recuperado de [https://www.centrallibreria.com/libro/mf0640-3-instalaciones-de-edificios\\_156437](https://www.centrallibreria.com/libro/mf0640-3-instalaciones-de-edificios_156437)

Ortega, L. (2012). **Propuesta metodología para estimar la vida útil de los sistemas constructivos de fachadas y cubiertas utilizados actualmente con más frecuencia en la edificación española a partir del método propuesto por la norma ISO-15686**. Recuperado de [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/27666/Tesis\\_Durabilidad\\_LeticiaOrtegaMadrigal.pdf%25B1%25D.pdf%3Fsequence&ved=2ahUKEwjh4dbI7a\\_sAhUBjlkKHfZVDtYQFjAMegQIDRAC&usg=AOvVaw2gUa0GrymsrQfWiCq0GN9z](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/27666/Tesis_Durabilidad_LeticiaOrtegaMadrigal.pdf%25B1%25D.pdf%3Fsequence&ved=2ahUKEwjh4dbI7a_sAhUBjlkKHfZVDtYQFjAMegQIDRAC&usg=AOvVaw2gUa0GrymsrQfWiCq0GN9z)

Palella y Martins (2008). **Investigación e Innovación Metodológica**. “<http://investigacionmetodologicaderojas.blogspot.com/2017/09/poblacion-y-muestra.html>”. [Ultimo acceso: 4 octubre de 2020].

Pérez G, (2019). En su trabajo de grado titulado “**Posibilidades de la metodología BIM en la ingeniería civil**” Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/92492/fichero/TFG-2492+MART%C3%8DN+REDONDO.pdf>

Rocha, C. (2015). **Metodología de la Investigación**. Recuperado de [https://books.google.co.ve/books/about/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n.html?id=DflcDwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.co.ve/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?id=DflcDwAAQBAJ&redir_esc=y)

Salinas, J. (2014). Implementación de BIM en proyectos inmobiliarios.

Recuperado de

[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/212/266&ved=2ahUKEwiO2-Xn9r7sAhWrzVkKHYSABXcQFjABegQICRAF&usg=AOvVaw0\\_wQQdECICqcKStJrlzNXg&cshid=1603051157981](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/212/266&ved=2ahUKEwiO2-Xn9r7sAhWrzVkKHYSABXcQFjABegQICRAF&usg=AOvVaw0_wQQdECICqcKStJrlzNXg&cshid=1603051157981)

Structuralia Block. (2018). **Las 7 Dimensiones del BIM y las Razones para su Dominio.** Recuperado de

<https://blog.structuralia.com/las-7-dimensiones-del-bim-y-las-razones-para-su-dominio>

Tamayo y Tamayo (2004). **“El proceso de la investigación científica** Edición N°4. Limusa, México. Recuperado de

<https://www.univermedios.com/wp-content/uploads/2018/08/El-Proceso-De-La-Investigacion-Cientifica-Tamayo-Mario.pdf>

Tenas, M (2018). **Préstamo para compra de vivienda y vinculación de ambos contratos.**

Recuperado de <https://books.google.co.ve/books?id=crxUDwAAQBAJ&pg=PA231&dq=los+bienes+de+inmuebles+gozan+de+una+importancia+capital,+tanto+en+la+vida+de+los+seres+humanos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiGtbaN-b7sAhVOnlkKHeKkB84Q6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=los%20bienes%20de%20inmuebles%20gozan%20de%20una%20importancia%20capital%2C%20tanto%20en%20la%20vida%20de%20los%20seres%20humanos&f=false>.

Universidad Pedagógica Libertador. (2006). **Manual de Tesis de Grado y**

**Especialización y Maestría y Tesis Doctorales** Recuperado de

“<http://files.innova-edu.webnode.com/200003215-6a4f06b3b1/NormasUPEL2006.pdf>”. Caracas: UPEL

Universidad de Carabobo. (1990). **Manual de Trabajo de Grado de Maestrías y Tesis Doctorales**. Recuperado de <https://es.calameo.com/books/0054183767b7324ef0fae>

Viveros, P. Stegmaier, R. Kristjanpoller, F. Barbera, L. Crespo, A. (2018).

**Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo.** Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000100011](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011)

Zapata, O (2006). **Metodología para Diseño de Investigaciones Sociales**. Editorial UniveBibliografía en Castellano de la Metodología de la Investigación Social. Edit. Universitaria de Oriente, Cumaná, Venezuela, 1980 / 235p.

Zapata, J (2006). **Teoría y Metodología de la Investigación**. Recuperado de [https://www.academia.edu/6120672/TEOR%C3%8DA\\_Y\\_METODOLOG%C3%8DA\\_DE\\_INVESTIGACION](https://www.academia.edu/6120672/TEOR%C3%8DA_Y_METODOLOG%C3%8DA_DE_INVESTIGACION).

## **ANEXOS**

**ANEXO A:  
CUESTIONARIO**



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO**

**Estimado ciudadano(a):**

El presente documento tiene como finalidad solicitar información la cual será utilizada para el desarrollo de una investigación que tiene como objetivo la **“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA, ESTADO CARABOBO.”** Elaborado por los bachilleres Chacón P. Andrés E. y Silva G. Laura N.

**Instrucciones:**

1. Por favor lea el instrumento antes de responder.
2. Marque con una (X) la respuesta seleccionada por usted.
3. En los ítems que se le indique, suministre la información solicitada.
4. Por favor responda todas las preguntas.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE CIVIL**



PREGUNTAS		SI	NO
1	¿Conoce usted que es una vivienda unifamiliar?		
2	¿Sabe que es el mantenimiento preventivo?		
3	¿Conoce la diferencia entre un mantenimiento correctivo y preventivo?		
4	¿Realiza Mantenimientos regularmente en su vivienda?		
5	¿El mantenimiento de la vivienda incluye techos, tuberías, electricidad y fachada?		
6	¿Tiene algún plan de mantenimiento preventivo para su vivienda?		
7	¿Tiene conocimiento sobre la vida útil de su vivienda?		
8	¿Para realizar los mantenimientos preventivos en su vivienda ha planificado un presupuesto?		
9	¿Cree usted que las constructoras son responsables de elaborar los planes de mantenimiento preventivos?		
10	¿Cree usted que es responsabilidad de las constructoras informar sobre la vida útil de las viviendas?		
11	¿Le gustaría que las constructoras les brindaran algún plan de mantenimiento preventivo para su vivienda?		
<b>SELECCIONE UNA RESPUESTA</b>		<b>CADA 6 MESES</b>	<b>CADA 3 AÑOS</b>
12	¿Cada cuánto realiza mantenimientos correctivos en su vivienda?		
13	¿Cada cuánto realiza mantenimientos preventivos en su vivienda?		

**ANEXO B:**  
**VALIDEZ DEL CUESTIONARIO**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

## FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### JUICIO DE EXPERTOS

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para validar las distintas interrogantes que conforman el instrumento de recolección de datos, el cual será aplicado en la investigación de campo de los bachilleres Andrés. Chacón P. titular del número de cedula V-27.432.383y Laura N. Silva G. titular del número de cedula V-25.726.682 en su trabajo de grado titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA, ESTADO CARABOBO.”**

#### Instrucciones:

Lea el instrumento y marque con una equis (X) su criterio en cuanto a los aspectos que a continuación se señalan:

1. Pertinencia: Relación estrecha entre la pregunta, los objetos a lograr y el instrumento que se encuentra desarrollando.
2. Redacción: Claridad y precisión en el uso del vocabulario técnico.
3. Adecuación: Correspondencia entre el contenido de cada pregunta y el nivel de preparación o desempeño del entrevistado.

#### Calificación

Código	Apreciación cualitativa
<b>B</b>	<b>BUENO:</b> El indicador se presenta en grado igual o ligeramente superior al mínimo aceptable.
<b>R</b>	<b>REGULAR:</b> El indicador no llega al mínimo aceptable, pero se acerca a él.
<b>D</b>	<b>DEFICIENTE:</b> El indicador está lejos del mínimo Aceptable.

### INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

INTERROGANTES	PERTINENCIA			REDACCIÓN			ADECUACIÓN		
	B	R	D	B	R	D	B	R	D
1. ¿Conoce usted que es una vivienda unifamiliar?									
2. ¿Sabe que es el mantenimiento preventivo?									
3. ¿Conoce la diferencia entre un mantenimiento correctivo y preventivo?									
4. ¿Realiza Mantenimientos regularmente en su vivienda?									
5. ¿Cada cuánto realiza mantenimientos correctivos en su vivienda?									
6. ¿Cada cuánto realiza mantenimientos preventivos en su vivienda?									
7. ¿El mantenimiento de la vivienda incluye techos, tuberías, electricidad y fachada?									
8. ¿Tiene algún plan de mantenimiento preventivo para su vivienda?									
9. ¿Tiene conocimiento sobre la vida útil de su vivienda?									
10. ¿Para realizar los mantenimientos preventivos en su vivienda ha planificado un presupuesto?									
11. ¿Cree usted que las constructoras son responsables de elaborar los planes de mantenimiento preventivos?									
12. ¿Cree usted que es responsabilidad de las constructoras informar sobre la vida útil de las viviendas?									
13. ¿Le gustaría que las constructoras les brindaran algún plan de mantenimiento preventivo para su vivienda?									

Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL**

**CARTA DE VALORACIÓN DE INSTRUMENTO PARA ELABORACIÓN  
DEL TRABAJO DE GRADO.**

**Estimado Ing. Alicia Pizzella**

Por medio de la presente, y en conformidad a su amplia experiencia educativa y profesional, los bachilleres **Chacón P. Andrés E.** titular del número de cedula **V-27.432.383** y **Silva G. Laura N.** titular del número de cedula **V-25.726.682**, solicitamos, la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información del trabajo de grado titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UBICADA EN VALENCIA, ESTADO CARABOBO.”**

Este instrumento de medición cualitativo-cuantitativo, está estructurado como una planilla de evaluación del tipo “encuesta” que tiene como objetivo **DIAGNOSTICAR EL ESTADO DE MANTENIMIENTO DE LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES QUE SE ENCUENTRAN UBICADAS EN LA CALLE 4 DE LA URBANIZACIÓN MINIFINCAS EL SOLAR DE GUATAPARO, VALENCIA, ESTADO CARABOBO.**

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.

a

### INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

INTERROGANTES	PERTINENCIA			REDACCIÓN			ADECUACIÓN		
	B	R	D	B	R	D	B	R	D
1. ¿Conoce usted que es una vivienda unifamiliar?	X			X			X		
2. ¿Sabe que es el mantenimiento preventivo?	X			X			X		
3. ¿Conoce la diferencia entre un mantenimiento correctivo y preventivo?	X			X			X		
4. ¿Realiza Mantenimientos regularmente en su vivienda?	X			X			X		
5. ¿Cada cuánto realiza mantenimientos correctivos en su vivienda?	X			X			X		
6. ¿Cada cuánto realiza mantenimientos preventivos en su vivienda?	X			X			X		
7. ¿El mantenimiento de la vivienda incluye techos, tuberías, electricidad y fachada?	X			X			X		
8. ¿Tiene algún plan de Saber que su vivienda?	X			X			X		
9. ¿Tiene conocimiento sobre la vida útil de su vivienda?	X			X			X		
10. ¿Para realizar los mantenimientos preventivos en su vivienda ha planificado un presupuesto?	X			X			X		
11. ¿Cree usted que las constructoras son responsables de elaborar los planes de mantenimiento preventivos?	X			X			X		
12. ¿Cree usted que es responsabilidad de las constructoras informar sobre la vida útil de las viviendas?	X			X			X		
13. ¿Le gustaría que las constructoras les brindaran algún plan de mantenimiento preventivo para su vivienda?	X			X			X		

CONSIDERACIONES GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento tiene instrucciones claras y precisas para que el entrevistado pueda llenar la planilla.	X		
La presentación del instrumento es adecuada. De no ser así, señale los factores o variables a corregir o mejorar.	X		
Los factores y variables son adecuados para recolectar la información. De ser negativa su respuesta, sugiera los factores o variables que deben incluirse y/o eliminarse.	X		

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO				
APLICABLE	X	NO APLICABLE		APLICABLE, CONSIDERANDO LAS OBSERVACIONES

DATOS DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos:	<b>ALICIA DE PIZZELLA</b>
Cédula de Identidad:	<b>4598880</b>
Correo Electrónico:	<b>Alipiz54@gmail.com</b>
Nivel Académico:	<b>Ing. MECÁNICO MAGISTER ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS DOCTORANDO INNOVACIONES EDUCATIVAS</b>
C.I.V C.E.I.D.E.C:	<b>68397</b>

**ANEXO C**  
**DIAGRAMA DE ACTIVIDADES**

CRONOGRAMA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO														
Capítulo	Actividad	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Muros y acabados	Mantenimiento de friso y pintura en paredes externas	Cada 2 años											X	
	Mantenimiento de friso y pintura en paredes internas	Cada 2 años										X	X	X
Techos	Mantenimiento de cañales y bajantes	Cada 6 meses			X							X		
	Mantenimiento de techos de madera	Annual			X	X								
Instalaciones Sanitarias	Mantenimiento de sifones	Annual		X										
	Mantenimiento de muebles sanitarios	Annual							X					
Elementos de Madera	Mantenimiento de elementos de madera	Cada 2 años								X				
	Mantenimiento de puertas de madera	Annual								X				
Ventanas	Mantenimiento de fisuras por ventanas	Annual									X			
	Mantenimiento en ventanas de aluminio	Annual									X			
Pisos	Mantenimiento en piso de concreto pulido	Cada 6 meses						X						X
	Mantenimiento de aires acondicionados tipo split	Annual												
Equipos eléctricos	Mantenimiento del compresor	Cada 3 meses		X										
	Mantenimiento del sistema eléctrico del hidroneumático	Cada 3 años												
Hidro-Neumáticos	Mantenimiento general del hidroneumático	Annual												