

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN CONSTRUCCIONES DE EDIFICACIONES URBANAS INFORMALES DEL DISTRITO DE FLORENCIA DE MORA, TRUJILLO, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Miguel Jhony Garcia Benites  
Paul Carlos Fernandez Villanueva

**Asesor:**

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García  
<https://orcid.org/0000-0002-3441-8005>  
Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Sheyla YulianaCornejo Rodriguez	<b>46080409</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Eduar José Rodriguez Beltrán	<b>40988807</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	German Sagastegui Vásquez	<b>18180610</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## DEDICATORIA

*El presente Proyecto está dedicado:*

*A Dios, por permitirme cumplir mis objetivos trazados.*

*A mis padres, por su apoyo constante.*

*A los docentes de la Universidad Privada del Norte por las enseñanzas brindadas.*

*A mis amigos por su apoyo constante durante toda mi carrera profesional.*

*Bach. García Benites Miguel Jhony*

*El presente Proyecto está dedicado:*

*A Dios, mis padres y a mis hermanos, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, que con ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba y a los docentes de la Universidad Privada del Norte por las enseñanzas brindadas.*

*Bach. Fernández Villanueva Paul Carlos*

## AGRADECIMIENTO

*Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los involucrados que contribuyeron con la investigación para el desarrollo del proyecto denominado “Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en construcciones de edificaciones urbanas informales del distrito de Florencia de Mora, Trujillo, 2021”*

*Por esto, agradezco en primer lugar a Dios, nuestro padre creador, por permitirnos disfrutar del día a día, derramando su misericordia en nosotros para realizar nuestras metas planteadas con sabiduría e inteligencia en nuestra vida.*

*A mis padres, quienes a lo largo de toda su vida me han incentivado a lograr que mis objetivos sean alcanzables confiando en mi persona en todo momento.*

*Finalmente, un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad, la que fue cuna de mis conocimientos profesionales.*

*Bach. García Benites, Miguel Jhony*

*Bach. Fernández Villanueva, Paul Carlos*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	14
1.1.1 A nivel global.....	14
1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
1.2.1 Antecedentes Nacionales. ....	22
1.2.2 Antecedentes Locales.....	30
1.3 BASES TEÓRICAS.....	31
1.3.1 Building Information Modeling (BIM).....	31
1.3.2 Construcción. ....	38
1.3.3 Edificación urbana. ....	50
1.3.4 Construcción de edificaciones urbanas. ....	52
1.3.5 Construcción informal. ....	54
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	54
1.5 OBJETIVOS.....	55
1.5.1 Objetivo general.....	55
1.5.2 Objetivos específicos. ....	55
1.6 HIPÓTESIS.....	55
1.6.1 Hipótesis general.....	55
1.6.2 Hipótesis específicas.....	56
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>57</b>
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	57
2.1.1 Por el propósito. ....	57
2.1.2 Según el diseño de investigación. ....	57
2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	57
2.3 VARIABLES.....	58
2.3.1 V1: Aplicación de tecnologías Building Information Modeling (BIM). ....	58
2.3.2 V2: Construcción. ....	58
2.3.3 Clasificación de variables (matriz de clasificación de variables). ....	59
2.3.4 Operacionalización de las variables / Matriz de operacionalización de variables. ....	59
2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA (MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS) .....	60
2.4.1 Población. ....	60
2.4.2 Muestra. ....	60
2.4.3 Materiales.....	61
2.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	61
2.5.1 Técnicas de recolección de datos. ....	61
2.5.2 Instrumento de recolección de datos.....	62
2.5.3 Validación del instrumento de recolección de datos.....	62
2.5.4 Análisis de datos. ....	63

2.6	ASPECTOS ÉTICOS.....	64
2.7	PROCEDIMIENTO.....	65
2.7.1	Recolección de datos.....	65
2.7.2	Modelo BIM. ....	66
2.7.3	Interpretación del modelo. ....	68
2.7.4	Encuesta de satisfacción. ....	69
2.8	DESARROLLO DE LA TESIS.....	71
2.8.1	Realización del modelo BIM. ....	71
2.8.2	Optimización del diseño del proyecto.....	132
2.8.3	Experiencias y resultados.....	140
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>		<b>141</b>
3.1	DATOS PRELIMINARES.....	141
3.1.1	Ubicación del proyecto. ....	141
3.1.1	Vivienda en estudio.....	144
3.2	INTERFERENCIAS.....	144
3.3	COSTOS.....	145
3.3.1	Presupuesto base. ....	145
3.3.2	Presupuesto final.....	146
3.4	PLANOS OPTIMIZADOS. ....	148
3.4.1	Planos de Arquitectura.....	148
3.4.2	Planos de Cimentación.....	152
3.4.3	Planos de Instalaciones Sanitarias – Red de Desagüe.....	153
3.5	VISTAS FOTORREALISTAS.....	157
3.6	MODELO 3D. ....	158
3.7	NIVEL DE SATISFACCIÓN.....	159
3.7.1	Proyectista.....	159
3.7.2	Maestro de obra. ....	160
3.7.3	Propietario.....	161
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>163</b>
4.1	DISCUSIÓN.....	163
4.1.1	Interferencias. ....	166
4.1.2	Costos.....	166
4.1.3	Planos optimizados. ....	166
4.1.4	Vistas fotorrealistas.....	167
4.1.5	Modelo 3D. ....	167
4.1.6	Nivel de satisfacción.....	167
4.2	CONCLUSIONES .....	170
4.3	RECOMENDACIONES.....	171
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>173</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>175</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Notación de tipo de investigación experimental. ....	57
Tabla 2. Esquema de diseño pre experimental. ....	58
Tabla 3. Matriz de clasificación de variables. ....	59
Tabla 4. Operacionalización de las Variables ....	59
Tabla 5. Materiales. ....	61
Tabla 6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para las variables. ....	62
Tabla 7. Matriz de consistencia de la investigación. ....	175
Tabla 8. Instrumento Ficha de Resumen. ....	177
Tabla 9. Instrumento Guía de Observación. ....	178
Tabla 10. Encuesta de satisfacción al proyectista. ....	179
Tabla 11. Encuesta de satisfacción al maestro de obra. ....	180
Tabla 12. Encuesta de satisfacción al propietario. ....	181
Tabla 13. Formato de matriz de validación por juicio de experto N° 01. ....	182
Tabla 14. Formato de matriz de validación por juicio de experto N° 02. ....	183
Tabla 15. Formato de matriz de validación por juicio de experto N° 03. ....	184
Tabla 16. Llenado de formato ficha resumen de expediente técnico. ....	197
Tabla 17. Llenado de formato de guía de observación de arquitectura. ....	198
Tabla 18. Llenado de ficha resumen de arquitectura. ....	199
Tabla 19. Croquis de planos de arquitectura. ....	200
Tabla 20. Llenado de formato de guía de observación de estructuras. ....	201
Tabla 21. Llenado de ficha de resumen de estructuras. ....	202
Tabla 22. Croquis de planos de estructuras – cimentación y encofrados. ....	203
Tabla 23. Detalles de planos de estructuras – columnas y zapatas. ....	204
Tabla 24. Detalles de planos de estructuras – vigas de cimentación y secciones de cimientos. ....	205
Tabla 25. Llenado de formato de guía de observación de sanitarias. ....	206
Tabla 26. Llenado de ficha de resumen de sanitarias. ....	207
Tabla 27. Croquis de planos de sanitarias. ....	208
Tabla 28. Detalles de planos de sanitarias – detalles de instalación y leyenda en plano. .	209

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Madurez BIM dividida en tres etapas. ....	35
Figura 2. Etapas de los procesos operativos.....	41
Figura 3. Etapas para la obtención de recursos. ....	42
Figura 4. Actividades para la etapa de planificación y construcción. ....	43
Figura 5. Crecimiento del PBI en el sector construcción en relación al PBI total. ....	44
Figura 6. Contratos presentados de mano de obra nacional para el sector construcción. ...	45
Figura 7. Encuesta software TI. ....	49
Figura 8. Cuadro sinóptico del procedimiento. ....	65
Figura 9. Ejecución del programa Revit 2020.....	72
Figura 10. Selección de la plantilla de trabajo. ....	73
Figura 11. Configuración de las unidades de trabajo. ....	73
Figura 12. Configuración de las unidades a metros. ....	74
Figura 13. Configuración de las unidades de decimales. ....	74
Figura 14. Guardado de proyecto en disco duro de PC.....	75
Figura 15. Carpeta de destino de archivo del proyecto. ....	75
Figura 16. Creación de los niveles. ....	76
Figura 17. Acotamiento entre niveles. ....	76
Figura 18. Creación de niveles en plano de planta. ....	77
Figura 19. Creación de niveles longitudinales y transversales en plano de planta. ....	77
Figura 20. Configuración de los pilares arquitectónicos.....	78
Figura 21. Configuración de medidas de los pilares arquitectónicos.....	78
Figura 22. Vista alzado de sección de los pilares arquitectónicos en el primer nivel.....	79
Figura 23. Configuración para la creación del suelo arquitectónico en el primer nivel. ....	79
Figura 24. Selección de la herramienta rectángulo para la creación del suelo arquitectónico en planta del primer nivel.....	80
Figura 25. Creación del suelo arquitectónico en planta del primer nivel.....	80
Figura 26. Edición de parámetros del suelo arquitectónico. ....	81
Figura 27. Vista en alzado de pilares arquitectónicos del primer y segundo nivel con suelo arquitectónico en el primer nivel.....	81
Figura 28. Configuración de losa aligerada en el primer nivel. ....	82
Figura 29. Vista en planta de losa aligerada en el primer nivel. ....	82
Figura 30. Vista isométrica de losas aligeradas y pilares arquitectónicos del proyecto. ....	83
Figura 31. Creación de muros arquitectónicos.....	83
Figura 32. Configuración de parámetros para la creación de muros arquitectónicos. ....	84
Figura 33. Colocación de muros arquitectónicos en el primer nivel.....	84
Figura 34. Vista en isométrico de muros junto a pilares arquitectónicos y losa aligerada. ....	85
Figura 35. Vista en isométrico de muros, pilares arquitectónicos y losa aligerada en los tres niveles.....	85
Figura 36. Vista renderizada de muros, pilares arquitectónicos y losa aligerada en los tres niveles.....	86
Figura 37. Creación de puerta principal. ....	86
Figura 38. Vista en planta de puertas de ingreso principal. ....	87
Figura 39. Vista en planta de puertas en zonas de SS. HH. en el primer nivel.....	87
Figura 40. Vista 3D del primer nivel.....	88
Figura 41. Vista 3D del segundo nivel.....	88
Figura 42. Vista 3D del tercer nivel. ....	89
Figura 43. Renderizado de modelo de arquitectura.....	89

Figura 44. Ejecución del programa Revit 2020.....	90
Figura 45. Selección de plantilla estructural. ....	91
Figura 46. Vinculación con el modelo de arquitectura. ....	91
Figura 47. Importación y visualización del modelo de arquitectura. ....	92
Figura 48. Configuración de los niveles estructurales. ....	92
Figura 49. Configuración de los niveles estructurales en los tres niveles.....	93
Figura 50. Configuración de los niveles estructurales para la cimentación. ....	93
Figura 51. Creación de las zapatas. ....	94
Figura 52. Ubicación de las zapatas en planta. ....	94
Figura 53. Configuración de las familias de las zapatas según dimensiones del proyecto. ....	95
Figura 54. Ubicación de las zapatas con medidas reales de acuerdo al proyecto. ....	95
Figura 55. Vista en 3D de la ubicación de las zapatas. ....	96
Figura 56. Configuración de las familias para cimiento corrido.....	96
Figura 57. Configuración de medida de ancho de cimiento corrido. ....	97
Figura 58. Delimitación de cimiento corrido con la herramienta línea de contorno.....	97
Figura 59. Vista en planta de cimiento corrido. ....	98
Figura 60. Vista 3D de cimiento corrido.....	98
Figura 61. Configuración de vigas de cimentación tipo VC-01.....	99
Figura 62. Creación de vigas de cimentación tipo VC-01. ....	99
Figura 63. Creación de vigas de cimentación tipo VC-01 en eje Y. ....	100
Figura 64. Configuración de vigas de cimentación tipo VC-02.....	100
Figura 65. Creación de vigas de cimentación tipo VC-02 en eje X. ....	101
Figura 66. Vista 3D de vigas de cimentación tipo VC-01 y VC-02.....	101
Figura 67. Creación de escaleras en planta con herramienta escalera. ....	102
Figura 68. Vista frontal de escalera de primer nivel hasta nivel de azotea. ....	102
Figura 69. Vista lateral de escalera de primer nivel. ....	103
Figura 70. Vista isométrica en 3D de escalera de primer nivel hasta nivel de azotea. ....	103
Figura 71. Configuración de viga tipo VA-2 (0.25 x 0.35 m).....	104
Figura 72. Ubicación en planta de vigas tipo VA-2 (0.25 x 0.35 m). ....	104
Figura 73. Vista isométrica 3D de vigas tipo VA-2 (0.25 x 0.35 m). ....	105
Figura 74. Configuración de familia para viga de tipo VP-1. ....	105
Figura 75. Ubicación en planta de vigas de tipo VP-1.....	106
Figura 76. Configuración de familia para viga de tipo VP-2. ....	106
Figura 77. Ubicación en planta de vigas de tipo VP-2.....	107
Figura 78. Configuración de familia para viga de tipo VA-3. ....	107
Figura 79. Ubicación en planta de vigas de tipo VA-3. ....	108
Figura 80. Configuración de familia para viga de tipo VA-1. ....	108
Figura 81. Ubicación en planta de vigas de tipo VA-1. ....	109
Figura 82. Configuración para la creación de viguetas.....	109
Figura 83. Selección de paño donde se colocarán las viguetas.....	110
Figura 84. Vista 3D de la ubicación en primer nivel de las viguetas. ....	110
Figura 85. Creación de columnas y selección de estribos.....	111
Figura 86. Enlace de columna y zapata. ....	111
Figura 87. Vista lateral de enlace de columna y zapata. ....	112
Figura 88. Configuración de recubrimientos de vigas, columnas y placas. ....	112
Figura 89. Detalle de conexión de viga y columna. ....	113
Figura 90. Vista isométrica 3D del proyecto de estructuras. ....	113
Figura 91. Selección de la plantilla plomería. ....	114
Figura 92. Importación del modelo BIM de arquitectura.....	115
Figura 93. Vista del modelo BIM de arquitectura importado. ....	115

Figura 94. Configuración de niveles en la plantilla plomería. ....	116
Figura 95. Familia de tuberías y accesorios PAVCO para importación al proyecto. ....	116
Figura 96. Familia de tuberías y accesorios PAVCO importados al proyecto.....	117
Figura 97. Cargando familia de aparatos sanitario al proyecto.....	117
Figura 98. Búsqueda de la carpeta de la familia de sanitarios en la base de datos interna del programa.....	118
Figura 99. Colocación de aparatos sanitarios.....	118
Figura 100. Colocación de aparatos sanitarios en los niveles superiores.....	119
Figura 101. Conexión de tubería de 4” hacia matriz principal en en primer nivel. ....	119
Figura 102. Vista en elevación de bajada de montante de 4” hacia niveles inferiores. ....	120
Figura 103. Vista isométrica 3D de punto de encuentro entre la montante y red de recolección de aparatos sanitarios. ....	120
Figura 104. Vista frontal de conexión de inodoros y urinarios en el segundo nivel.....	121
Figura 105. Ejecución del programa Navisworks Manage 2020. ....	121
Figura 106. Pestaña inicio, opción añadir archivo de arquitectura. ....	122
Figura 107. Selección del archivo Revit de la especialidad de arquitectura. ....	122
Figura 108. Modelo importado de la especialidad de arquitectura a Navisworks. ....	123
Figura 109. Vista frontal del modelo importado de la especialidad de arquitectura a Navisworks.....	123
Figura 110. Pestaña inicio, opción añadir archivo de estructura.....	124
Figura 111. Selección del archivo Revit de la especialidad de estructura. ....	124
Figura 112. Modelo importado de la especialidad de estructuras a Navisworks. ....	125
Figura 113. Cuadro de detalle de conflictos entre las especialidades de arquitectura y estructuras en Navisworks.....	125
Figura 114. Detalle de conflictos entre las especialidades de arquitectura y estructuras en Navisworks.....	126
Figura 115. Pestaña inicio, opción añadir archivo de sanitarias. ....	126
Figura 116. Selección del archivo Revit de la especialidad de sanitarias. ....	127
Figura 117. Modelo importado de la especialidad de sanitarias a Navisworks. ....	127
Figura 118. Ejecución de la herramienta Clash detective. ....	128
Figura 119. Configuración de test para detección de interferencias. ....	128
Figura 120. Listado de conflictos detectados por el test. ....	129
Figura 121. Conflictos en la red de desagüe con viga VP-02. ....	129
Figura 122. Interferencia de escalera con muro del ambiente almacén en el primer nivel. ....	130
Figura 123. Interferencia de escalera con muro del ambiente del segundo nivel. ....	130
Figura 124. Interferencia de muro del baño del segundo nivel con el recorrido de la escalera.....	131
Figura 125. Vista en sección de la interferencia de muro en baño del segundo nivel con el recorrido de la escalera.....	131
Figura 126. Montante de red de desagüe que interrumpe un ambiente de circulación en el segundo nivel.....	132
Figura 127. Planos matrices de arquitectura de la edificación. ....	133
Figura 128. Plano de arquitectura, ambiente aula de 5 años. ....	134
Figura 129. Plano de arquitectura, ambiente SS. HH. primer nivel. ....	134
Figura 130. Cuadro de vanos - puertas.....	135
Figura 131. Plano de arquitectura, ambiente aula de 4 años. ....	135
Figura 132. Cuadro de vanos con medidas impares.....	136
Figura 133. Plano de arquitectura, ambientes de secretaría, dirección, depósito y archivo en el segundo nivel.....	136

Figura 134. Plano de arquitectura, inconsistencia entre la medida del escalímetro con la medida de cota del plano. ....	137
Figura 135. Plano de arquitectura del tercer nivel, faltan cotas internas. ....	137
Figura 136. Plano de arquitectura del tercer nivel, faltan cotas internas en zonas de comedor, cocina y sala. ....	138
Figura 137. Plano de arquitectura del tercer nivel, faltan cotas internas en el pasadizo... ..	139
Figura 138. Acotación de pasadizo en modelo de Revit arquitectura. ....	139
Figura 139. Discontinuidad de junta de dilatación en pisos superiores. ....	140
Figura 140. Ubicación del proyecto a nivel provincial. ....	141
Figura 141. Ubicación del proyecto a nivel distrital. ....	142
Figura 142. Ubicación del proyecto y sus coordenadas UTM en Google Earth. ....	143
Figura 143. Presupuesto base otorgado por el maestro de obra. ....	146
Figura 144. Plano optimizado de arquitectura del primer nivel. ....	148
Figura 145. Plano optimizado de arquitectura del segundo nivel. ....	149
Figura 146. Plano optimizado de arquitectura del tercer nivel. ....	150
Figura 147. Plano optimizado de arquitectura de azotea. ....	151
Figura 148. Plano optimizado de estructura-cimentación. ....	152
Figura 149. Plano optimizado de sanitarias red de desagüe del primer nivel. ....	153
Figura 150. Plano optimizado de sanitarias red de desagüe del segundo nivel. ....	154
Figura 151. Plano optimizado de sanitarias red de desagüe del tercer nivel. ....	155
Figura 152. Plano optimizado de sanitarias red de desagüe del nivel de azotea. ....	156
Figura 153. Vista fotorrealista de elevación principal y patio con diseño optimizado. ....	157
Figura 154. Modelo BIM de las especialidades de arquitectura y estructuras. ....	158
Figura 155. Informe de juicio de experto N° 01-A. ....	185
Figura 156. Informe de juicio de experto N° 01-B. ....	186
Figura 157. Informe de juicio de experto N° 01-C. ....	187
Figura 158. Informe de juicio de experto N° 01-D. ....	188
Figura 159. Informe de juicio de experto N° 02-A. ....	189
Figura 160. Informe de juicio de experto N° 02-B. ....	190
Figura 161. Informe de juicio de experto N° 02-C. ....	191
Figura 162. Informe de juicio de experto N° 02-D. ....	192
Figura 163. Informe de juicio de experto N° 03-A. ....	193
Figura 164. Informe de juicio de experto N° 03-B. ....	194
Figura 165. Informe de juicio de experto N° 03-C. ....	195
Figura 166. Informe de juicio de experto N° 03-D. ....	196
Figura 167. Informe técnico GMB SAC - 01. ....	211
Figura 168. Informe técnico GMB SAC - 02. ....	212
Figura 169. Informe técnico GMB SAC - 03. ....	213
Figura 170. Cronograma de obra. ....	214
Figura 171. Ubicación del proyecto. ....	215
Figura 172. Fachada principal de la edificación en estudio. ....	216
Figura 173. Levantamiento de armadura de columnas. ....	216
Figura 174. Detalle de armadura de zapata y columna. ....	217
Figura 175. Detalle de armadura de columna y columneta. ....	218

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultado de interferencias. ....	144
Gráfico 2. Diferencia de costo base y final del presupuesto. ....	145
Gráfico 3. Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM para el proyectista.....	159
Gráfico 4. Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM para el maestro de obra.....	160
Gráfico 5. Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM para el propietario.....	161
Gráfico 6. Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM con los involucrados en la ejecución de la obra. ....	162

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de encontrar una mejora notable en cuanto a diseño y construcción que presentan las edificaciones urbanas informales, empleando tecnologías que coadyuven a su desarrollo óptimo. Asimismo, contrastar los costos bases del proyecto con y sin la aplicación de estas tecnologías.

De esta manera se pretende dar respuesta al siguiente problema: ¿De qué manera la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) influyen en las construcciones de edificaciones urbanas informales en el Distrito de Florencia de Mora? De la misma manera, se determinó contrastar la hipótesis de si la implementación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) influyen positivamente en las construcciones de edificaciones urbanas informales en el Distrito de Florencia de Mora.

Para este estudio, el método general de investigación fue científico, en tanto el tipo de investigación fue la aplicada, con diseño experimental. Además, tuvo como tamaño muestral una edificación urbana de uso vivienda y educación, ubicada en la Calle Manco Cápac, Mz. 23 Lote 9, del Distrito de Florencia de Mora de la Provincia de Trujillo.

Con la información recopilada, se concluyó finalmente que, con la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en el diseño y construcción de la edificación urbana informal en el Distrito de Florencia de Mora, se produjo una diferencia significativa del proyecto en S/ 47,000.00 gracias a la identificación oportuna de las interferencias e incongruencias en los procesos de diseño y pre ejecución, optimizando además de ello, el diseño inicial con uno más robusto.

**Palabras claves:** Metodología BIM, Plan de implementación BIM, Edificaciones urbanas, Vivienda de uso educativo, Construcciones informales.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

Las construcciones a nivel nacional se vienen acrecentando debido al incremento poblacional, lo que ocasiona que muchas personas busquen un lugar donde vivir, sin embargo, la falta de recursos conlleva a que opten por realizar construcciones informales y de muy elevado costo, siendo este un problema que a la larga puede jugarles en contra y atentar contra sus vidas, lo que podría evitarse si se optase por implementar tecnologías más sofisticadas que les permitan tener viviendas mucho más seguras y estables, y que además de ello, ahorrar recursos para otros fines. Este problema no solo es en nuestro país tercermundista, sino que también sucede en otros lugares que padecen situaciones tan igual o de peor magnitud que la nuestra.

#### 1.1.1 A nivel global.

De esta problemática (Vidal, 2017) nos comenta que en todo el mundo, las construcciones son caracterizadas por ciclos de alza y recesión, y que condicionan no sólo la oferta y demanda del mercado sino también por factores económicos y sociales independientes de esta industria. Sin embargo, décadas atrás, este proceso constructivo se mantuvo lineal en cuanto a su forma de trabajo y diseño, mientras que la industria constructiva ha ido evolucionando de forma acelerada, desde la producción en masa, implementación de motorización en procesos de producción y avances industriales, dejando al margen a la construcción tradicional, la cual aún en nuestros días mantiene su forma de trabajo artesanal desde hace muchos años. Se justifica esta noción principalmente por los procedimientos actuales en cuanto a la construcción la cual se manifiesta por prácticas o procesos guiados de manera

tradicional por parte de los maestros de obra y que muchas veces se resisten al cambio que implica el desempeño de su trabajo y que suelen realizarlo bajo la guía de sus predecesores. No obstante, en el sector constructivo se determina que la finalidad es la elaboración de un producto eficiente y ofrecerlo al mercado como un diseño con mejores opciones, a fin de maximizar los beneficios en cuanto a la calidad.

Un ejemplo de ello es China, tal como nos ejemplifica (Pedrosa, 2016), quien menciona que actualmente dicho país está catalogado como el mayor mercado de construcción a nivel mundial, sin embargo, las actividades y posturas en cuanto a infraestructura e industrialización sufren una recaída en el sector residencial, lo que generará un enfriamiento en el mercado para el año 2030, para lo cual es necesario dejar de lado los métodos constructivos tradicionales en cuanto a diseño y optar por la búsqueda de herramientas tecnológicas que generen diseños eficientes y que cumplan las expectativas actuales.

Del otro lado del mundo en Estados Unidos, (Aranda-Mena, 2009) nos pone de manifiesto que existen problemas en cuanto a la gestión de la calidad y diseño en la construcción, lo que implica realizar cambios y tomar acción con la finalidad de mejorar la industria constructiva, lográndola más competitiva y con mejores servicios para los clientes y la sociedad. La justificación respecto a este punto se manifiesta en la parcialidad por parte de los agentes involucrados en la construcción informal, quienes no consideran la realización de un proyecto esclarecido desde su concepción hasta su culminación, omitiendo de esta manera muchos aspectos técnicos y de mucha relevancia. Un ejemplo claro que determina este problema es el estudio NIST en el año 2004, el cual estableció que se pierden

alrededor de US\$ 15.8 mil millones anuales, debido a la falta de implementación de tecnologías constructivas.

Estos datos son corroborados en los países de Brasil (Picchi, 1993) y Chile (Alarcón & Mardones, 1998), quienes demostraron según estudios realizados, que se generan pérdidas importantes a causa de los desperdicios en las obras que se construyen y los defectos en cuanto a diseño que presentan las edificaciones, en las cuales se pone de manifiesto la no optimización de los proyectos y su inadecuado seguimiento en sus distintas etapas. Esta información se viene manifestando desde hace varios años y se justifica en cada obra informal que apreciamos, muchas de ellas son realizadas sin considerar los costos generados por los desperdicios y material sobrante, esto debido a una mala planificación inicial del proyecto. Según las investigaciones, se constataron que el 30% del total del costo de las obras en estas edificaciones es debido a los desperdicios y que un 6% de este valor se debe a diseños no optimizados, y que además de ello se verificaron que las causas más resaltantes de este problema se debe a la falta de detalles en los principales elementos estructurales, falta de detalles en los planos arquitectónicos e incompatibilidad entre especialidades.

La industria en el Perú también es partícipe de esta situación global, tal como lo manifiesta (Murguía, 2017) en su investigación, quien indica que las necesidades que manifiesta el cliente por la construcción de su proyecto pasa primero por las manos del equipo que lo diseña, luego al contratista y, por último, al operador del proyecto. En estas distintas etapas y procesos, la información experimenta variaciones que siempre surgen debido a incompatibilidades, falta de especificaciones, etc. A causa de ello, se extienden los plazos de entrega y los

costos que conlleva el mismo, los diseños son completados de forma paralela con el avance de la obra, surgiendo controversias por materia de adicionales propios de estas anomalías, generando a todo ello la desconfianza de las personas. Se justifica este criterio, pues no es ajeno a nuestro conocimiento que muchas de las obras realizadas de manera informal, suelen tener retrasos debido a la ausencia de una planificación acorde a cada tipo de proyecto, pues muchas veces se consideran a todos los proyectos urbanos de forma homogénea y no como un proyecto individual.

Un ejemplo de este problema en el Perú se puso de manifiesto cuando la Contraloría encontró anomalías en la construcción de 04 colegios en la Ciudad de Trujillo. En su informe de investigación, (Benítez, 2016) indicó que, estas obras, cuyo valor oscilaba los S/ 18 millones, fueron ejecutadas por el Gobierno Regional de La Libertad. En unos de estos colegios se encontraron deficiencias que potencialmente ocasionarían un riesgo de que la obra en cuestión no reúna la calidad requerida que asegure su vida útil y aunado a ello el expediente del proyecto mostraba inconsistencias, lo que a un corto plazo afectaría la integridad de los docentes, ocasionando la apropiación ilícita de los bienes del plantel.

En otras investigaciones, (Guadalajara, 2017) nos comenta que el rubro constructivo ha sido desde tiempos atrás un símbolo de innovación, desarrollo y avance, en los cuales el sector industrial marcha al servicio de la construcción. Sin embargo, desde hace décadas, el sector industrial ha ido tomando la delantera respecto a la construcción, desde las producciones en masa y avances industriales motorizados, dejando al rubro de la construcción relegada por su forma de trabajo artesanal. Los papeles se han invertido y es el sector constructivo quien necesita

de innovación para salir de la crisis en la que se encuentra. La implementación de tecnologías por el bienestar de este rubro se debe tomar como una alternativa no ajena, pues dados los resultados y escasez de buenos resultados es materia de justificar su implementación de manera oportuna. Por tal motivo, se requiere de una reforma e innovación en la manera de trabajar con ideas que aporten soluciones tecnológicas, y que se mejore la eficiencia y rentabilidad.

Asimismo, (Rico, 2001) indica que la construcción es una actividad muy sensible cuando se enfrenta a cambios económicos y debido a esto reproduce fluctuaciones en la economía general. Los efectos que genera este sector sobre otras industrias le ha valido para que se le catalogue con el apelativo de locomotora de la economía.

Fortaleciendo esta idea, (Mariños, 2018) menciona que el rubro constructivo en el Perú goza de una variedad de recursos de distintos orígenes, pero que a pesar de todo ello, aún no cuenta con un sistema adecuado que le permita otorgarle originalidad, desarrollo y seguimiento a nuevos proyectos y que podrían impactar positivamente en la economía nacional y mundial, siempre y cuando se tome en cuenta la práctica adecuada de la administración de los recursos con los que se cuenta.

Tal como se menciona, en los párrafos anteriores, se pone de manifiesto de forma objetiva que el sector de la construcción presenta escasez en cuanto a sus etapas de ejecución y planeamiento, y que por ende, no responde a las actuales demandas de proyectos de gran envergadura, pues la carencia de técnicas innovadoras e instrumentos imposibilitan su mejoría. Vemos también que la construcción de hoy se basa en modelos estandarizados que se repiten desde hace muchos años, y que

genera consecuencias relevantes, como mayores gastos, baja productividad y la insatisfacción que manifiestan los propietarios.

No obstante, existen grandes empresas que tienen bajo su cargo proyectos de construcción de gran envergadura, sean estas del sector público o privado, entre ellas tenemos:

La empresa Graña y Montero (G y M), la cual fue constituida en el año 1993, como la empresa constructora más grande y experimentada en el Perú. Esta compañía ha desarrollado y ejecutado incontables proyectos de gran envergadura en casi todos los sectores de la construcción, como infraestructura, edificaciones, energía, minería, gas, petróleo, industria y saneamiento.

La empresa COSAPI, la cual cuenta con más de 50 años en el mercado de la construcción. Esta es la segunda empresa en el rubro constructivo de capital nacional en el Perú. Bajo su cargo ha desarrollado y ejecutado exitosamente proyectos muy importantes y emblemáticos de nuestro país, tanto en el ámbito privado como en el sector público. Entre estos proyectos relevantes encontramos el desarrollo del proyecto Antamina, que fue uno de los proyectos mineros más importantes que se desarrollaron en el Perú; otro de los proyectos importantes que se desarrollaron bajo su gestión fue la construcción y conservación de 1,187 y 1,975 km de carreteras, respectivamente; dentro del sector privado se ejecutó la construcción del Jockey Plaza Shopping Center como el centro comercial más grande del Perú en ventas, la construcción de una de las sedes del Banco Interbank y la modernización del aeropuerto internacional Jorge Chávez de Lima.

A pesar del auge que presenta el rubro constructivo, las técnicas empleadas son deficientes en muchas zonas urbanas, éstas se ponen de manifiesto en el estado actual que presentan las construcciones de las edificaciones urbanas informales del distrito de Florencia de Mora, pues se ven agraviados los procesos de planteamiento, ejecución y mantenimiento, debido a que no se cuenta con las herramientas apropiadas que sirvan como pronóstico de forma oportuna en las incongruencias que se presenten a lo largo del proyecto. Usualmente los diseños son desarrollados en programas bidimensionales (2D), empleando softwares básicos como el AutoCAD, en el que cada uno de los profesionales de las distintas especialidades, ejecuta su diseño de forma independiente, lo que genera de cinco a más especialidades (planos de arquitectura, estructuras, sanitarias, eléctricas, mecánicas y de gas), y que conlleva a emplear más tiempo en su elaboración y como consecuencia de ello, la entrega de los planos ocasiona vacíos que son muy notorios cuando estos se unifican con la finalidad de construir. Asimismo, para la cuantificación de materiales y la elaboración de los presupuestos de obra, es realizado en base a cada uno de estos planos y sus respectivos metrados, los que generalmente resultan en datos erróneos, falsos y poco precisos y que se reflejan en las etapas de ejecución del proyecto, llevando a sobrevalorar la construcción.

Podemos determinar objetivamente, que son las incompatibilidades entre las distintas especialidades y el diseño no optimizado para poder apreciar el proyecto y cuantificarlo a una escala real como las causas para la pérdida de información en la etapa de planeamiento del proyecto. Es muy notorio observar en casi la mayoría de proyectos, la ausencia de relación entre cada especialidad que corresponde al proyecto, por tal razón se justifica que la aplicación de la

tecnología BIM coadyuvará a establecer una relación mucho mas estrecha entre cada una de las especialidades que competen al proyecto.

La presente investigación se pone de manifiesto con la finalidad de implementar tecnologías emergentes y que poseemos globalmente, y de los que se han propuesto de forma exitosa en proyectos constructivos con resultados muy satisfactorios, esta tecnología es la Building Information Modeling (BIM) y consiste en una serie de herramientas que trabajan en conjunto para optimizar recursos en cuanto al tiempo, costo, productividad y mantenimiento, ofreciendo ideas mas conceptualizadas de lo que queremos hacer y hacia donde queremos llegar. Sus diferentes disciplinas de esta tecnología se unifican entre sí, permitiendo la participación de los profesionales a cargo de forma conjunta en el desarrollo del proyecto constructivo, lo que permitirá enriquecerse de información y modelar estos datos, logrando la detección de fallas o incongruencias en un nivel más prematuro sin la necesidad de ser llevadas a obra para poder identificarlas.

La situación de esta tecnología es de suma relevancia, y que debemos evaluar la idea de implementarla en cada uno de nuestros proyectos, ya que si no lo hiciéramos, recaeríamos en sobrecostos de las obras, plazos alargados, replanteos cuando ya se está ejecutando la obra, diseños improductivos y con pérdidas de información.

## **1.2 Antecedentes de la Investigación**

### **1.2.1 Antecedentes Nacionales.**

#### **A. La tecnología BIM para la mejora del proyecto del Palacio Municipal de la Juventud del distrito de Puente Piedra, Lima (Vallejos, E., 2018).**

El objetivo principal de esta investigación consistió en la aplicación de las tecnologías BIM para poder identificar las incompatibilidades y analizar las interferencia encontradas en la elaboración de un modelo definitivo en las especialidades de arquitectura y estructuras del proyecto.

Para ello se empleó una de las herramientas que las tecnologías BIM utiliza como es el software Revit 2018, en el cual se realizó un modelado 3D de los planos en cuestión y además de ello, se compatibilizaron las diferentes especialidades para detectar inconsistencias. Los resultados bajo el análisis de esta herramienta arrojaron 56 incompatibilidades así como interferencias en cuanto a la elaboración de los diseños finales de arquitectura y estructura, y que, posteriormente se realizaron un levantamiento de las observaciones, planteando una propuesta para su evaluación en comité interno.

#### **Conclusiones:**

La aplicación de la tecnología BIM bajo el software Revit Architecture y su posterior modelado 3D, dará lugar a poder ubicar y por ende, corregir las incompatibilidades de manera específica tanto de las especialidades de estructuras como de arquitectura en sus etapas de diseño, beneficiando en gran manera a las etapas que engloba el proyecto en mención.

**Aporte:**

Esta investigación nos aporta la relevancia que tiene la implantación de las tecnologías BIM, debido a que nos servirá para poder identificar y de esta manera, analizar las distintas incompatibilidades que pueda presentar un proyecto por medio de su modelación tridimensional (3D). Asimismo, con los datos recogidos y la cuantificación de los mismos se podrá determinar cuán eficiente logrará ser la aplicación de las tecnologías en cada uno de nuestros proyectos.

**B. Aplicación de la metodología BIM para optimizar los costos en la construcción del hotel aeropuerto en el Callao – 2016 (Durand, J., 2017).**

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue determinar que se pueden optimizar los costos en la construcción del hotel aplicando la metodología BIM.

Con el análisis bajo esta metodología, se resolvieron e identificaron de forma anticipada, 180 incompatibilidades, de las cuales el 64% están relacionadas a las especialidades de IISS, ACI e IIEE, mientras que el 36% para las especialidades de Estructuras y Arquitectura. Asimismo, se determinó que con la aplicación de esta tecnología, se pudo hacer un ahorro de S/ 10,300.00 aproximadamente.

**Aporte:**

Esta investigación nos aporta la importancia que tiene la implementación de las tecnologías BIM, debido a que nos servirá para poder identificar de forma temprana las incompatibilidades mucho antes de la construcción del proyecto, reflejando que los mayores porcentajes de incidencias se dan en las especialidades de IISS, ACI e IIEE.

### **C. Diseño de un condominio en el AA. HH. Almirante Grau – Las Palmeras – II**

#### **Etapa utilizando la metodología BIM – Piura 2019 (Espinoza, J., García, K. & Pumayali, A., 2019).**

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue determinar la utilización de la metodología BIM en la etapa de diseño de una vivienda multifamiliar.

Los resultados de este trabajo demostraron que aún se cuenta con profesionales de capacidades y elevado conocimiento sobre la metodología BIM, pero que aún siguen haciendo uso de la metodología CAD, asimismo, están en total acuerdo con que se aplique esta nueva tecnología respecto a los diseños de distintas edificaciones, entre ellos los condominios. Por otro lado, se logró también realizar diseños estructurales gracias a la metodología BIM, además de su modelado tridimensional, en el cual se puede tener una mejor percepción de los errores que en su mayoría traen consigo los diseños tradicionales.

#### **Aporte:**

Esta investigación nos aporta la importancia de esta metodología en aplicaciones orientadas a residencias del tipo multifamiliar, resaltando en sobremanera la versatilidad en aplicaciones estructurales de forma tridimensional. Asimismo, se destaca que muchos profesionales tienen un buen concepto con la implementación de esta tecnología ya que les permite corregir posibles errores desde la concepción del proyecto y no cuando ya se esté ejecutando.

**D. Nivel de implementación de la metodología BIM en empresas constructoras y consultoras de la ciudad de Cajamarca y plan de implementación (Culque, R., 2019).**

Este trabajo consistió en determinar el nivel de la implementación de la metodología BIM en empresas constructoras y consultoras en la ciudad de Cajamarca.

Mediante el uso de encuestas realizadas a una población de 30 empresas entre constructoras y consultoras, se determinó que ninguna de ellas tiene implementada la metodología BIM, lo que genera que se utilicen procesos y herramientas de forma simultánea. Asimismo, se encontró que al menos el 40% de estas constructoras y consultoras cuentan con alguna herramienta de modelamiento digital, como por ejemplo Revit y Archicad, sin embargo, los diagnósticos arrojados indican que solamente son utilizados para visualizaciones tridimensionales, planos y en algunas ocasiones para analizar estructuras, esto muestra que su implementación es relativamente baja. Aunado a ello, se encontraron problemas más usuales en las etapas de diseño y construcción en la manera tradicional en como se realizan los proyectos. A este problema, se determinó realizar un plan de implementación BIM en una de las empresas con la finalidad de lograr mejorías en la eficiencia de sus proyectos.

**Aporte:**

Esta investigación nos aporta la importancia de saber como la implementación de esta metodología en empresas que se dedican al rubro de la construcción, pueden llegar a mejorar sus procesos en sus distintas etapas, además muchas de ellas ya

conciben la idea de una implementación completa de herramientas digitales haciendo uso de softwares ya conocidos como lo es Revit y Archicad.

**E. Implementación del BIM en el edificio multifamiliar Fanning para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito de Miraflores, Lima 2018 (Miñín, F., 2018).**

Este proyecto tuvo como objetivo principal implementar la tecnología BIM en mejorar la eficiencia del diseño en proyectos de edificaciones para el proyecto Edificación Multifamiliar "Fanning" en el distrito de Miraflores.

Según la investigaciones realizadas, se demostró la importancia en cuanto al mejoramiento del diseño que se obtiene con el uso de esta metodología. Se pudo verificar también la eficiencia de esta metodología BIM a través de dos de sus herramientas como el Revit y Naviswork, con los cuales se pudieron identificar incompatibilidades entre las especialidades. Estos registros demuestran que el uso de la metodología BIM resulta bastante favorable en cuanto al tiempo y ahorro, los cuales son factores muy importantes para el éxito de un proyecto en edificación.

**Aporte:**

Esta investigación genera un aporte muy importante pues permite ver como el uso de esta metodología a través de algunas de sus herramientas como Revit y Naviswork en proyectos multifamiliares, genera eficiencias en sus procesos, y además de ello, otorga pautas de cómo poder realizar y elaborar un seguimiento detallado. Asimismo, nos permite relacionar estos datos con la materia de investigación de la cual es parte la presente tesis.

**F. Metodología Building Information Modeling en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima (Ramos, E., 2019).**

Este trabajo consistió en demostrar la influencia de la metodología Building Information Modeling en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima.

Con la aplicación de la metodología Building Information Modeling se optimizaron las construcciones de las viviendas multifamiliares, encontrándose muchas incompatibilidades. Asimismo se logró reducir los costos en S/ 245,764.64 y un margen de tiempo de 2 a 3 meses, logrando una mejora en la sostenibilidad de las edificaciones del distrito.

**Aporte:**

Esta investigación nos aporta en relación de que las metodologías BIM intervienen en gran manera en todo el desarrollo de un proyecto, aportando conceptos de una manera clara en cuanto a la optimización de la construcción. Asimismo, nos ejemplifica con datos reales la magnitud del ahorro en materia económica y del tiempo cuando se implementa esta tecnología.

**G. Metodología BIM para mejorar la eficiencia del diseño – proyecto nueva sede de la UNTRM sede Utcubamba, Amazonas 2018 (Tejedo, F., 2018).**

Este trabajo consistió en demostrar que la aplicación de la Metodología BIM mejora la eficiencia del diseño – Proyecto nueva sede de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM) sede Utcubamba – Amazonas.

Con la aplicación BIM, se logró reducir el tiempo de trabajo en un tercio del tiempo establecido debido a la integración efectiva de los planos, evitando de esta manera errores en el diseño, incongruencia en los planos de la misma especialidad e incompatibilidad entre múltiples disciplinas. Asimismo se logró establecer una diferencia significativa de un 17.69% y 33.33% en cuanto presupuesto y tiempo de diseño del proyecto.

### **Aporte:**

El aporte de esta investigación nos indica que es muy significativo el uso de la metodología BIM, la cual dada su envergadura y robustez, nos permite reducir los tiempos en cuanto a diseño y presupuestos del proyecto debido a que muestra en tiempo real las diferentes incongruencias o errores que se puedan presentar entre las distintas especialidades.

### **H. Construcción de vivienda informal y los perjuicios ocasionados a los ocupantes de la asociación 29 de enero, Centro Poblado de Chen Chen, Moquegua, 2018 (Quispe, R., 2018).**

Esta investigación tuvo el propósito de determinar la correlación que tiene la construcción de vivienda informal y los perjuicios ocasionados a los ocupantes de la asociación 29 de enero del centro poblado de Chen Chen de la Ciudad de Moquegua.

Los resultados demuestran que existe una correlación entre las variables construcción de vivienda informal y los perjuicios ocasionados a los ocupantes, con significancia moderada, esto se debe a la poca asesoría profesional en las construcciones.

**Aporte:**

Esta investigación nos aporta que es necesaria la intervención de un profesional en la rama de la construcción a fin de reducir los perjuicios que puedan presentarse en las edificaciones y en consecuencia el malestar a sus ocupantes por alguna falla constructiva debido a la ausencia de recursos para rectificarlas.

**I. La informalidad en las construcciones como factor determinante de la vulnerabilidad física de las viviendas (Ramírez, R., 2019).**

Este trabajo consistió en determinar el impacto de las construcciones informales en la vulnerabilidad física de las construcciones de las viviendas en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima.

La conclusión principal de esta investigación se manifiesta en que la informalidad en las construcciones constituye un factor muy determinante en la vulnerabilidad física de las viviendas, esto debido a la ausencia de apoyo técnico profesional y asesoramiento en sus construcciones.

**Aporte:**

El aporte de esta investigación se manifiesta en demostrar que las viviendas cuando se construyen de manera informal y con la falta de profesionales especialistas que brinden asesoría a los propietarios en sus construcciones, pueden verse visiblemente vulnerables físicamente ante algún evento. He ahí donde radica la importancia de realizar un seguimiento de cualquier proyecto desde su concepción inicial como idea a fin de evitar posibles inconvenientes constructivos.

## **J. Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa El Salvador, 2020 (Rivas, J., 2020).**

Esta investigación tuvo como objetivo principal, efectuar el comportamiento sismorresistente de viviendas informales usando el Software estructural Etabs en su versión 16, en el distrito Villa el Salvador 2020.

Dentro de las conclusiones encontradas en esta investigación es que se determinó que con el uso del programa Etabs, las viviendas de carácter informal no cumplen con el comportamiento sismorresistente establecido en la norma E.030. Asimismo, estas viviendas requieren de una intervención inmediata para su reforzamiento en sus columnas y vigas debido a que presentan una deficiencia ante algún sismo de gran magnitud.

### **Aporte:**

El aporte de esta investigación nos indica la relevancia de utilizar programas o softwares que nos faciliten a ver el comportamiento sismorresistente y estructural que tendrá nuestra edificación ante algún evento sísmico.

### **1.2.2 Antecedentes Locales.**

#### **A. La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles” en Trujillo - Perú (Bances, P. & Falla, S., 2016).**

El objetivo principal de este trabajo consistió en identificar la eficiencia que puede generar el uso de la tecnología BIM en el proyecto multifamiliar “Los Claveles”.

Según las investigaciones y aplicando el modelamiento mediante la plataforma Revit, se encontró una eficiencia de un 8% en cuanto a las partidas de encofrado

de losa y escalera; un 5% en cuanto al acero en losas, escalera y vigas; un 9% y 13 % en cuanto a tarrajeos en muros y cielos rasos, respectivamente; un 7% en cuanto a encofrado de columnas y placas; un 7% en cuanto a armado de columnas, muros y cabezales; un 7% en cuanto a vaciado de placas y columnas y 12% en cuanto a muros de albañilería.

### **Aporte:**

Esta investigación, nos aporta la importancia de saber como realizar un modelamiento arquitectónico en herramientas como Revit, el cual también se usará en la investigación presente. Asimismo, nos permitirá cuantificar los datos obtenidos y desarrollar un análisis comparativo con otras metodologías. Además, con los resultados que se obtuvieron en la investigación según el autor, nos esclarece los puntos donde existe un alto grado de eficiencia según los elementos o procesos constructivos.

## **1.3 Bases Teóricas**

### **1.3.1 Building Information Modeling (BIM).**

#### ***1.3.1.1 Historia breve sobre el término BIM.***

Fue en la publicación "AIA Journal" del año 1975, donde Chuck Eastman, mencionó un concepto denominado "Building Description System", el cual relacionaba muchas ideas que rodean al término BIM, conocido hoy en día como BIM Handbook. Asimismo, este concepto ha sido utilizado ya de forma más actual por el arquitecto Phil Bernstein. Finalmente, el analista industrial Jerry Laiserin, fue quien ayudó a popularizarlo y estandarizarlo bajo un

nombre que represente de manera digital los procesos constructivos con el propósito de poder intercambiar e interoperacionalizar la información digitalmente.

### ***1.3.1.2 Definiciones sobre BIM.***

Eastman (2011) lo describe como una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos con la finalidad de producir, comunicar y analizar modelos de edificaciones. Las características de estos componentes se representan mediante: medios digitales compuestos por gráficos computables y datos que permiten la identificación de los softwares de manera inteligente, componentes que describirán el comportamiento para su posterior análisis, datos no redundantes y constantes que permitirán su representación en todas sus vistas y a las partes a las que está unida.

El National Building Information Modeling lo define como una representación de características físicas y funcionales de una instalación, pues indica que se trata de un recurso de conocimiento compartido para obtener información en torno a una instalación con bases fidedignas para la toma de decisiones sobre su ciclo de vida (NBIMS, 2007).

La General Service Administration (GSA) de los Estados Unidos manifiesta que, BIM es un software multifacético de computador que sirve para documentar los diseños de una construcción y simular la construcción y operación de una nueva instalación o de una instalación modernizada. Es decir, se trata de una representación digital rica en data, basada en un objeto, inteligente y paramétrica de la instalación, de la que posee vistas apropiadas

acordes a las necesidades del usuario, y que además les permiten a estos poder extraerlos y analizarlos para generar una retroalimentación y mejoramiento del diseño de alimentación.

El Instituto Americano de Arquitectos lo define como un modelo digital y en tres dimensiones que está vinculado a una base de datos sobre la información del proyecto. Asimismo, según Azhar (2008), y Eastman (2008) se trata de una herramienta tecnológica que básicamente se enfoca en el desarrollo y uso de modelos generados por una computadora y que sirve para simular procesos de planeamiento, diseño, construcción y operación acerca de alguna instalación predeterminada.

Hardim (2009) lo explica de la siguiente manera: “Muchos creen que con solo la compra de la licencia del software y sentar a una persona frente al computador ya están haciendo BIM, y lo que no se dan cuenta es que no solo significa saber utilizar el software de modelado tridimensional, sino que, aunado a ello, implica una nueva manera forma de pensar”. Por consiguiente, se trata de un proceso de crear y usar modelos digitales para diseñar, construir y realizar operaciones orientados a proyectos en general (McGraw-Hill Construction, 2009).

### ***1.3.1.3 Marco para la implementación BIM.***

Succar (2008) propone un marco el cual permite que los involucrados por parte de la industria de Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (AECO), entiendan los campos de acción de BIM, estas etapas corresponde a su implementación y sus diferentes objetivos para alcanzarlos dentro de los

campos que correspondan, como son: Tecnología, que corresponde a todas las organizaciones encargadas de generar software y los distintos equipos de aplicación para el diseño, construcción y operación de instalaciones; Procesos, el cual involucra la participación de un grupo de personas como propietarios, arquitectos, ingenieros y otros, encargados del diseño, construcción, manufactura, uso, gerenciamiento y mantenimiento de las infraestructuras; y Políticas, que corresponde al cumplimiento y regulación de los procesos de diseño, construcción y operación mediante la transferencia de información y relaciones contractuales y que lo ejecutan un grupo de personas especializadas que generalmente laboran en compañías de seguros, centros de investigación, instituciones educativas y organismos reguladores.

#### ***1.3.1.4 Etapas BIM.***

Las etapas que propone Succar (2008) para la implementación BIM y que definirán el nivel de maduración de su aplicación se dividen en Etapa Pre-BIM, 03 Etapas de Madurez BIM y finalmente, la Etapa de Entrega de Proyecto Integrado (IPD).

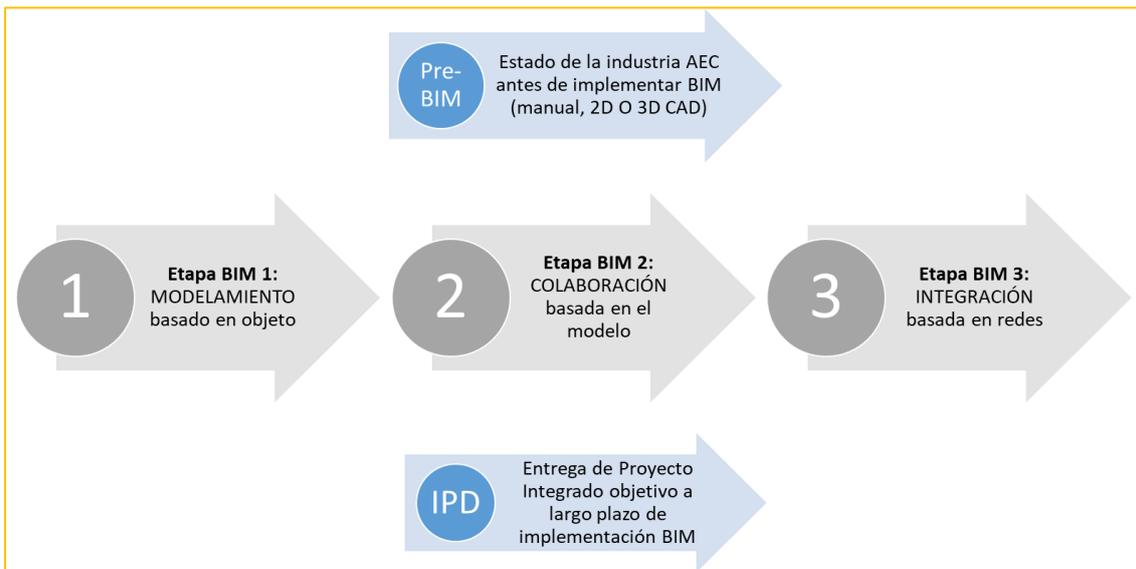


Figura 1. Madurez BIM dividida en tres etapas.

Fuente: Succar, 2008.

**Pre-BIM:** Esta etapa es caracterizada por mantener aún una relación dependiente y de forma antagónica entre la documentación 2D y la realidad 3D. Procesos como cantidades, costos y especificaciones generalmente no parten del modelo base ni existe una relación con la documentación, generando un flujo de trabajo lineal y asincrónico pues la colaboración entre las partes involucradas no es de prioridad.

**Etapa BIM 1 (Modelamiento basado en el objeto):** En esta primera etapa, el proceso de implementación BIM se manifiesta en el uso de softwares especializados en modelamientos 3D como el ArchiCAD, Revit, etc. Aquí los usuarios son los que elaboran modelos de manera independiente en las fases de diseño, construcción u operación del proyecto en sí. Posteriormente se realizan los entregables destinados para la parte arquitectónica para automatizar los procesos de coordinación entre la documentación 2D y la visualización 3D. Asimismo, se manifiesta un intercambio de la data entre los

involucrados del proyecto de manera unidireccional. Por otro lado, las comunicaciones aún son de manera asincrónica y desarticulada.

**Etapa BIM 2 (Colaboración basada en el modelo):** En esta segunda etapa, el proceso de implementación BIM se manifiesta mediante la colaboración sinérgica y activa entre todos los involucrados, lo cual puede incluir que los distintos modelos puedan intercambiarse en distintos formatos. Asimismo, esta segunda etapa generalmente ocurre dentro de una fase o entre las fases de un proyecto en sí, como, por ejemplo, los intercambios entre los modelos de arquitectura y estructuras en el proceso de diseño, o bien, los intercambios entre los modelos de diseño y construcción, o también entre los modelos de diseño y operación. Gracias a esta etapa, las barreras entre los involucrados desaparecen a pesar de tener una comunicación asincrónica.

**Etapa BIM 3 (Integración basada en redes):** En esta tercera etapa, el proceso de implementación BIM se manifiesta mediante la creación de los modelos integrados, los cuales pasan a ser compartidos y mantenidos de manera colaborativa y constante en todas las fases que comprende el proyecto. Asimismo, esta etapa permite que los modelos adopten comportamientos interdisciplinarios, posibilitando análisis mucho más complejos en etapas tempranas como son las de diseño y construcción. Gracias a esta etapa, las fases del proyecto llegan a traslaparse obligadas por el intercambio de información que experimentan.

**Entrega de Proyectos Integrada (IPD):** En esta última etapa según Succar (2008), por medio de la unión de tecnologías, procesos y políticas, es posible representar una visión a largo plazo por parte de la metodología BIM. Esta

última etapa, se manifiesta por dar un enfoque en el que integra a personas, sistemas, estructuras de negocios y prácticas, los que, en conjunto, generan un proceso colaborativo que aprovecha cada uno de los talentos y las ideas de quienes participan, con el propósito de optimizar de sobremanera los resultados del proyecto. Asimismo, permitirá incrementar los valores para el dueño, maximizar eficientemente las fases de diseño, fabricación y construcción, y finalmente, reducir notablemente los desperdicios.

Pasos a seguir: Succar (2008), pone de manifiesto que para poder realizar y establecer un avance entre las distintas etapas de implementación BIM, se deben establecer pasos que están en función de sus principales campos.

*Tecnología:* Este campo comprende todo lo que es software, hardware y redes. Un claro ejemplo de este campo se presenta en la disponibilidad de una herramienta BIM que tenga las propiedades de poder migrar de un dibujo hacia un objeto.

*Proceso:* Este campo se caracteriza por comprender todo lo relacionado a liderazgo, infraestructura y recursos humanos. Un ejemplo de ello, se da en la etapa 2 de la implementación BIM, donde los procesos de colaboración y habilidades para compartir bases de datos son relevantes y necesarios para conseguir una colaboración que se fundamente en el modelo.

*Políticas:* Este campo se caracteriza por comprender todo lo relacionado a los contratos, regulaciones, investigaciones y educación. Un ejemplo de ello, se da en la etapa 3 de la implementación BIM, en el cual se ponen de

manifiesto que, para lograr prácticas integradas, se deben establecer como pre requisitos los acuerdos contractuales con implicancia de riesgo y basados en alianzas.

## **1.3.2 Construcción.**

### ***1.3.2.1 Descripción del sector construcción.***

Según las investigaciones de De la Cruz y Parodi (2013), indican que, hoy en día muchas actividades económicas son las que promueven los mercados y su diversificación económica en distintos países. En Perú, por ejemplo, una de las actividades económicas más importantes en el transcurso de los años ha sido el rubro constructivo, pues este se ha utilizado como una unidad de medición respecto al bienestar económico del país.

Según el diccionario de la RAE (Real Academia Española), define a la construcción como la “acción y efecto de construir”, asimismo la define también como toda “obra construida o edificada” (RAE, 2010).

Basándonos en estas definiciones, es posible entender y comprender la implicancia de esta actividad económica. Sin embargo, existe una principal diferencia en relación a otras industrias o actividades económicas, y es que, el rubro constructivo es notable debido a las dimensiones que comprende, siendo uno de estos aspectos el producto, pues este es diseñado y fabricado según las necesidades y requerimientos del cliente, previo contrato de construcción entre las partes interesadas.

El rubro constructivo dada la magnitud que abarca, es capaz de generar muchos puestos de trabajo debido a que la mano de obra de este sector involucra a personal profesional como ingenieros, arquitectos, y personal técnico calificado como fabricantes, distribuidores, maestros de obra, operarios para el trabajo de campo y supervisores.

### ***1.3.2.2 Tipos de construcción.***

*Construcción de edificios u obras de edificación:* Estas construcciones están orientadas para personas que quieren residir en ellas, así como para espacios públicos comerciales. Dentro de los principales tenemos los edificios, los centros comerciales y las viviendas de carácter unifamiliar o multifamiliar.

*Construcción civil:* Estas construcciones están orientadas a la construcción de espacios para medios de transporte y caminos. Dentro de los principales tenemos los puertos, aeropuertos, carreteras, ferrocarriles, obras de saneamiento, hidráulicos, entre otros.

*Construcción industrial:* Estas construcciones están orientadas a la construcción de espacios dedicados a la industria en sus múltiples actividades. Dentro de los principales tenemos las plantas de fabricación, plantas de productos químicos, refinerías, plantas procesadoras de alimentos, entre otros.

### ***1.3.2.3 Normativa técnica de construcción.***

Las construcciones de hoy en día se deben realizar bajo normativas y reglamentos técnicos que amparen su buen desempeño, asegurando un producto terminado de calidad sin perjudicar al usuario final de acuerdo a sus necesidades solicitadas. Estas normativas y reglamento son los siguientes: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Normas del Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas Técnicas (ITINTEC), Normas Peruanas de Concreto, Normas American Concrete Institute (ACI), Normas American Society for Testing and Materials (ASTM) y Normas American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

### ***1.3.2.4 Procesos operativos del sector construcción.***

Muchas entidades dedicadas al rubro constructivo entre las que destacan las empresas constructoras, suelen dividir sus procesos operativos en dos principales niveles, el primero que corresponde al nivel operativo y que hace referencia al coste del negocio, y, la segunda que corresponde al nivel BackOffice y que hace referencia a los procesos de soporte del negocio. Asimismo, estos procesos se subdividen en 05 principales etapas: Diseño, Abastecimiento, Planificación, Construcción Interoperabilidad y Gestión del Conocimiento, todo esto con la finalidad de la obtención de productos de calidad y vanguardia. De esta manera, se asegura que las inversiones iniciales puedan recuperarse con una alta utilidad financiera.

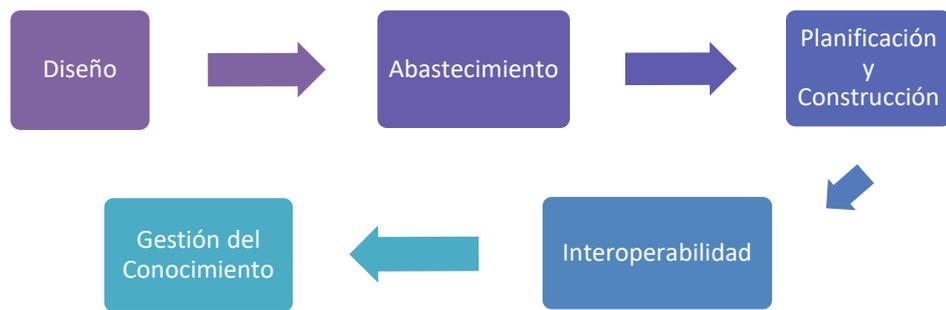


Figura 2. Etapas de los procesos operativos.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

*Diseño:* En esta etapa se dan soluciones efectivas, funcionales y estéticas a los diferentes problemas que surjan según los requerimientos que tenga el cliente. Aquí cobra mucha relevancia la concepción arquitectónica inicial tomando en consideración que existen diferentes proyectos con un estilo adecuado para cada uno de ellos. Asimismo, se verifica que se cumplan los códigos de zonificación y que la construcción en el terreno se apegue según el diseño ya establecido. Por otro lado, para establecer una buena ejecución de la obra, es pertinente y necesario la preparación de documentos como: Planos, Especificaciones Técnicas, Elaboración de Metrados y Presupuesto de Obra.

*Abastecimiento:* En esta etapa se determinan las actividades de logística que implica todo proyecto, esto es los recursos que se requieren como son los materiales, el personal técnico, los equipos, maquinarias y herramientas en una determinada obra. Asimismo, y con el propósito de obtener buenos resultados y que no afecten el costo ni la calidad del proyecto es indispensable realizar estas actividades tomando en cuenta

factores importantes como el lugar correcto, el tiempo preciso y la cantidad debida de recursos.

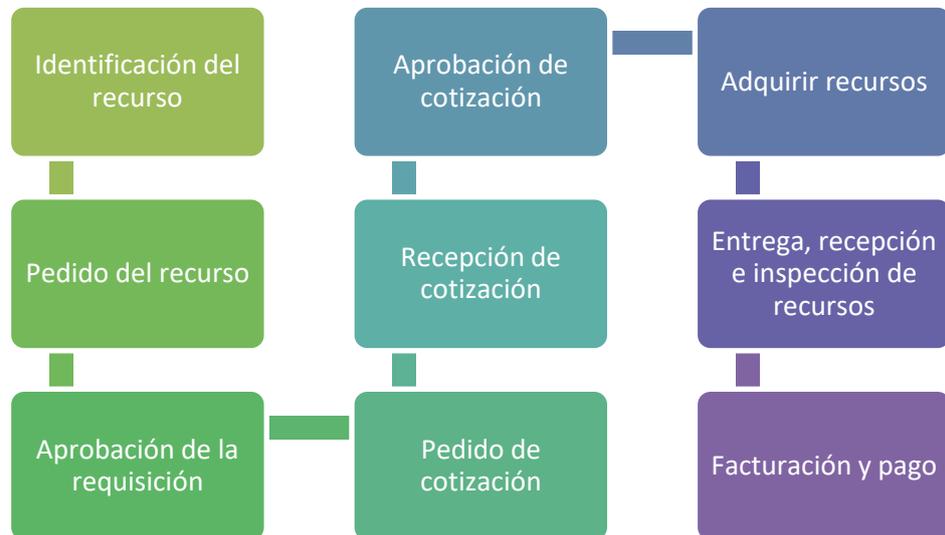


Figura 3. Etapas para la obtención de recursos.

Fuente: ICG.

*Planificación y construcción:* En esta etapa se determinan de forma específica a aquellos factores, fortalezas, consecuencias, y relaciones existentes con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados inicialmente, tomando como referencia las experiencias ya vividas en otros proyectos. Esta etapa es esencial pues sirve para establecer panoramas y escenarios que puedan volverse impredecibles; para evitar estos escenarios, es de suma importancia la planificación, organización y control de las actividades de mayor envergadura y que éste se encuentre acorde al presupuesto y tiempo especificado. Asimismo, esta etapa está delimitada por tres principales actividades, estas son: a) El Cronograma de Construcción, b) Las Estimaciones, Presupuestos y Control de Costos; y c) El Control del Proyecto.



Figura 4. Actividades para la etapa de planificación y construcción.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

*Interoperabilidad:* En esta etapa se determinan cómo y de qué manera las aplicaciones y plataformas de los distintos agentes involucrados se relacionan e intercambian información durante todo el ciclo de vida de cada proyecto.

*Gestión del conocimiento:* Esta última etapa se refiere a la administración de recursos vitales para toda la organización. Esta etapa permite recopilar, organizar, refinar, clasificar y compartir información valiosa obtenida de todo el proceso que conlleva cada proyecto, y que será compartida dentro de la organización.

### 1.3.2.5 Importancia del sector construcción en el Perú.

La construcción en territorio peruano es una de las actividades económicas más importantes. A este sector a lo largo de muchos años se le ha tomado como referencia en unidades de medición del bienestar económico social, según lo indicado en el Producto Bruto Interno (PBI). El PBI es un indicador que se usa como referencia para medir el bienestar material y progreso de una sociedad durante un tiempo determinado, es decir, expresa el valor monetario

de la producción de bienes y servicios finales producidos por un determinado país.

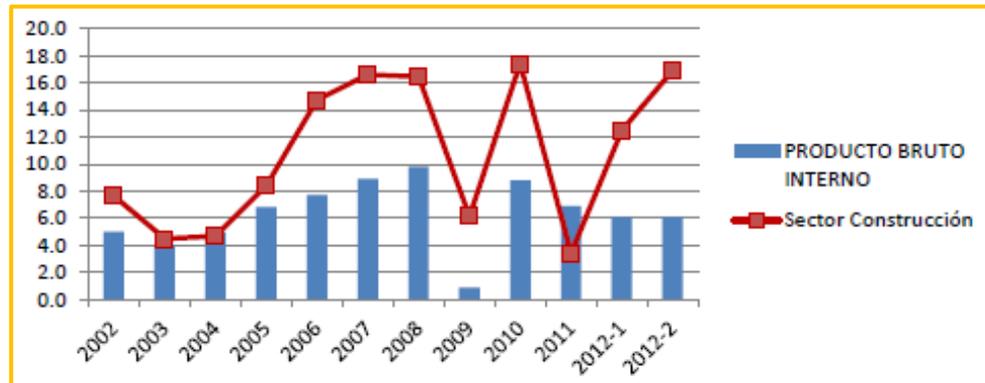


Figura 5. Crecimiento del PBI en el sector construcción en relación al PBI total.

Fuente: INEI, BCRP.

El sector construcción en territorio peruano es en gran medida y según se muestra en la figura uno de los impulsores del crecimiento del PBI en los años 2005 al 2008. Asimismo, entorno al año 2009 en la cual se dio una crisis internacional muy notoria, fue este sector constructivo el que ayudó a mantener el PBI de alguna forma estable al país, con una tasa anual del 6,14%, en tanto el PBI logró un crecimiento del 0,9% en ese año. Ya en los años siguientes, el crecimiento de este sector llegó al 17,4% para el año 2010. Estos resultados muestran claramente de la gran importancia que tiene este sector en relación al PBI del país, sector que, debe su auge gracias a los programas de vivienda social, las facilidades de financiación, así como también a la inversión pública en infraestructuras de distintas índoles.

Muchos analistas establecen que el sector de la construcción está en constante crecimiento tanto en actividades residenciales como civiles. Asimismo, a fin de mantener resultados confiables y el buen margen de ganancias, es imprescindible que todas las empresas constructoras nacionales y extranjeras,

cuenten con una gran variedad de técnicas y herramientas que les permita mejorar y optimizar sus procesos.

### 1.3.2.6 *Importancia del empleo.*

Dada su naturaleza característica del negocio a la que pertenece, el sector de la construcción genera puestos de trabajo a gran escala. Asimismo, llega a provocar a su vez un efecto multiplicador del tipo 1 a 4, es decir que llega a generar 4 puestos de trabajo en otros sectores económicos por cada puesto de trabajo en la construcción.



Figura 6. Contratos presentados de mano de obra nacional para el sector construcción.

Fuente: MTPE.

### 1.3.2.7 *Organismos gubernamentales de información del sector construcción en el Perú.*

El sector de la construcción tiene su amparo en programas del gobierno del sector vivienda y sus facilidades de financiación que son otorgados en estos, y que da lugar a la reactivación de la autoconstrucción y la mejora superlativa

de las expectativas económicas. Estos organismos gubernamentales más importantes del Perú del sector construcción son:

*Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento:* Organismo del estado peruano que está encargado principalmente de gestionar las obras sectoriales y que generen una contribución a la competitividad y el desarrollo sostenible del país, teniendo como público preferente a las personas de escasos recursos económicos.

*CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción):* Representa a una asociación empresarial con desenvolvimiento en el sector constructivo y que apoya mediante mecanismos de acción, organismos y eventos, la actividad constructora en el país.

*MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones):* Ministerio que promueve la construcción adecuada de infraestructuras viales, aéreas y acuáticas y que además vela porque estos servicios sean otorgados de forma segura, eficiente y sobre todo sostenible.

*Pro Inversión:* Entidad encargada de promocionar oportunidades de negocios que presenten altas expectativas de competitividad, crecimiento y rentabilidad en el país para mejorar el bienestar de la población.

### **1.3.2.8 Las tecnologías de información (TI).**

El sector de la construcción no es ajeno a la participación de las tecnologías de información, pues hace uso de ellas y están presentes en muchas de sus etapas y que le brinda soluciones oportunas según el uso que se les de.

*Introducción de las TI en el sector construcción:* Debido a que la construcción es considerada una de las actividades económicas más importantes del país, resulta relevante la incorporación de tecnologías que gestionen y brinden soluciones en todos sus procesos que conlleva la ejecución de un proyecto, con la finalidad de mejorar notablemente los niveles de desempeño y competitividad. Hoy en día, las TI brindan soluciones tecnológicas que influyen básicamente en los costos que acarrea la construcción de un determinado proyecto en todas sus fases.

A nivel nacional, las TI deben adoptarse en los procesos del negocio para establecer mejoras automatizadas y que permitan que la información llegue a integrarse, a fin de reducir costos y aperturar de esta forma nuevos mercados potenciales.

A nivel global, muchas empresas dedicadas a este rubro y que han implementado las TI en sus distintos procesos, han experimentado la reducción de costos operativos y alcanzado una mayor eficiencia. Por tal razón, estas empresas invierten el capital necesario para la incorporación de nuevas tecnologías dado los beneficios que este ofrece.

*Importancia de las TI en las empresas constructoras:* Dado los recientes desarrollos tecnológicos, la incorporación temprana de las TI pueden ayudar en sobremanera a las empresas constructoras a mejorar sus procesos, reduciendo costos e incrementado sus ganancias. Es decir, la incorporación de estas herramientas generará que se integren los sistemas técnicos, los procesos de diseño, entre otros.

*TI en el sector construcción en el Perú:* Como ya se ha mencionado, las TI son herramientas que brindan soluciones y permiten el desarrollo óptimo a las diferentes actividades de cualquier empresa.

*Rol de las TI en el sector de construcción peruana:* Debido al constante crecimiento que está experimentando el sector construcción en nuestro país, muchas empresas están empezando a cambiar sus perspectivas de negocios y dan lugar a la incorporación de nuevas soluciones que les permitan mantener una alta competitividad en el mercado. Las soluciones que brindan las TI a estas empresas se ven reflejadas notablemente en la reducción de sus costos de operación y la obtención de mayores utilidades en beneficio de sus trabajadores, proveedores y clientes. Asimismo, incluir las TI en la construcción conllevará al logro de proyectos exitosos con procesos eficaces y eficientes, de gran calidad y minimizando las pérdidas.

*TI en el sector de construcción peruano:* Las TI vienen experimentando una evolución constante en los últimos años. Sin embargo, a pesar de estos avances, algunas empresas del rubro constructivo emplean aplicaciones robustas y consolidadas, en tanto otras utilizan aún sistemas deficientes. Por otro lado, existen también empresas de mediana envergadura que han incorporado el uso de algún software administrativo, así como softwares de planificación y gestión de proyectos.

Hoy en día, muchas obras de construcción cuentan con acceso a internet y el uso de algún sistema informático de acuerdo a sus necesidades y requerimientos. Sin embargo, la no implementación de las TI en muchas de estas pequeñas empresas se debe a que consideran estas soluciones

como un gasto y no como una inversión a corto o largo plazo. Asimismo, en una encuesta a 35 empresas del rubro de la construcción revelaron cuales fueron los principales programas informáticos más utilizados según sus requerimiento o procesos que conlleva el proyecto.

TIPO SOFTWARE	NOMBRE SOFTWARE	CANTIDAD
<b>Planificación</b>	MS Project	22
	Primavera	5
	Cognos	1
	Presto	3
	MS Excel	4
<b>Presupuesto</b>	Presto	15
	Opus	2
	Unisoft	4,5
	Primavera	1
	Cognos	1
	Ondac	1
	Notrasnoches	0,5
	Desarrollo propio	6
<b>ERP</b>	MS Excel	4
	MS Solomon	9
	Flexline	4
	Unisoft	4
	SAP	1
	FIN 700	4
	Softland	4
	Ondac	1
	Oracle	1
	La Carretilla	1
	Maxlite	1
	Transtecnia	1
	Desarrollo Propio	4
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>

Figura 7. Encuesta software TI.

Fuente: TIC en la construcción.

Actualmente, ya existe una tecnología muy sobresaliente e inteligente en cuanto a la coordinación de proyectos. Esta tecnología es conocida como BIM por sus siglas en inglés (Building Information Modeling) y que significa el Modelado de la Información de la Construcción. Esta herramienta está orientada a evaluar los posibles conflictos que puedan

presentarse en un determinado proyecto, y logra este objetivo mediante el desarrollo de “simuladores del estado del proyecto” los cuales pueden llegar a anticipar y superar estos conflictos, con grandes beneficios en cortos plazos y bajos costos que supone cada proyecto.

### **1.3.3 Edificación urbana.**

#### ***1.3.3.1 Definición de edificación urbana.***

Es toda aquella obra construida o realizada sobre un determinado predio y que además debe contar previamente con la aprobación de un proyecto de habilitación urbana; asimismo, debe cumplir la función de poder albergar al hombre en el desarrollo pleno de sus actividades, para lo cual debe de contar con todas sus instalaciones fijas y también complementarias (DS N° 006-2017-VIVIENDA-TUO 29090).

*Edificación nueva:* Es toda aquella edificación que se ejecuta sobre un determinado terreno en su totalidad o por etapas.

*Ampliación:* Es toda aquella obra que se ejecuta sobre una edificación que ya existe, la cual se verá reflejada en el incremento del área techada, y que, además, puede tomarse como remodelación o no, el área techada que ya existe.

*Remodelación:* Es toda aquella obra que se manifiesta en la modificación o cambios de forma total o parcial de la configuración arquitectónica sobre una edificación que ya existe, la cual generará un cambio en su tipología o estilo arquitectónico.

*Refacción:* Es toda aquella obra que se manifiesta en realizar mejorías o renovaciones sobre los equipamientos, las instalaciones y elementos constructivos de una edificación que ya existe, sin llegar a alterar el uso que tenga ésta, así como el área techada ni los elementos estructurales existentes.

*Acondicionamiento:* Es toda aquella obra que se manifiesta en adecuar ciertas condiciones de los ambientes en beneficio y según las necesidades del usuario, estas pueden comprender cambios de elementos removibles, como falsos cielos rasos, cambios de orientación de algunas instalaciones, entre otros.

*Puesta en valor histórico monumental:* Es toda aquella obra que se manifiesta de forma separada o conjunta, en realizar trabajos o actividades de restauración, rehabilitación, recuperación, mejoramiento, reforzamiento y protección de un determinado proyecto de edificación.

### ***1.3.3.2 Definición de zona urbana.***

Hace referencia a un conjunto de predios con características ya definidas como los servicios públicos (agua, desagüe, alcantarillado, alumbrado público, pistas, veredas e infraestructura vial) que debe tener y que son de carácter domiciliario. Asimismo, es imprescindible que para considerar una habilitación urbana, debe consolidarse al menos un 90% del total del área matriz a la que pertenecen (DS N° 006-2017-VIVIENDA-TUO 29090).

### 1.3.4 Construcción de edificaciones urbanas.

#### 1.3.4.1 Definición.

En todo tipo de construcción civil se determina de forma inicial etapas que van desde la planificación urbana hasta su ejecución y culminación íntegra de la edificación. Según la magnitud del proyecto, la edificación debe dotarse de todas sus instalaciones de manera adecuada en relación a los servicios urbanos, tales como infraestructura resistente, viabilidad de la edificación, espacios para áreas verdes, estacionamientos para vehículos, espacios para comercio, áreas destinadas a la educación y servicios de salud. Asimismo, toda edificación urbana está compuesta por partes claramente definidas según la especialidad.

*Arquitectura:* En todo proyecto de edificación se debe partir siempre de un diseño previo, para ello, la especialidad de arquitectura está encargada de definir estos espacios y diseños según los requerimientos del cliente, es decir, diseña y construye proyectos de edificación que sean funcionales y estéticos al mismo tiempo. Generalmente, la mayoría de las obras arquitectónicas tienen características como: habitabilidad, durabilidad y representatividad. Asimismo, esta especialidad tiene bajo su responsabilidad la de modificar espacios y realizar construcciones que resguarden la integridad física de sus ocupantes. Ergo, la arquitectura se utiliza para a) planificar y diseñar acabados en todo tipo de viviendas, edificios, oficinas y fábricas, b) planificar y diseñar los espacios públicos y su posterior embellecimiento de las ciudades y c) diseñar espacios correspondientes a áreas verdes en la ciudad.

*Estructura:* Esta especialidad hace referencia al planeamiento y diseño de elementos que puedan resistir las diferentes sollicitaciones de esfuerzos que experimente la edificación. Por tal motivo, el diseño de ellas es independiente y será diferente según el proyecto de construcción, con el propósito de darle un buen soporte a las misma y un adecuado comportamiento de la edificación frente a la sociedad. Asimismo, el diseño de estos elementos estructurales deben realizarse con cautela y teniendo un amplio conocimiento de la materia, generalmente realizado por el ingeniero estructural, quien se encargará de hacer los cálculos y diseños de elementos estructurales como: cimentaciones (zapatas, plateas y pilotes), columnas (estructurales y de confinamiento), vigas (peraltadas, soleras y de amarre), losas (aligeradas, nervadas y macizas), escaleras (empotradas, autoportantes, helicoidales y en voladizo) y muros de mampostería (para muros portantes y no portantes).

*Instalaciones sanitarias:* Esta especialidad hace referencia al planeamiento y diseño de elementos tales como equipos, tuberías y accesorios que permitan el libre tránsito del agua proveniente de la red general, así como de la evacuación de las aguas residuales propias de la edificación, lo que conllevará a la plena satisfacción de las personas que hagan uso de estos servicios.

*Instalaciones eléctricas:* Esta especialidad hace referencia al planeamiento y diseño de elementos tales como equipos, tuberías, canalizaciones y accesorios que sirvan de puente entre las instalaciones propias de la edificación y las tomas o registros externos a ella, con el propósito de

salvaguardar la integridad física de las personas que ocuparán o no estas edificaciones.

### **1.3.5 Construcción informal.**

#### ***1.3.5.1 Definición.***

Corresponde a toda edificación de forma independiente o parte de un complejo multifamiliar, compuesta para el uso de una o varias personas, con la finalidad de satisfacer las necesidades básicas como dormir, comer, preparar alimentos, limpiar, entre otras. (Norma G.040, 2021, p. 28).

Añadido a esto una construcción informal es aquella edificación nueva o el mejoramiento de una, en base esfuerzos individuales o colectivos. En ocasiones se comienza con la autoconstrucción y a medida que mejoren las condiciones económicas de la familia, utilizan materiales más industrializados y la ayuda de un profesional en el rubro. (Hernández, 2011, p. 71).

## **1.4 Formulación del Problema**

¿De qué manera la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) influyen en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora?

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general.

Determinar la influencia de la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora.

### 1.5.2 Objetivos específicos.

- a) Realizar el modelado BIM del proyecto e identificar las incompatibilidades encontradas entre sus especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias.
- b) Corregir las incompatibilidades y optimizar el diseño del proyecto con la aplicación de las tecnologías BIM.
- c) Analizar los resultados y exponer a la población las experiencias obtenidas al utilizar BIM en el diseño, construcción y costos.

## 1.6 Hipótesis

### 1.6.1 Hipótesis general.

La aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) influyen significativamente en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora.

### **1.6.2 Hipótesis específicas.**

- a) El modelado BIM determinará si es posible identificar las incompatibilidades entre las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias del proyecto.
- b) Con la aplicación de las tecnologías BIM se puede llegar a corregir las incompatibilidades y optimizar el diseño del proyecto.
- c) Mediante el uso de las herramientas BIM en los procesos de diseño y construcción, es posible analizar los resultados y exponer las experiencias de sus involucrados a la población.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

#### 2.1.1 Por el propósito.

Debido al propósito de la que es materia esta tesis, corresponde a una Investigación Aplicada, pues contrasta los conocimientos de la investigación básica con la investigación que se realizará en materia de su propósito.

#### 2.1.2 Según el diseño de investigación.

Investigación de Diseño Experimental, pues se trata de una situación en la que existe la manipulación de manera intencional de una o más variables independientes para contrastarlas con las variables dependientes y analizar las consecuencias de estas.

Tabla 1. *Notación de tipo de investigación experimental.*

Notación	Concepto
R	Asignación al azar
G	Grupos de sujetos: - GE, Grupo Experimental, recibe tratamiento. - GC, Grupo Control, no recibe tratamiento.
X	Tratamiento, estímulo, reactivo experimental.
O	Medición que se hace a uno o más grupos por medio de pruebas, cuestionarios, observaciones, entre otros.
-	Ausencia de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 2.2 Diseño de investigación

Debido al tipo de diseño de Investigación Experimental, este corresponde al tipo pre experimental, pues solo se realizará el diseño y control mínimo de un solo grupo. Este tratamiento es utilizable para dar una tentativa y acercamiento al problema de investigación según la realidad establecida.

Tabla 2. *Esquema de diseño pre experimental.*

Grupo	Asignación	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
GE		O1	X	O2

Fuente: Material de apoyo UPN.

Donde:

GE: Grupo de Estudio.

O1: Pre Test, observación antes de la aplicación BIM.

X: Aplicación de las tecnologías BIM.

O2: Post test, observación después de la aplicación BIM.

## 2.3 Variables

### 2.3.1 V1: Aplicación de tecnologías Building Information Modeling (BIM).

Se refiere a todo proceso enfocado en el desarrollo de un modelo computacional y hace uso de este para realizar simulaciones en cuanto a planeamientos iniciales, los diseños previos por cada especialidad, la construcción o ejecución, la operación y control de todo proyecto de edificación. (Eastman, 2008).

### 2.3.2 V2: Construcción.

Se refiere a toda obra realizada sobre un determinado predio y que, previamente haya sido aprobado en un proyecto de edificación urbana. Asimismo, tiene como propósito fundamental darles albergue a las personas en beneficio de sus actividades (Normas legales MVCS, 2017).

### 2.3.3 Clasificación de variables (matriz de clasificación de variables).

Tabla 3. *Matriz de clasificación de variables.*

Variables	Relación	Naturaleza	Escala de Medición	Dimensión	Forma de Medición
Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM)	Variable Independiente	Cuantitativa	Razón	Tridimensional	Indirecta
Construcción	Variable Dependiente	Cualitativa	Ordinal	Unidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 2.3.4 Operacionalización de las variables / Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 4. *Operacionalización de las Variables*

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.	Herramientas	Instrumentos
Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM)	Proceso enfocado en el desarrollo de un modelo computacional para realizar simulaciones en cuanto a planeamientos iniciales, diseños previos, construcción o ejecución, operación y control de todo proyecto de edificación (Eastman,2008).	Se realizó la revisión de los artículos relacionados con las metodologías BIM y la revisión de manuales del programa Revit.	Modelo BIM	Interferencias	S/.	Software Revit 2020 versión estudiantil	Fichas de resumen y guías de observación
			Incompatibilidades	Costo			
			Optimización del Diseño	Planos optimizados	HH.	Software AutoCAD 2020 versión estudiantil	
				Vistas fotorrealistas			
			Modelo 3D			Software Navisworks	
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.	Herramientas	Instrumentos
Construcción	Obra realizada sobre un determinado predio y que, previamente ha sido aprobado en un proyecto de edificación urbana, y que tiene como propósito dar albergue a las personas en beneficio de sus actividades (MVCS, 2017).	Se revisó el RNE, las revistas de costos y presupuestos para fortalecer la idea de cuantificación de precios acorde al mercado.	Experiencias y resultados	Nivel de satisfacción	Malo	Software Microsoft Excel	Test
					Regular		
					Bueno		

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## **2.4 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

### **2.4.1 Población.**

Conformada por todas las edificaciones urbanas del Distrito de Florencia de Mora en la Provincia de Trujillo en el año 2021.

### **2.4.2 Muestra.**

#### ***2.4.2.1 Técnicas de muestreo.***

La muestra está determinada por la técnica de muestreo no probabilístico mediante la evaluación de juicio por expertos, por los ingenieros: Mg. Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento, con N° CIP 82596; MBA Ing. Marlon Robert Cubas Armas, con CIP N° 110039; y, Mg. Ing. Ricardo Fernando Figueroa Salazar, con CIP N° 134166, todos ellos expertos en el tema de construcción de edificaciones urbanas tanto como para entidades públicas y privadas, quienes determinaron que de acuerdo a su juicio como expertos, y dadas las dimensiones que engloba la investigación, se debe establecer una muestra representativa de 01 edificación con características de uso para vivienda, comercio y/o educación. Esta técnica de muestreo por juicio se caracteriza por ser de carácter económico, práctico y rápido.

#### ***2.4.2.2 Tamaño de la muestra.***

El tamaño de la muestra está conformada por 01 edificación urbana destinada al uso de vivienda, comercio y/o educación, la cual se encuentra ubicada en la Calle Manco Cápac, Mz. 23 Lote 9, del Distrito de Florencia de Mora en la Provincia de Trujillo. Se eligió la vivienda en cuestión por presentar las

siguientes razones: deficiencias en el diseño, retraso en la ejecución de la obra como consecuencia de vacíos en los planos, modificaciones in situ durante la ejecución y falta de información técnica.

### 2.4.3 Materiales.

Tabla 5. *Materiales.*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Laptop Core i7 Tercera Generación	01	Und.
Laptop Core i5 Octava Generación	01	Und.
Hojas de apuntes	50	Und.
Software Revit 2020 Versión Estudiantil	01	Und.
Software AutoCAD 2020 Versión Estudiantil	01	Und.
Software Navisworks 2020 Versión Estudiantil	01	Und.
Software S10 Versión Estudiantil	01	Und.
Software Microsoft Excel 2016	01	Und.
Software Microsoft Office Word 2016	01	Und.
Cámara fotográfica del celular	01	Und.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 2.5 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.5.1 Técnicas de recolección de datos.

La técnica empleada para la recolección de datos para la presente investigación son: a) La revisión documental, que corresponde a la documentación analizada y que fueron brindados por la empresa “Servicios Generales MG” la cual se encuentra realizando la construcción de la edificación, b) La observación directa, debido al uso del Software Revit se podrá obtener un modelado BIM, y c) Las encuestas, en donde quedará registrado el nivel de satisfacción de los participantes (contratista, propietario y maestro de obra) en cuanto al uso de las tecnologías BIM.

## 2.5.2 Instrumento de recolección de datos.

Primero, para la revisión documental se utilizará una ficha de resumen, el cual es un documento del tipo material o informático en donde se almacenan de manera estructurada los datos relevantes de un tema estudiado (ver anexos, Tabla 8). Segundo, para la observación directa se utilizará la guía de observación, el cual es un instrumento basado en una lista de indicadores que tienen la particularidad de redactarse a modo de pregunta o con afirmaciones, orientando de esta manera el trabajo de la observación dentro de un espacio establecido y con aspectos que se consideren relevantes al realizar la observación (ver anexos, Tabla 9). Tercero, para las encuestas se hará uso de los Test, el cual corresponde a un examen escrito tipo encuesta y que se caracterizan por contener respuestas breves indicando la solución elegida de entre varias opciones que puedan presentarse (ver anexos, Tablas 10, 11 y 12).

Tabla 6. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos para las variables.*

Materiales	RECOLECCIÓN DE DATOS			
	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento
Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM)	Edificación urbana de uso vivienda y comercio	Recolección de datos Observación	Software Revit 2020 Versión Estudiantil	Ficha resumen Guía de observación
Construcción	Edificación urbana de uso vivienda, comercio y/o educación	Encuesta	Microsoft Excel 2016	Test

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 2.5.3 Validación del instrumento de recolección de datos.

### 2.5.3.1 Validez de los instrumentos de recolección.

Los instrumentos de recolección de datos para la presente investigación fueron validados por los expertos en estructuras: Mg. Ing. Tito Alfredo

Burgos Sarmiento, con N° CIP 82596; MBA Ing. Marlon Robert Cubas Armas, con CIP N° 110039; y, Mg. Ing. Ricardo Fernando Figueroa Salazar, con CIP N° 134166, quienes se encargaron de revisar los instrumentos que se dieron uso en la presente investigación, verificando que éstos cuenten con los requisitos necesarios y que los valores que se encuentren en su contenido, se manifiesten con claridad lo que están representando. Para la conformidad de los instrumentos, se hizo por medio de una rúbrica de los especialistas (ver anexos, N° 05 y 06).

#### **2.5.4 Análisis de datos.**

##### **2.5.4.1 Técnicas de análisis de datos.**

Toda investigación cuantitativa asume el método estadístico como proceso de obtención, representación, simplificación, análisis, interpretación y proyección de las características, variables o valores numéricos de un estudio o de un proyecto de investigación para una mejor comprensión de la realidad y una optimización en la toma de decisiones. Es de esta forma que el método estadístico se convierte en una poderosa herramienta muy precisa y con rigor científico siempre y cuando se combine con métodos cualitativos, empleándose según las necesidades y un sano juicio. Adolph Queteleh ampara este método pues fue uno de los primeros en aplicarlo al estudio de un conjunto de datos. Este método, además, ofrece el manejo de grandes cantidades de observaciones y datos para el empleo adecuado de la muestra, asimismo, el manejo de categorías deductivas e inductivas al convertir estas en variables numéricas, y finalmente, lograr maximizar el carácter objetivo de la interpretación.

En lo que corresponde a la estadística descriptiva, los datos se presentarán en gráficos y tablas para su correcta comprensión. Respecto a la estadística inferencial, los datos serán contrastados de un Pre y Post tomando como herramienta la Prueba T Student mediante el software estadístico SPSS v25 y/o la herramienta Microsoft Excel.

Para la puesta en marcha de este proyecto se trabajará con dicha metodología con el propósito de identificar claramente lo eficiente que es esta metodología en el proyecto ya mencionado. Finalmente, para su análisis se realizó un símil de los cálculos en su etapa Pre, controlando el presupuesto tanto en modo tradicional como en el empleo de la metodología BIM.

## **2.6 Aspectos éticos**

La ética es sobre todo la filosofía práctica cuya tarea no es precisamente resolver conflictos, pero si plantearlos, el ejercicio de la investigación científica y el uso del conocimiento producido por la ciencia demandan conductas éticas en el investigador y en el maestro.

## 2.7 Procedimiento

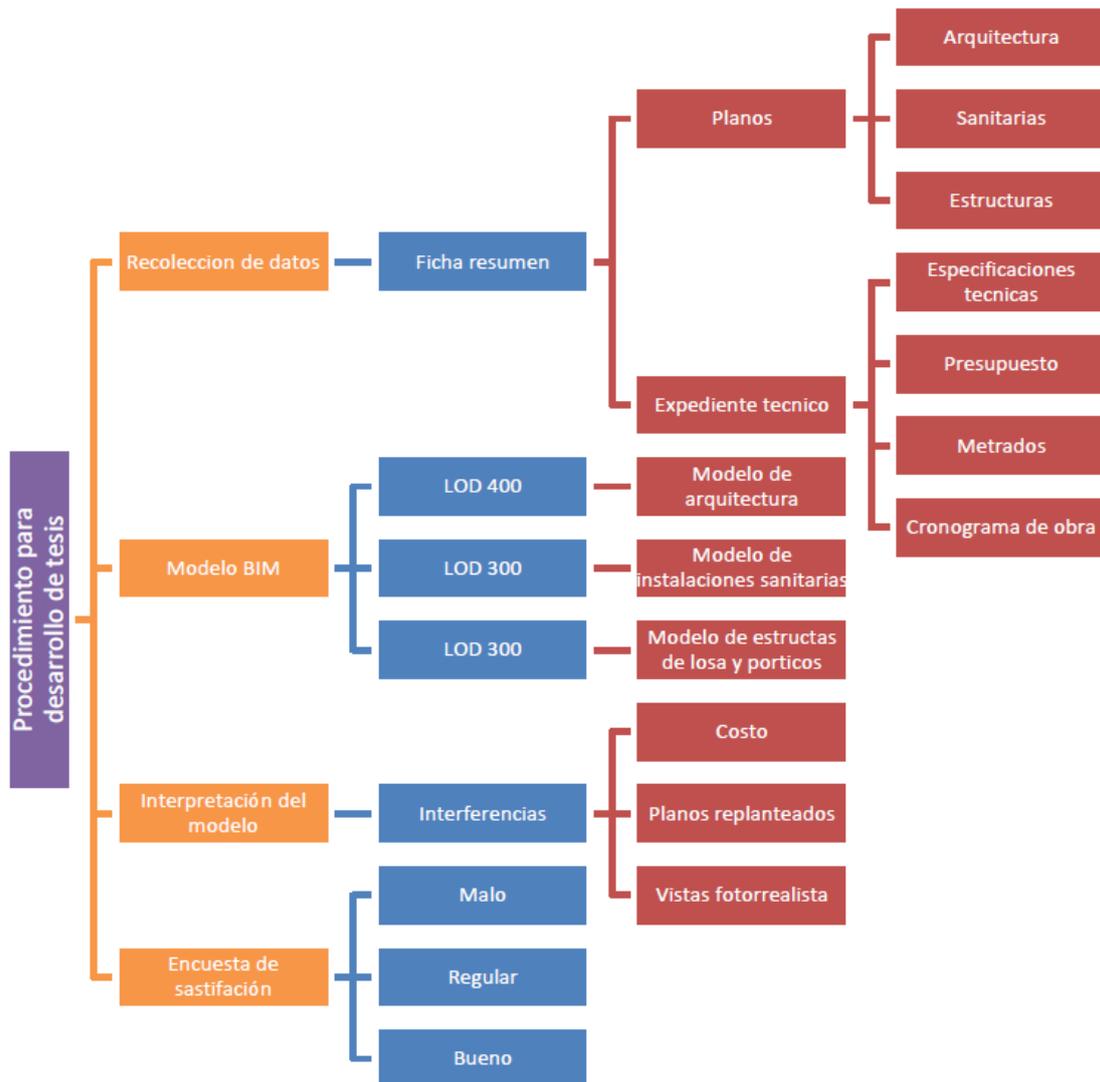


Figura 8. Cuadro sinóptico del procedimiento.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 2.7.1 Recolección de datos.

Según Supo (2015), hace referencia a la reunión de información de manera exacta de diversas fuentes con el propósito de ampliar el panorama de una determinada zona de estudio. Esto garantizará la integridad de la investigación, así como las decisiones que en razón de estas puedan tomarse, asimismo permitirá a la persona interesada en dar soluciones a cuestiones relevantes, evaluando los resultados y anticiparse a las probabilidades y cambios futuros.

### **2.7.1.1 Ficha resumen.**

Se utiliza para otorgar facilidades respecto al estudio de un tema, pues en su contenido se concentra los aspectos más importantes. Se estructura mediante un título referida a la asignatura de la cual se refiere y posteriormente del tema específico. El objetivo principal de esta ficha es la de plasmas las ideas más importantes en forma textual, evitando de esta forma la pérdida de tiempo en la lectura de todo un escrito.

### **2.7.2 Modelo BIM.**

Según Autodesk Revit Architecture, se trata de un proceso basado en la creación de un modelo computacional inteligente en tercera dimensión que informa y comunica las decisiones de un determinado proyecto. Es así que, durante todo el ciclo de vida de cada proyecto, la herramienta BIM brinda soluciones en cuanto a diseño, visualización, simulación y colaboración, posibilitando de esta manera el alcance de las metas del proyecto en cuestión.

#### **2.7.2.1 Niveles teóricos de definición.**

Al inicio de cada proyecto que implique la implementación BIM, es fundamental establecer niveles de desarrollo, pues esto permitirá tener un mejor orden y control entra cada una de las fases que comprende el proyecto (McPhee, 2014). Estos niveles podemos diferenciarlos bajo los niveles LOD 100, 200, 300, 400, 500 y 600.

*LOD 100:* En este nivel se establece una visión panorámica de lo que comprende la magnitud del proyecto. En este nivel no son considerados

los materiales, acabados, superficies y mediciones definitivas. En cuestión de medidas de progreso, este nivel representa un avance del 20% del desarrollo completo del proyecto.

*LOD 200:* En este nivel se establece ya un diseño esquemático que amplía la visión del LOD 100. En este nivel ya se van incorporando el tamaño, la forma o la localización, así como también los acabados iniciales hasta llegar a los definitivos. En cuestión de medidas de progreso, este nivel representa un avance del 40% del desarrollo completo del proyecto.

*LOD 300:* En este nivel se establece ya una información y geometría del proyecto más precisa. En este nivel ya se pueden obtener la documentación que se requiere para la ejecución material del proyecto, asimismo, los acabados correspondientes a los parámetro verticales y horizontales ya no solo resultan definitivos, sino que también se conocerán todas sus características que las componen. En cuestión de medidas de progreso, este nivel representa un avance del 60% del desarrollo completo del proyecto.

*LOD 400:* En este nivel se establece ya toda la información necesaria para que se fabriquen y ensamblen todo lo que se requiera para la construcción de la edificación. En aspectos arquitectónicos, este nivel es adecuado para la fabricación y montaje de ciertos elementos, asimismo, combinar modelo y tiempo con una secuencia constructiva lógica. En cuestión de medidas de progreso, este nivel representa un avance del 80% del desarrollo completo del proyecto.

*LOD 500:* En este nivel se establece ya la construcción de todo el proyecto y se han plasmado en un modelo los cambios realizados in situ. Este nivel aporta en gran medida una maqueta virtual en 3D de toda la edificación, proporcionando además toda la información necesaria de cada uno de los elementos que la componen lo que la hace ideal para su posible mantenimiento y funcionamiento óptimo de la edificación y de todas sus instalaciones.

*LOD 600:* En este nivel se determina la gestión de vida de toda la edificación, así como de su sostenibilidad. Aquí ya se encuentran de forma detallada toda la información importante del proyecto que comprende desde manuales de usuario de ciertos elementos hasta la información del fabricante y todos los datos concernientes al mantenimiento del edificio durante todo su ciclo de vida. Con esta información se podrá recurrir a la optimización de la energía con el propósito de obtener la calificación energética exigida.

### **2.7.3 Interpretación del modelo.**

Conforme se vaya moldeando el proyecto, se irá gestionando toda la información correspondiente al proyecto, lo que permitirá realizar comparaciones en tiempo real entre las mediciones que se realizaron bajo una metodología convencional y la metodología BIM.

#### ***2.7.3.1 Tiempo de ejecución de una obra.***

Se refiere al cronograma sobre las diferentes actividades que conlleva el desarrollo de todo proyecto de edificación. Esta planificación permite que se

gestionen mejor los proyectos, pues plasma cada una de las tareas y fechas previstas desde la concepción del proyecto hasta el final de las actividades que comprenden este.

### **2.7.3.2 *Presupuesto base de una obra.***

Es la presentación de manera escrita del costo de un proyecto de edificación y que comprende partidas y subpartidas claramente definidas según las actividades a realizar. En él se establecerán el costo de cada uno de los conceptos bajo un precio analizado y calculado con anticipación, obteniendo de esta forma el costo total por partida o subpartida, las que al sumarse todas determinará el costo total del proyecto a edificar.

### **2.7.4 *Encuesta de satisfacción.***

Se trata de una herramienta que recoge datos relevantes sobre el usuario que usa el servicio brindado, en la que ayuda a la entidad a conocer la opinión, impresiones y/o experiencias de los clientes. Asimismo, al hacer uso de esta herramienta, podremos extraer conclusiones y resultados sobre los que se podrán establecer estrategias de marketing adecuadas en un periodo de tiempo a corto, mediano y largo plazo.

#### **2.7.4.1 *Escalas de medición.***

La mayor fortaleza de una escala redactada es la descripción que se a quien se encuesta para cada categoría de la pregunta. Los encuestados bajo esta modalidad pueden asimilar sus propios sentimientos sobre el tema y decidir

qué clasificación refleja mejor su opinión, esto genera que las clasificaciones redactadas permitan saber al encuestado cómo se interpretarán sus respuestas.

Sin embargo, la escala redactada no solo ayuda a describir las categorías, sino también permite a los investigadores presentar los hallazgos usando las mismas palabras que usaron los encuestados para dar sus opiniones. Por ejemplo, si el 20% de los encuestados contestara 5 en una escala del 1 al 5, el investigador no podría calificarlo en términos redactados; por el contrario, si el 20% de las personas contestara "Muy satisfecho", el investigador podría informar con seguridad que el 20% de las personas que participaron del estudio estaba muy satisfecho. Por supuesto, siempre existirá cierta subjetividad según la generosidad de los encuestados en cada escala redactada, pero, como mínimo, esta ofrece una conexión directa entre el encuestado y el investigador con respecto al significado de cada puntuación.

Otra fortaleza de una escala redactada es la flexibilidad de la puntuación. Con calificaciones redactadas, el investigador tiene la libertad de puntuar y clasificar categorías como quiera sin confundir al encuestado. El escalamiento también puede ser desequilibrado y la puntuación se vería de esta manera:

Extremadamente bueno	=	10
Muy bueno	=	8
Bueno	=	6
Nada malo	=	5
Malo	=	3
El peor	=	0

## 2.8 Desarrollo de la tesis

Para poder tener acceso a la información correspondiente, se envió una solicitud a la empresa "Servicios Generales MG" con RUC 10703588111, encargada de la ejecución de la obra escogida para nuestro estudio. Esta obra o proyecto de edificación se encuentra ubicada en el distrito de Florencia de Mora (ver anexos, Figuras 171 y 172), así mismo se solicitó información para que nos pudieran facilitar el expediente técnico de la obra, de la cual se extrajeron los datos en una ficha resumen (ver anexos, Tabla 16).

La decisión de llevar a cabo un modelamiento BIM, es por haber podido participar del proceso de constructivo de obra, así como las interferencias y por ende la paralización del flujo productivo del proyecto, lo que llevaba a atrasos y pérdidas por parte de la contratista.

### 2.8.1 Realización del modelo BIM.

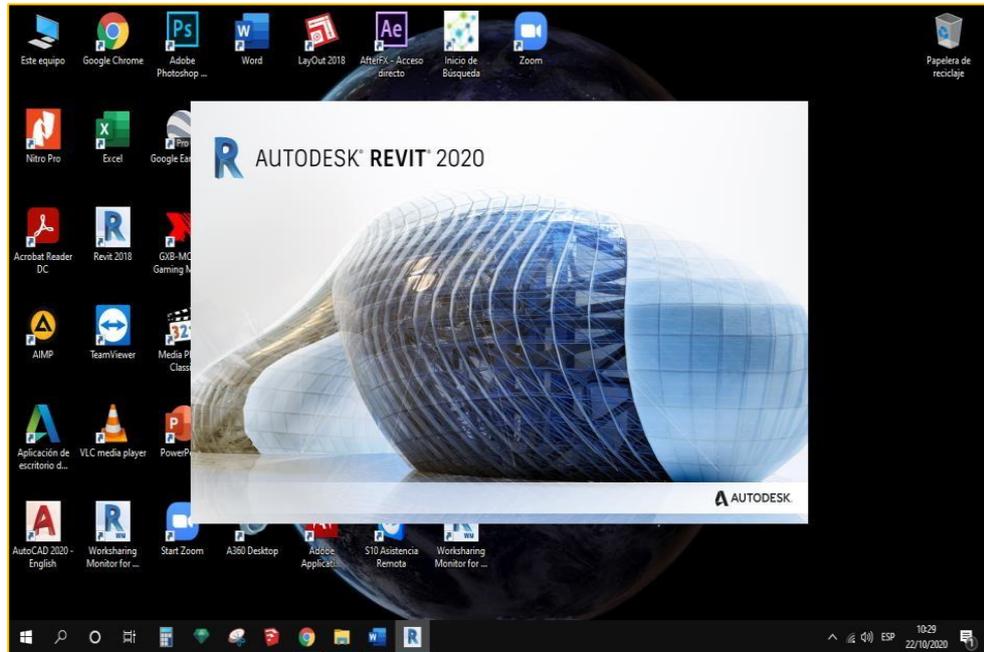
En primer lugar, se analizaron los planos alcanzados por la constructora mediante una guía de observación (ver anexos, Tabla 17), luego se procedió a realizar la extracción de datos mediante una ficha resumen donde se anotaron todos los datos necesarios para el modelado de la especialidad de arquitectura (ver anexos, Tablas 18 y 19), y finalmente se procedió a ingresar estos datos al programa Revit 2020 como se detalla a continuación:

#### 2.8.1.1 Modelado BIM arquitectura.

En esta etapa se empezó a modelar el modelo BIM de la especialidad arquitectura bajo el modelo LOD 400, realizando las configuraciones previas

de las plantillas arquitectónicas del programa Revit con la finalidad de realizar el modelado de manera eficiente. El procedimiento fue como sigue:

**Paso 1:** Ejecución del programa Revit 2020 Versión Estudiantil.



*Figura 9. Ejecución del programa Revit 2020.*

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 2:** Se procedió a seleccionar la plantilla arquitectónica.

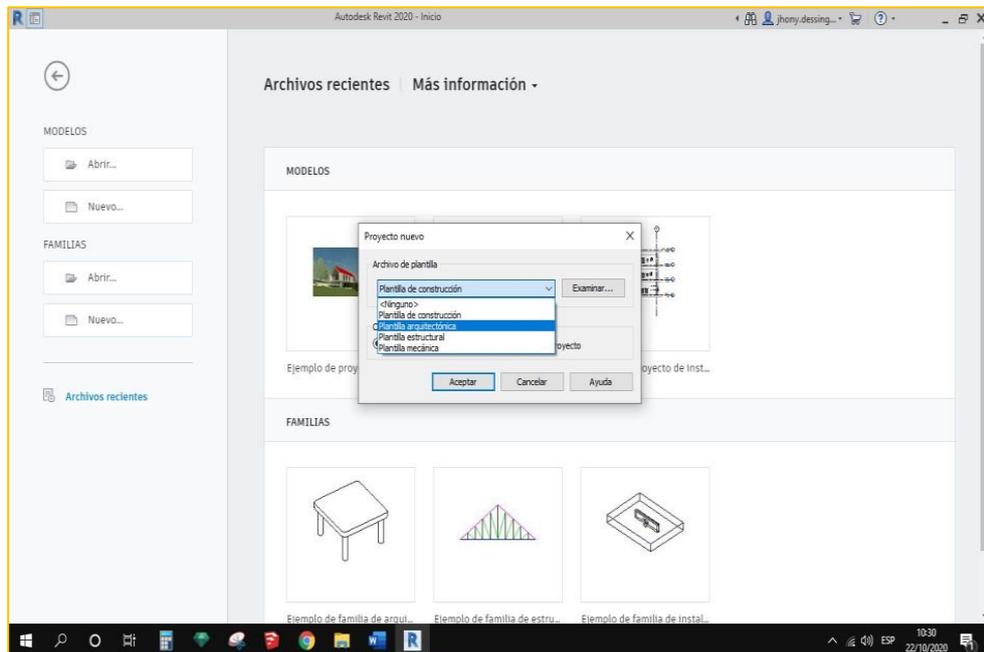


Figura 10. Selección de la plantilla de trabajo.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 3:** Se configuraron las unidades a metros, kilogramos y la precisión con 2 decimales.

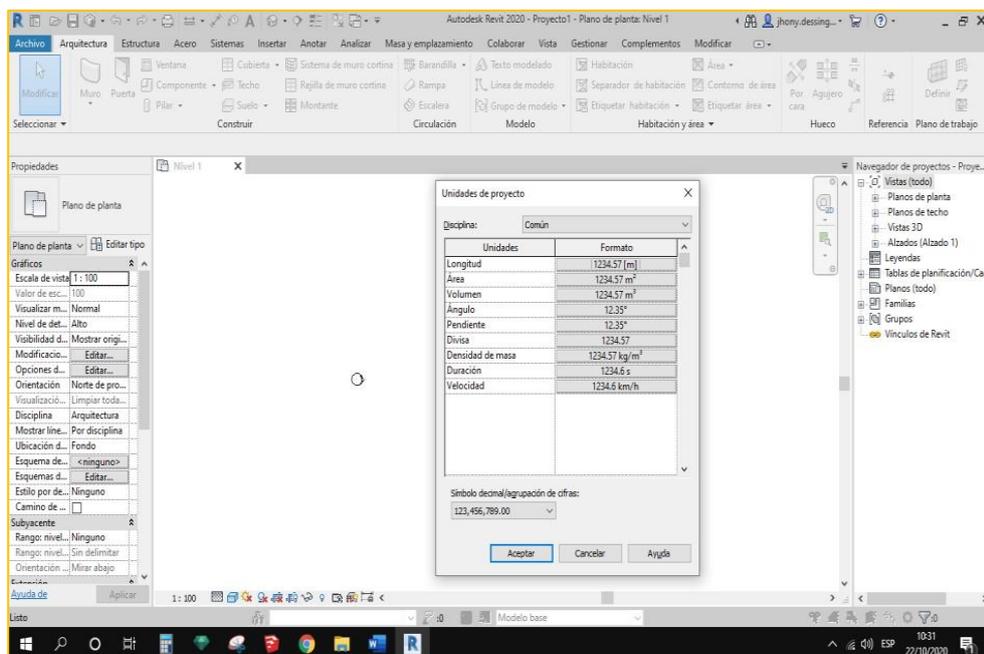


Figura 11. Configuración de las unidades de trabajo.

Fuente: Autodesk Revit.

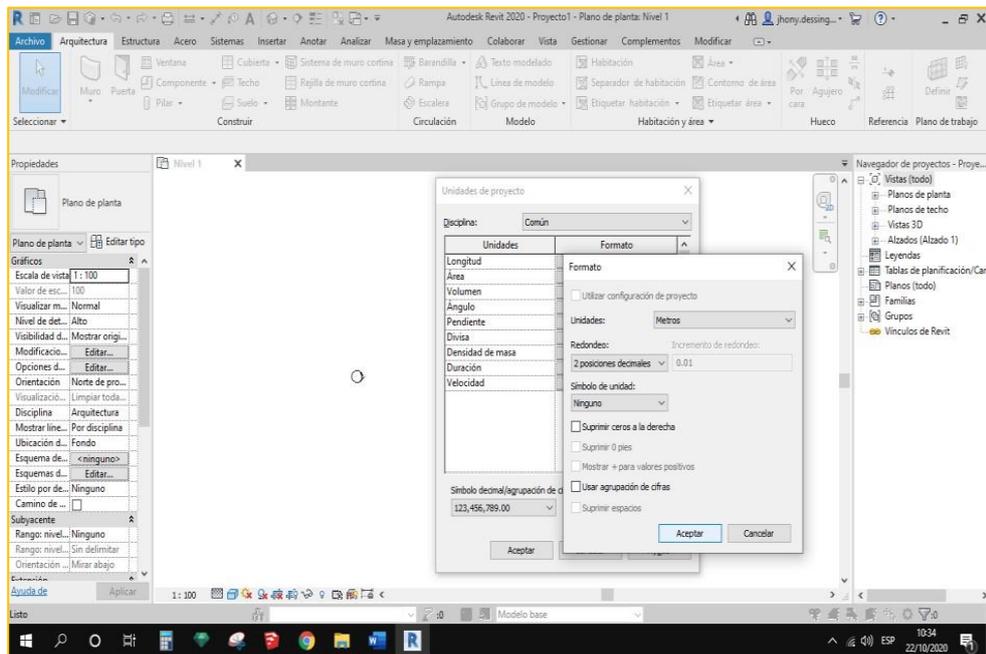


Figura 12. Configuración de las unidades a metros.

Fuente: Autodesk Revit.

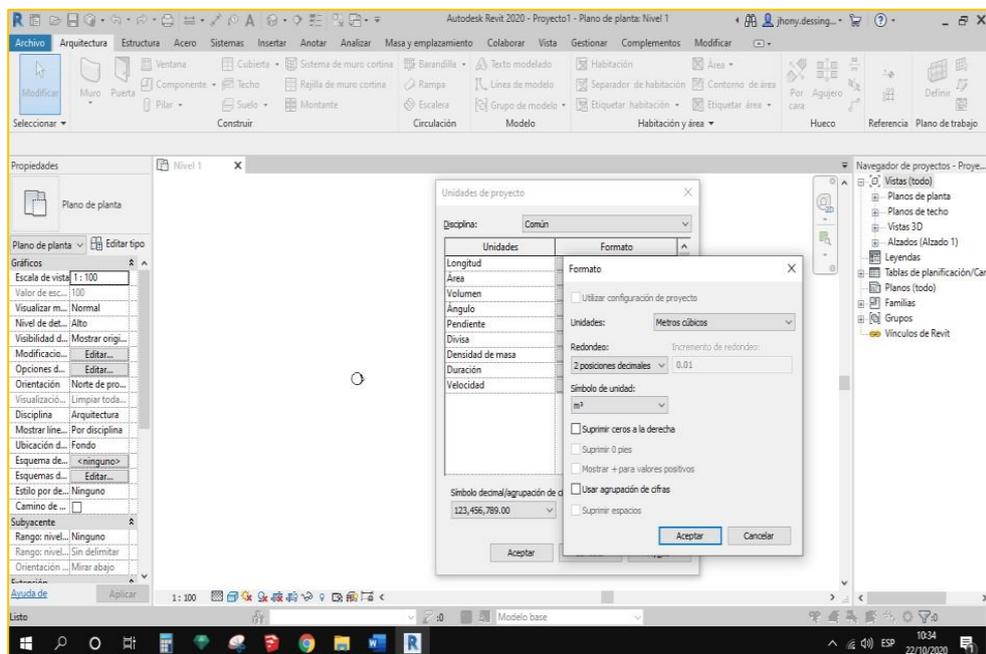


Figura 13. Configuración de las unidades de decimales.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 4:** Se procedió a guardar el archivo en nuestro disco duro de la computadora.

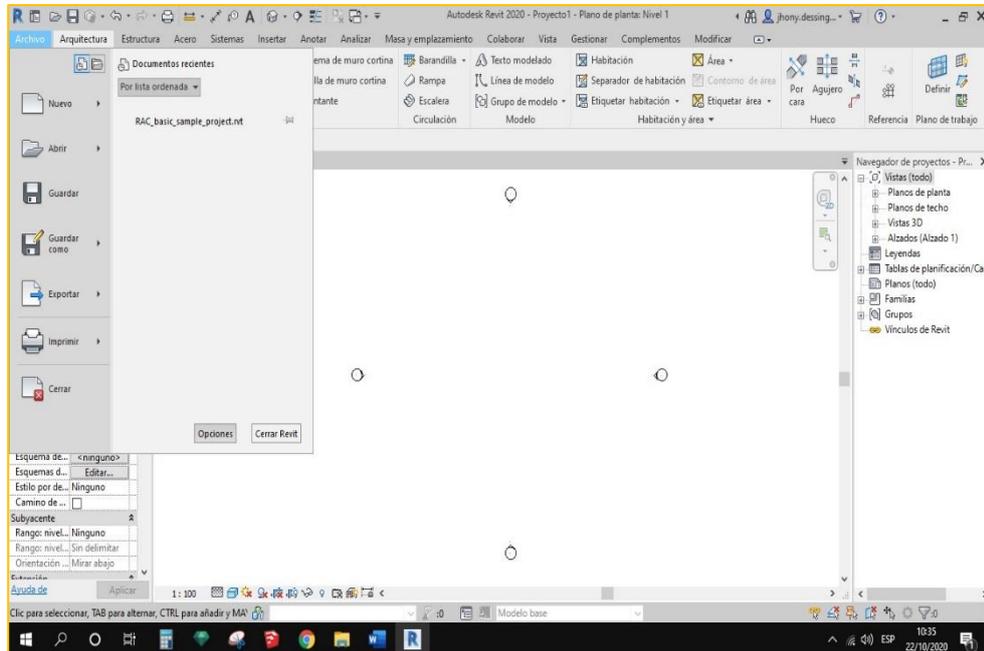


Figura 14. Guardado de proyecto en disco duro de PC.

Fuente: Autodesk Revit.

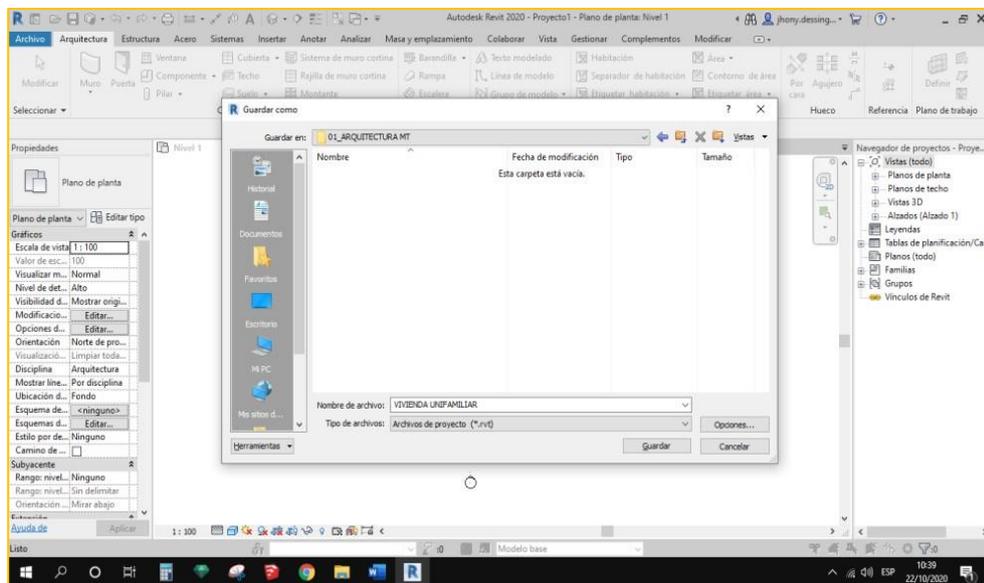


Figura 15. Carpeta de destino de archivo del proyecto.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 5:** Se empezó a transcribir las medidas anotadas en la ficha resumen, se empezó con la colación de los ejes de la primera planta.

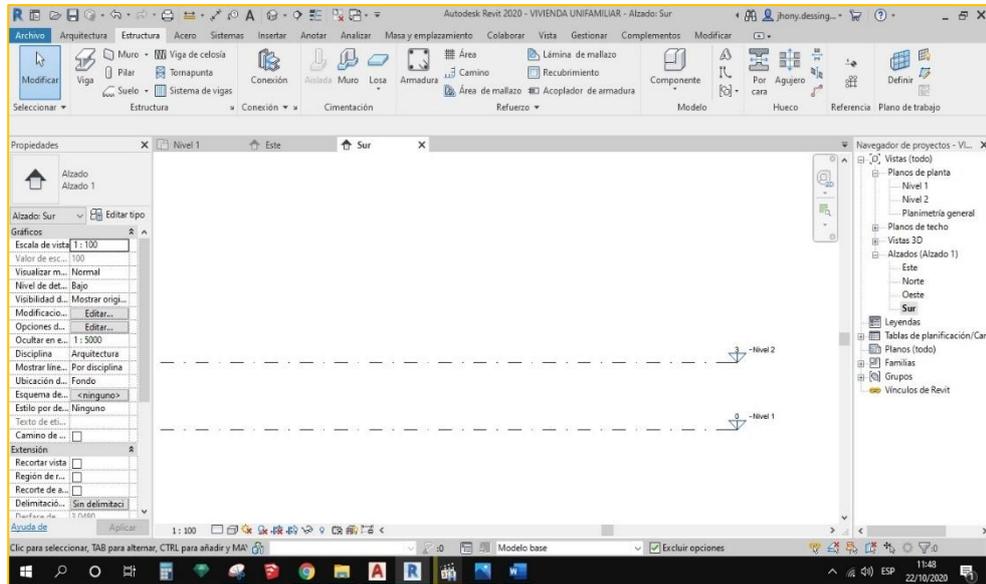


Figura 16. Creación de los niveles.

Fuente: Autodesk Revit.

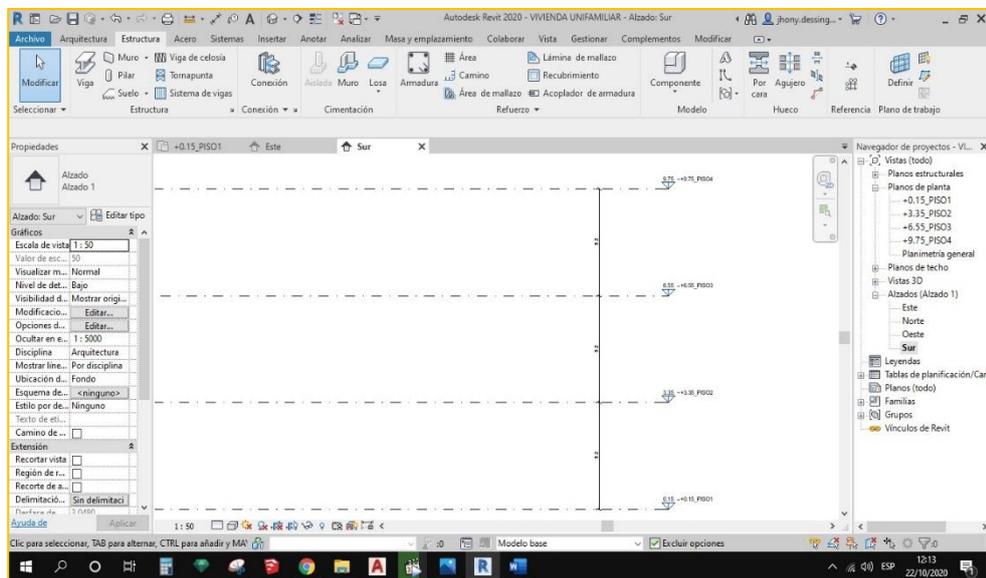


Figura 17. Acotamiento entre niveles.

Fuente: Autodesk Revit.

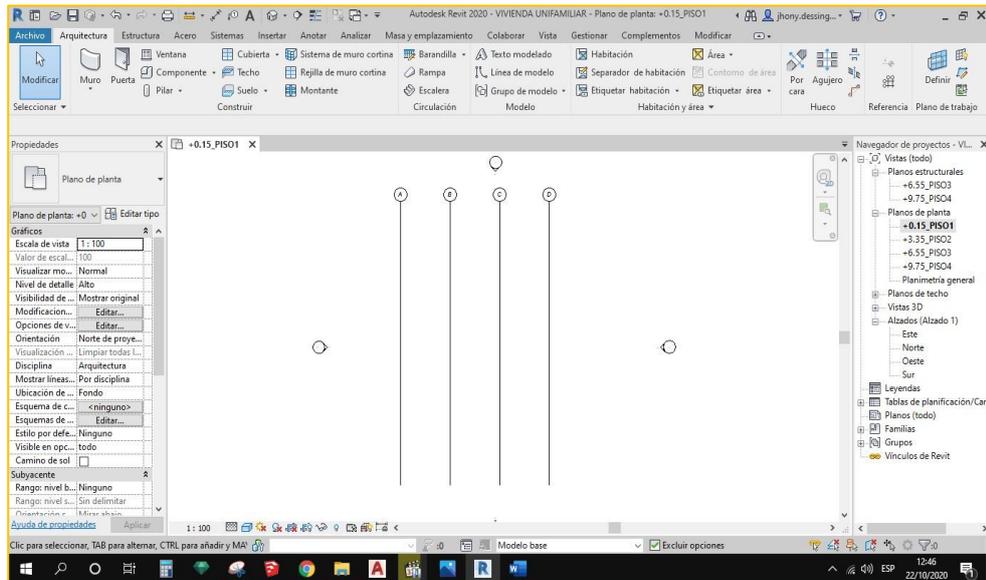


Figura 18. Creación de niveles en plano de planta.

Fuente: Autodesk Revit.

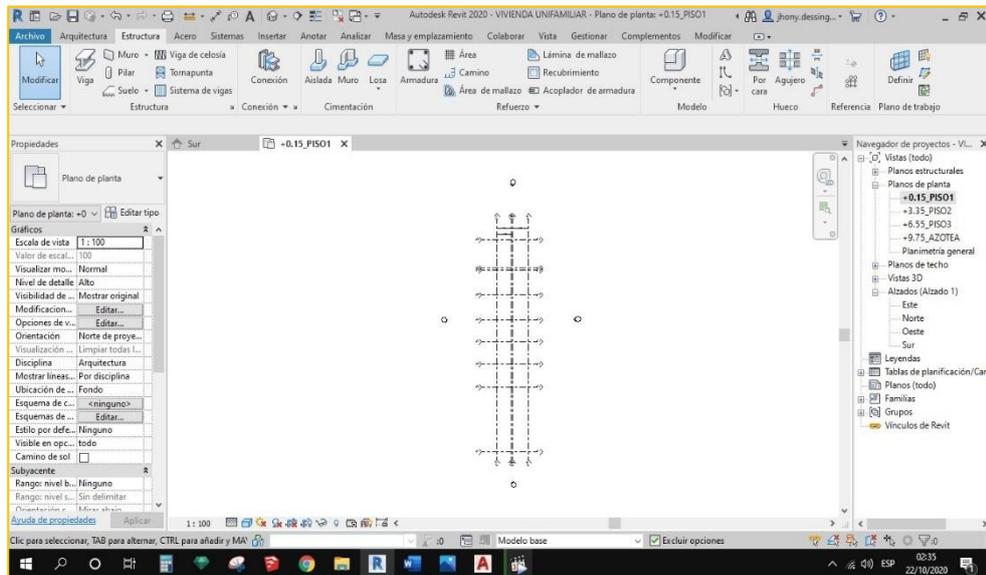


Figura 19. Creación de niveles longitudinales y transversales en plano de planta.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 6:** Se empezó a modelar los pilares arquitectónicos, desarrollando el proyecto según el procedimiento constructivo aplicado en obras.

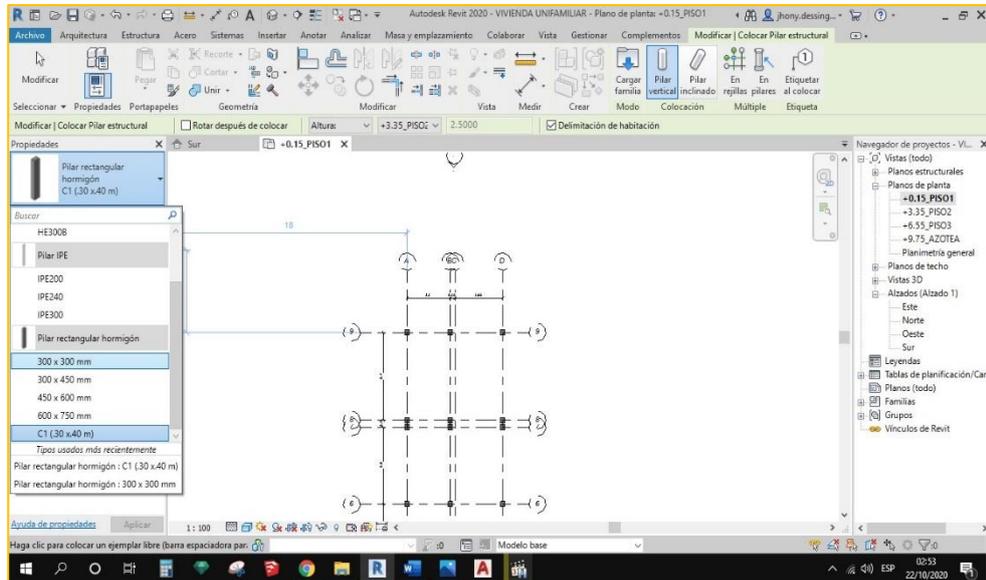


Figura 20. Configuración de los pilares arquitectónicos.

Fuente: Autodesk Revit.

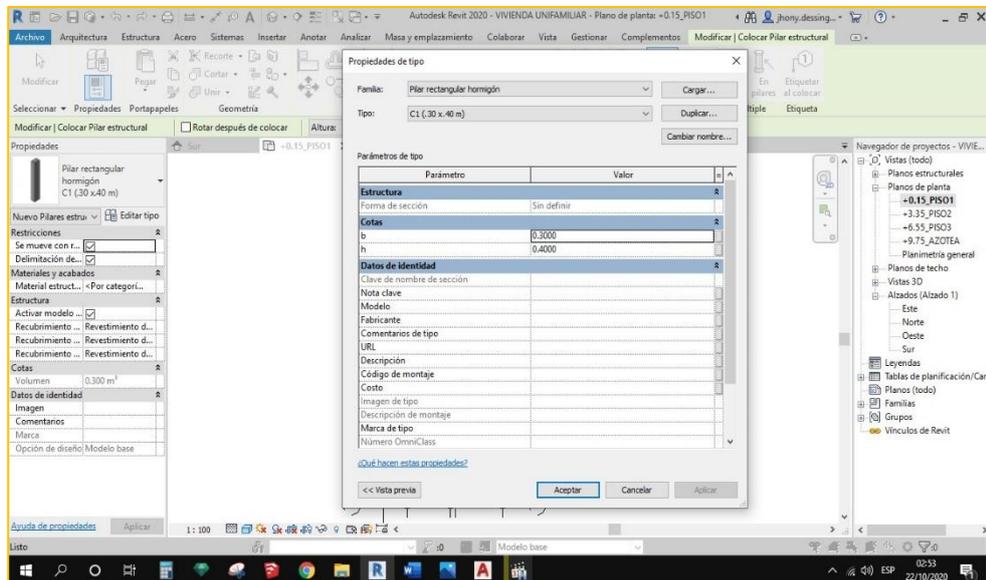


Figura 21. Configuración de medidas de los pilares arquitectónicos.

Fuente: Autodesk Revit.

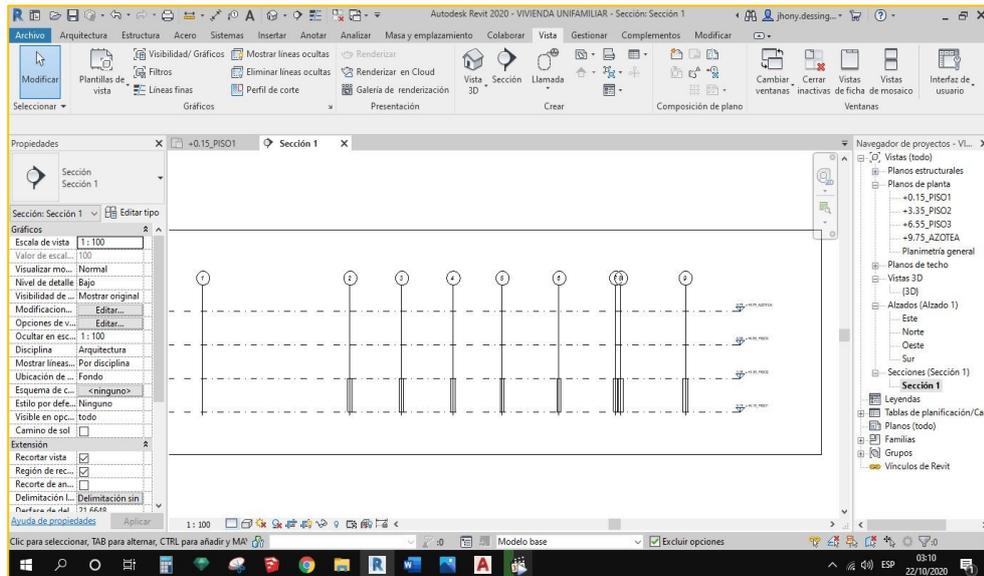


Figura 22. Vista alzado de sección de los pilares arquitectónicos en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

### Paso 7: Modelamiento del suelo arquitectónico.

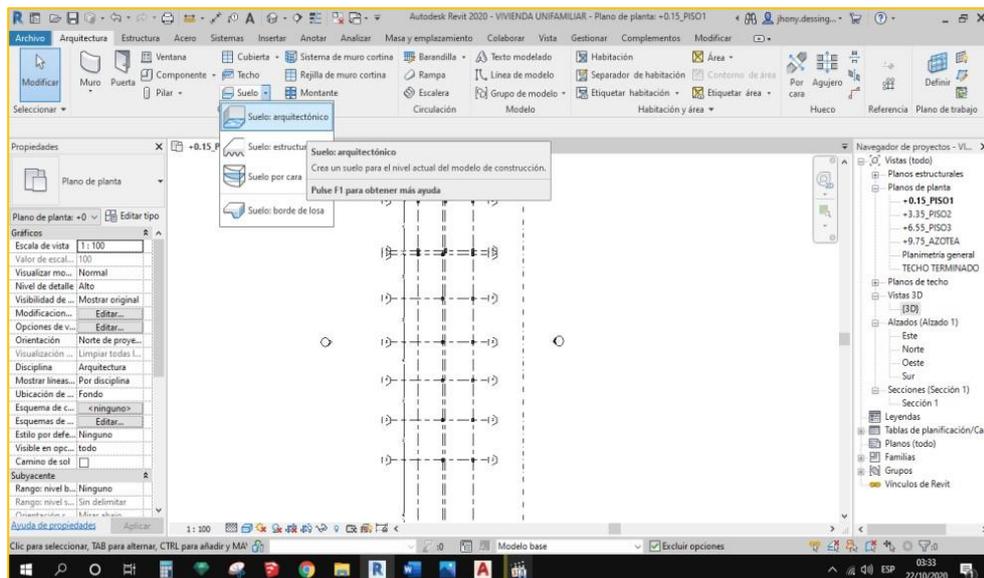


Figura 23. Configuración para la creación del suelo arquitectónico en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

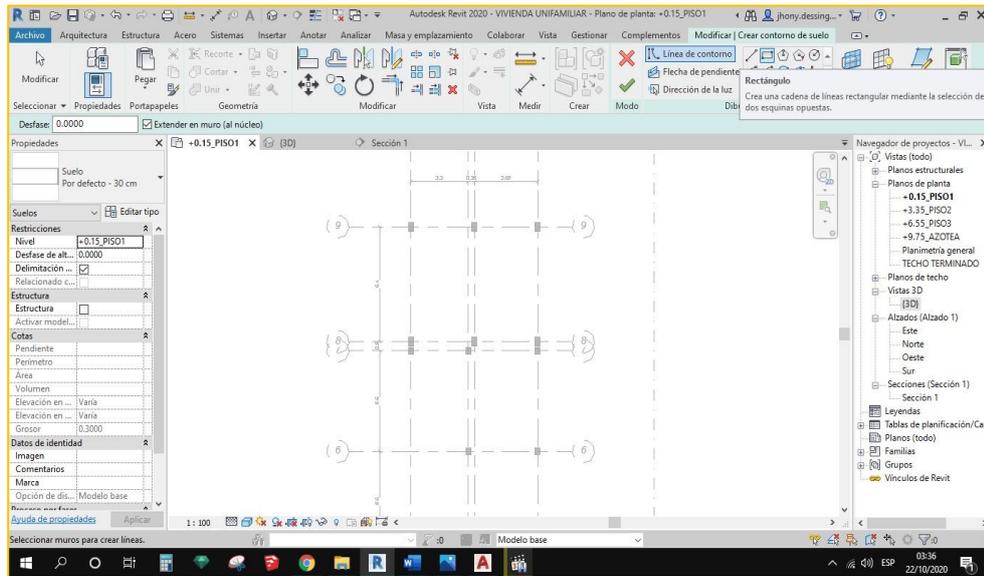


Figura 24. Selección de la herramienta rectángulo para la creación del suelo arquitectónico en planta del primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

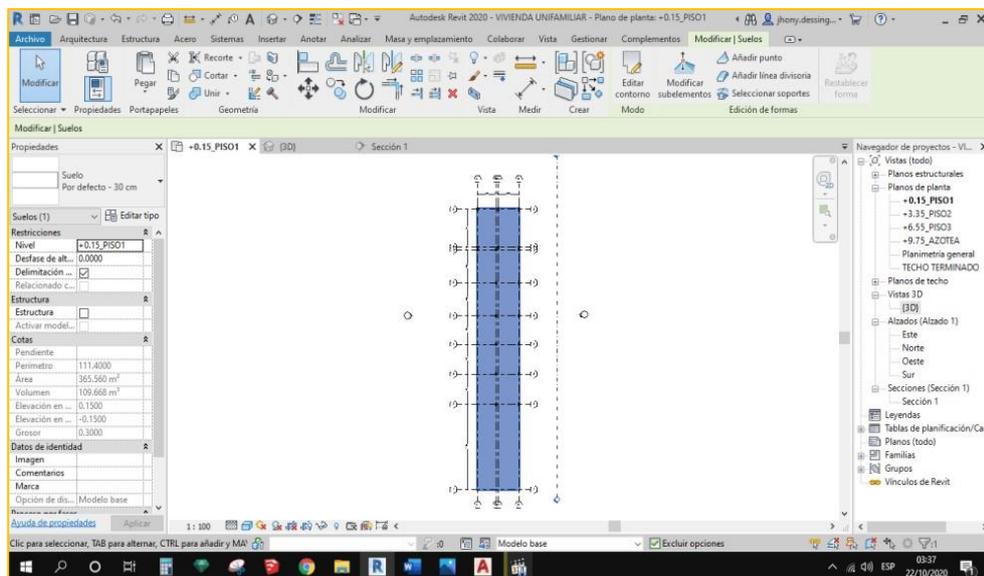


Figura 25. Creación del suelo arquitectónico en planta del primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

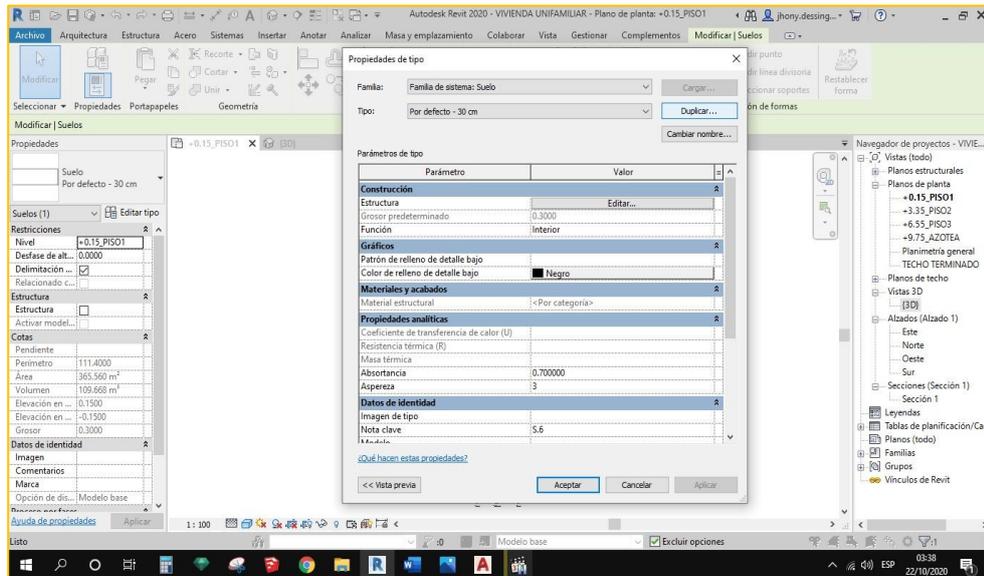


Figura 26. Edición de parámetros del suelo arquitectónico.

Fuente: Autodesk Revit.

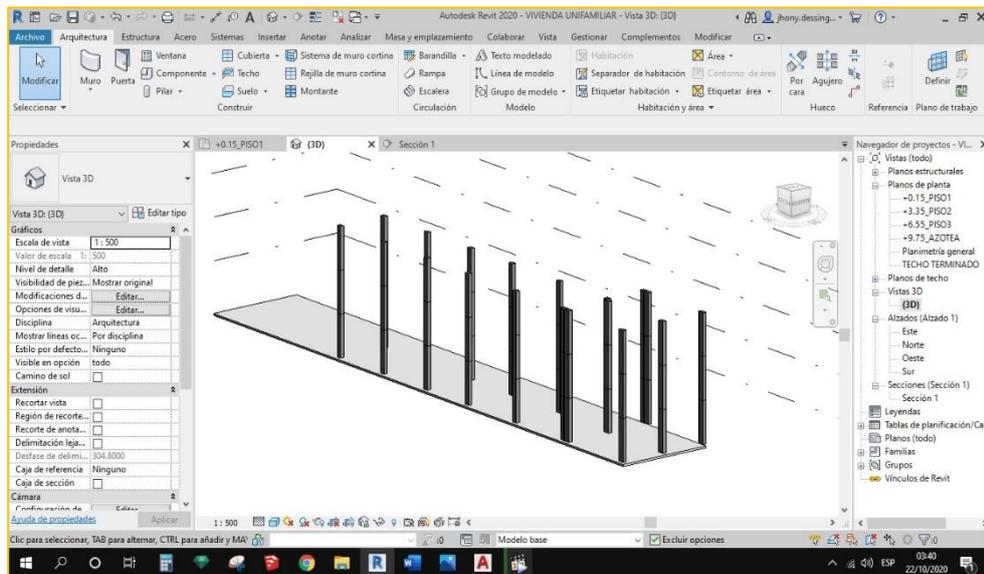


Figura 27. Vista en alzado de pilares arquitectónicos del primer y segundo nivel con suelo arquitectónico en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 8: Modelamiento de losa aligerada con un espesor de 0.25 m.**

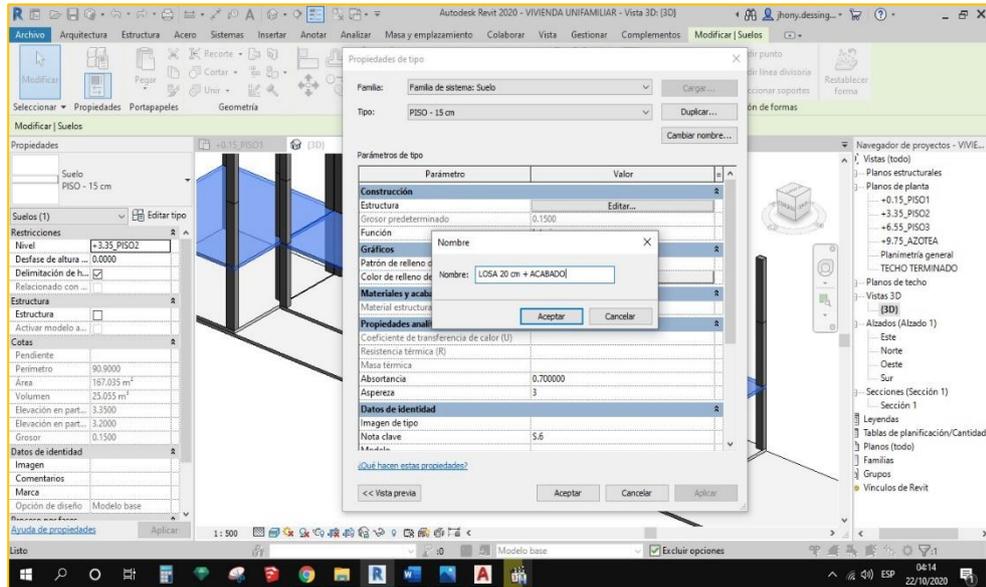


Figura 28. Configuración de losa aligerada en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

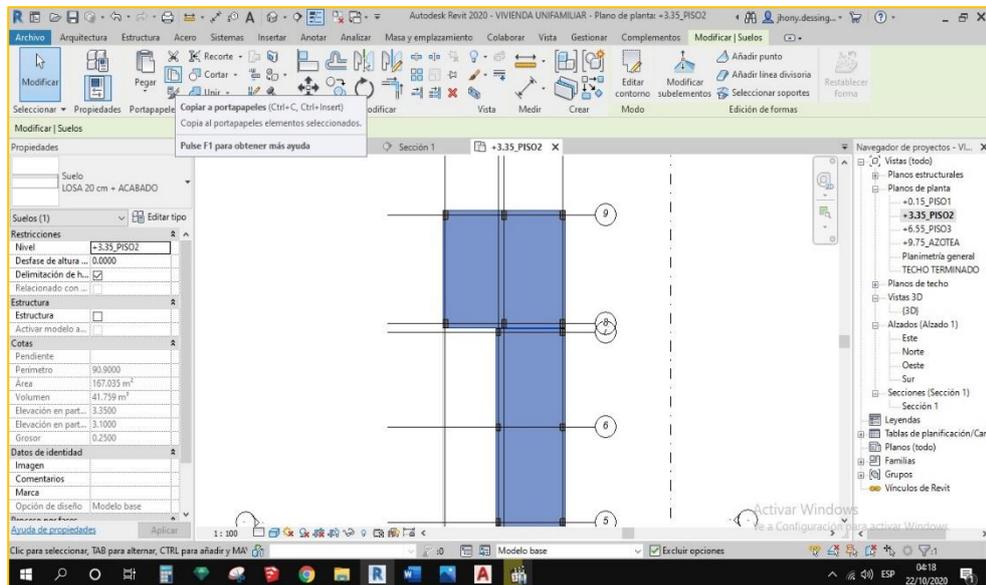


Figura 29. Vista en planta de losa aligerada en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

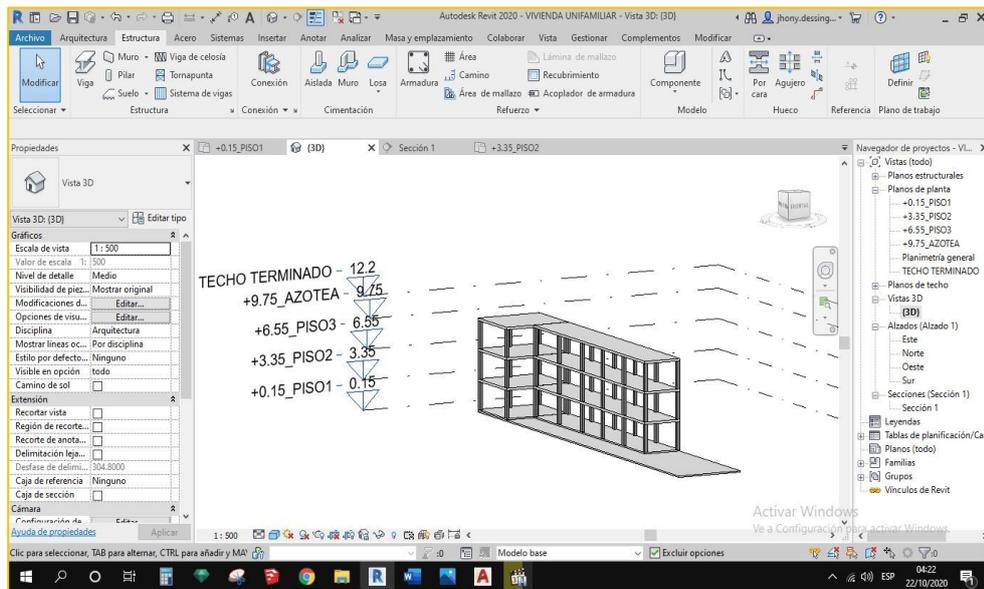


Figura 30. Vista isométrica de losas aligeradas y pilares arquitectónicos del proyecto.

Fuente: Autodesk Revit.

### Paso 9: Modelamiento de muros con acabados en tarrajeo de e = 1 cm.

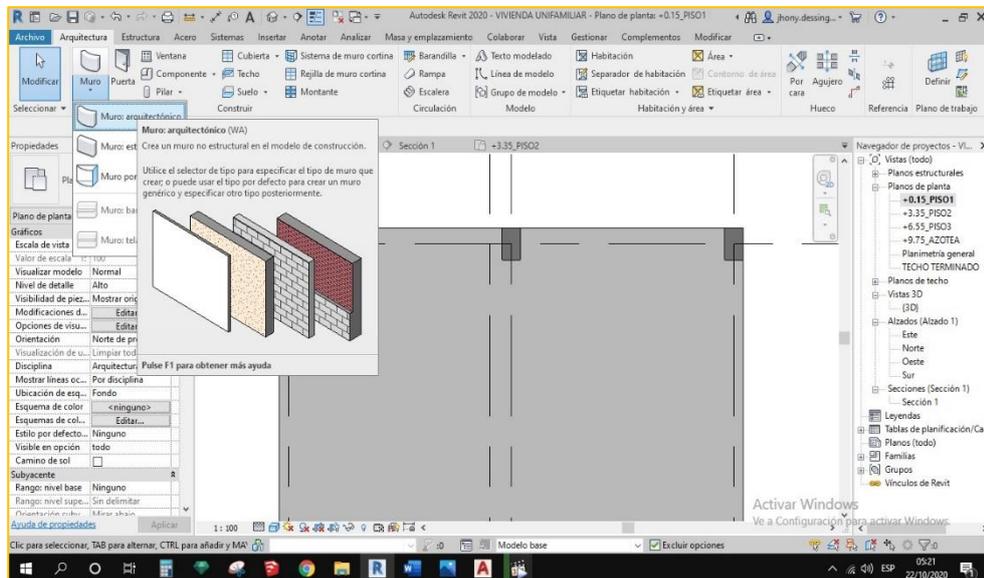


Figura 31. Creación de muros arquitectónicos.

Fuente: Autodesk Revit.

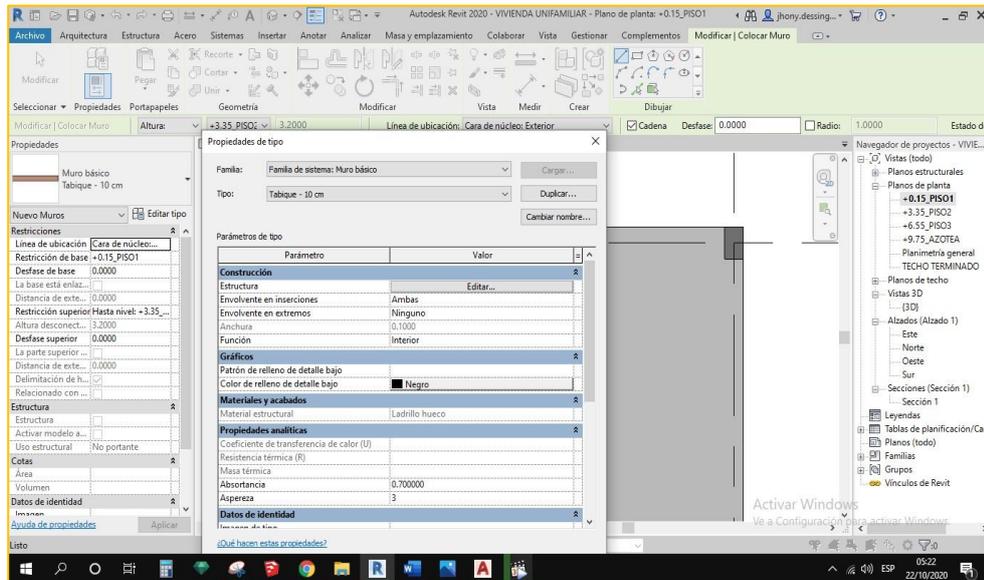


Figura 32. Configuración de parámetros para la creación de muros arquitectónicos.

Fuente: Autodesk Revit.

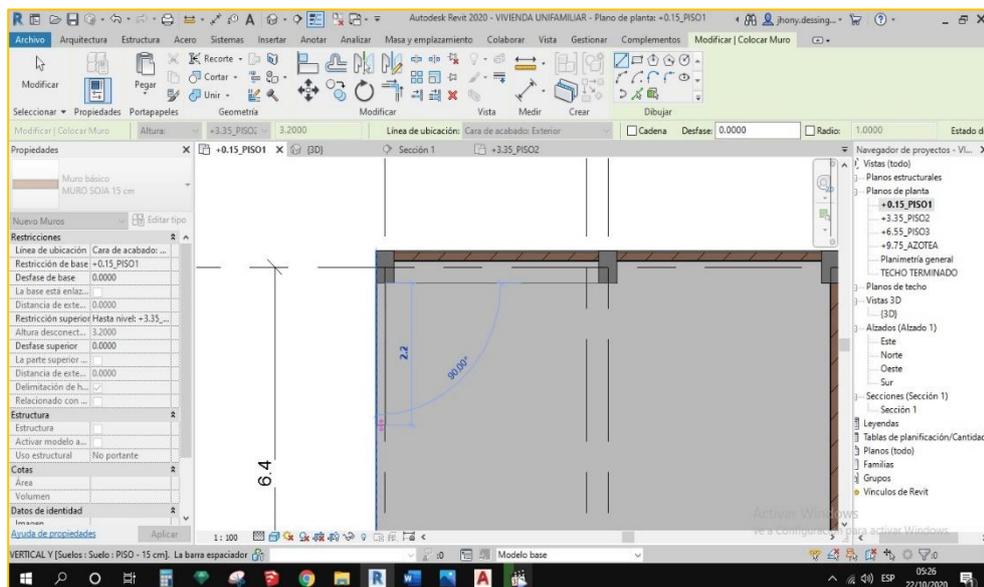


Figura 33. Colocación de muros arquitectónicos en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

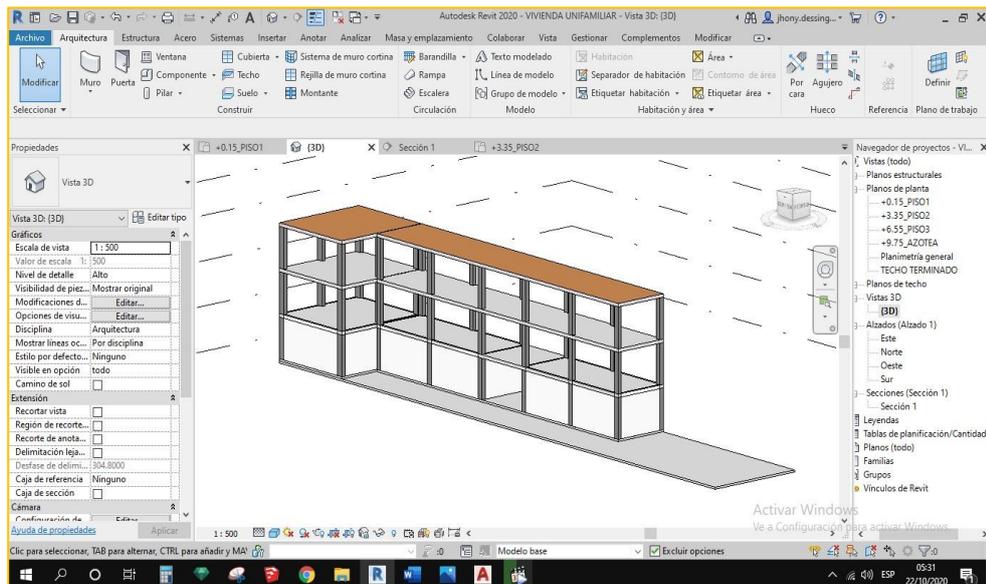


Figura 34. Vista en isométrico de muros junto a pilares arquitectónicos y losa aligerada.

Fuente: Autodesk Revit.

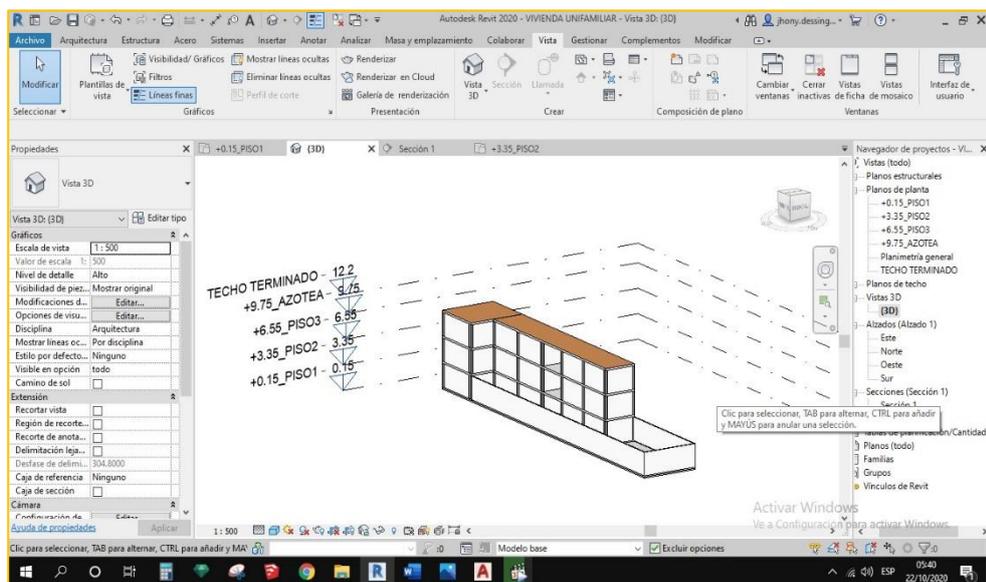


Figura 35. Vista en isométrico de muros, pilares arquitectónicos y losa aligerada en los tres niveles.

Fuente: Autodesk Revit.

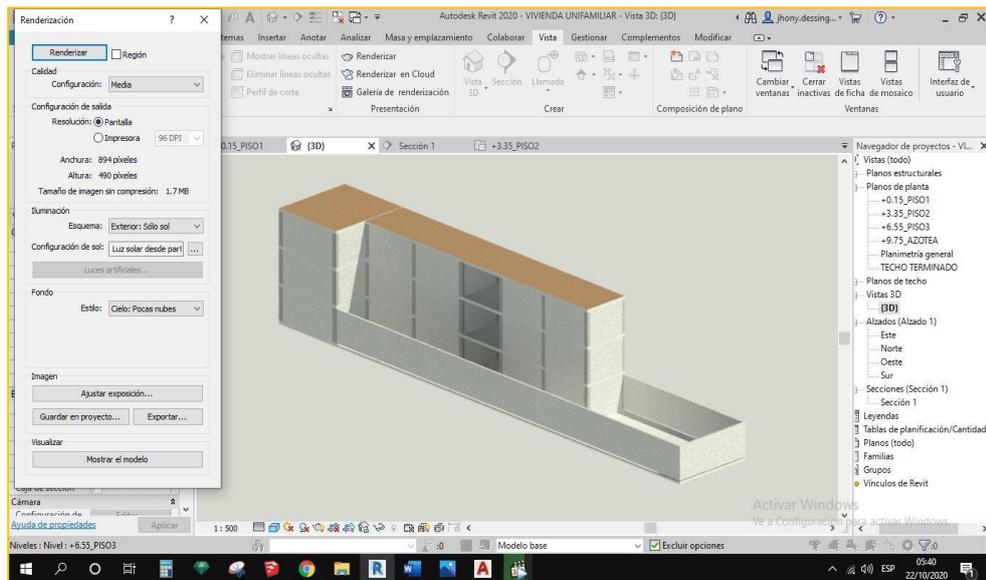


Figura 36. Vista renderizada de muros, pilares arquitectónicos y losa aligerada en los tres niveles.

Fuente: Autodesk Revit.

### Paso 10: Colocación de puertas y ventanas.

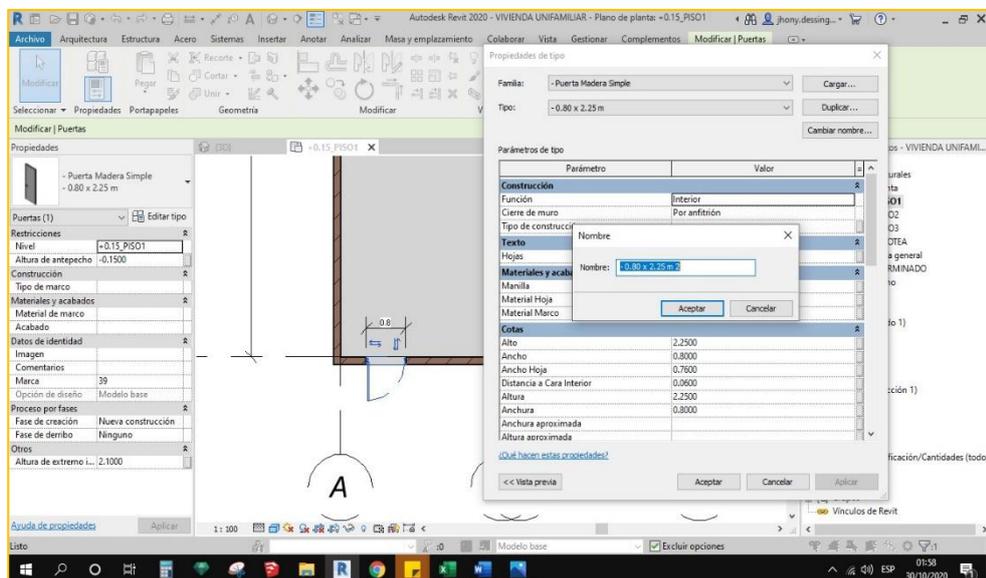


Figura 37. Creación de puerta principal.

Fuente: Autodesk Revit.

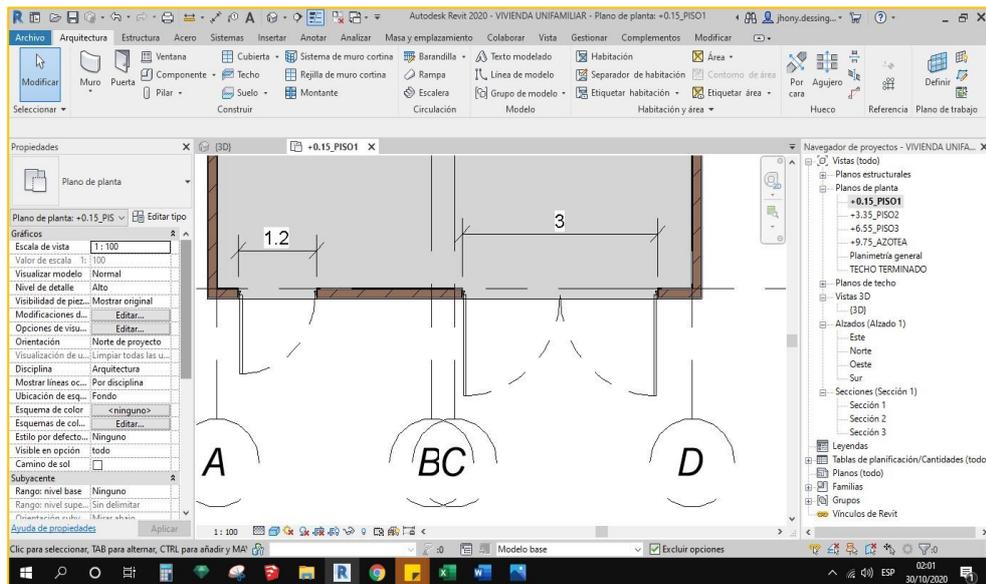


Figura 38. Vista en planta de puertas de ingreso principal.

Fuente: Autodesk Revit.

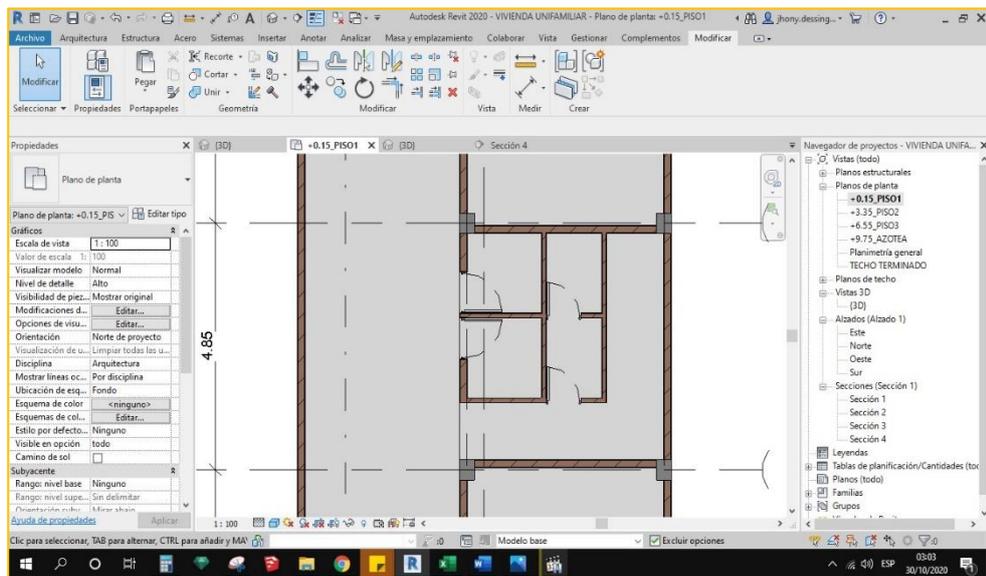


Figura 39. Vista en planta de puertas en zonas de SS. HH. en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

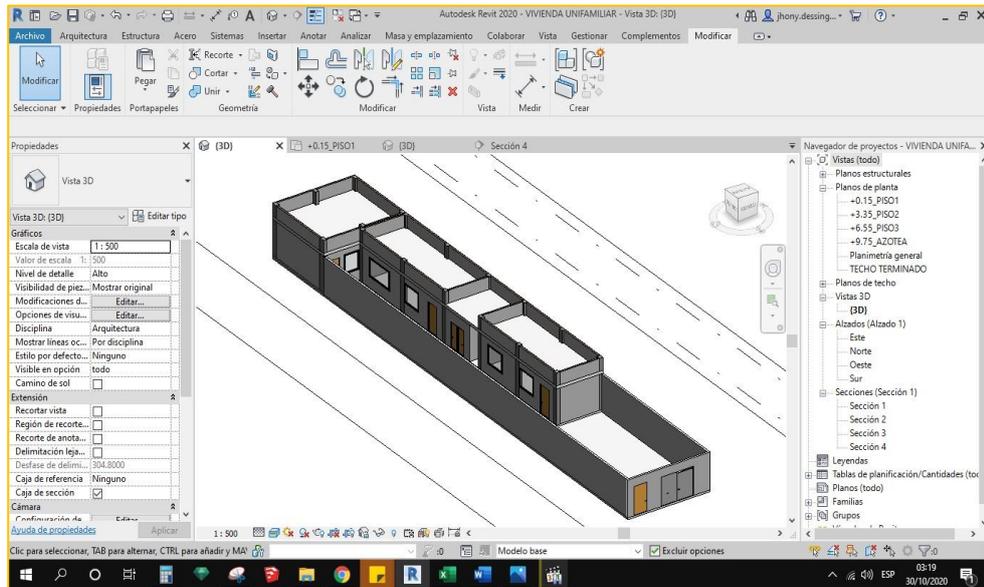


Figura 40. Vista 3D del primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

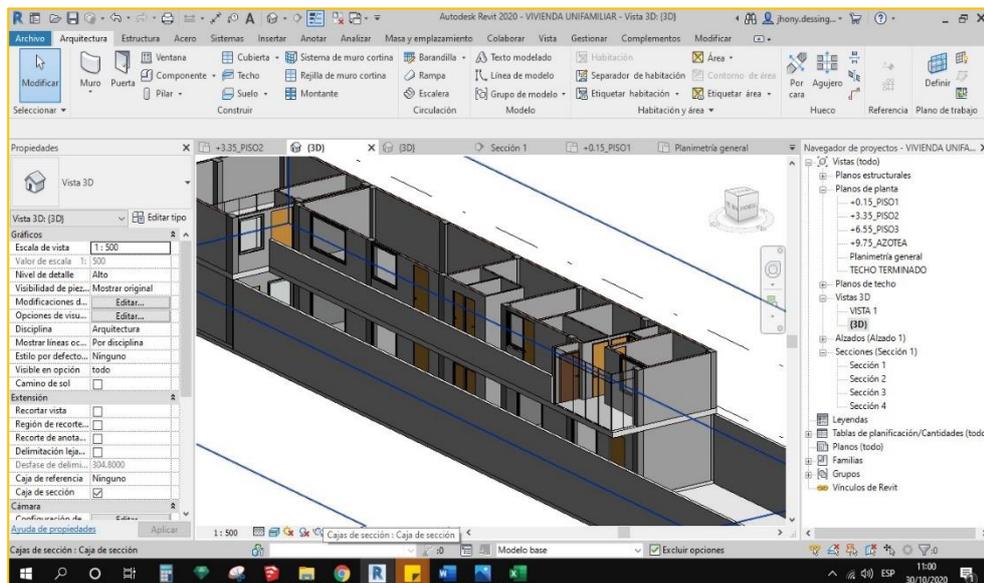


Figura 41. Vista 3D del segundo nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

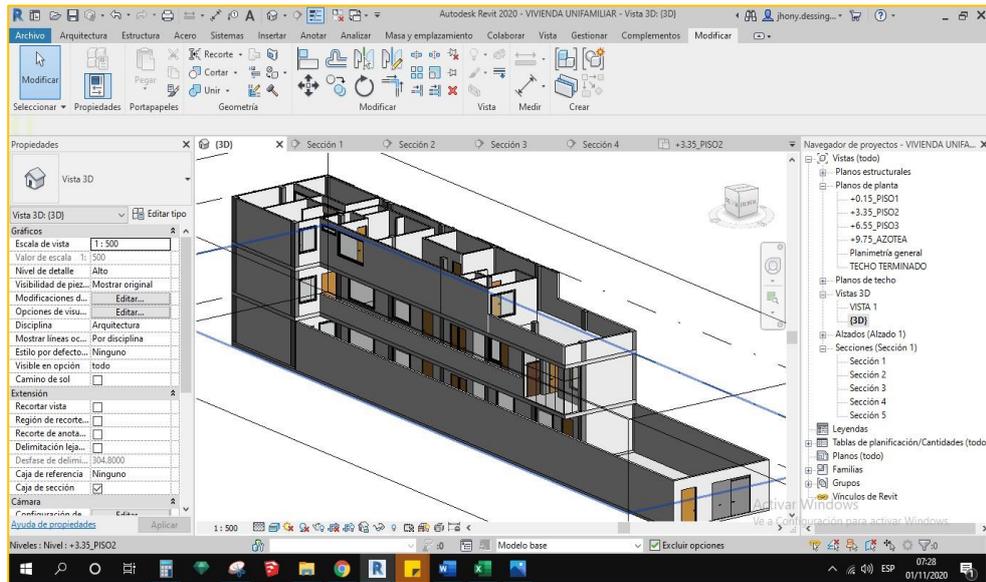


Figura 42. Vista 3D del tercer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

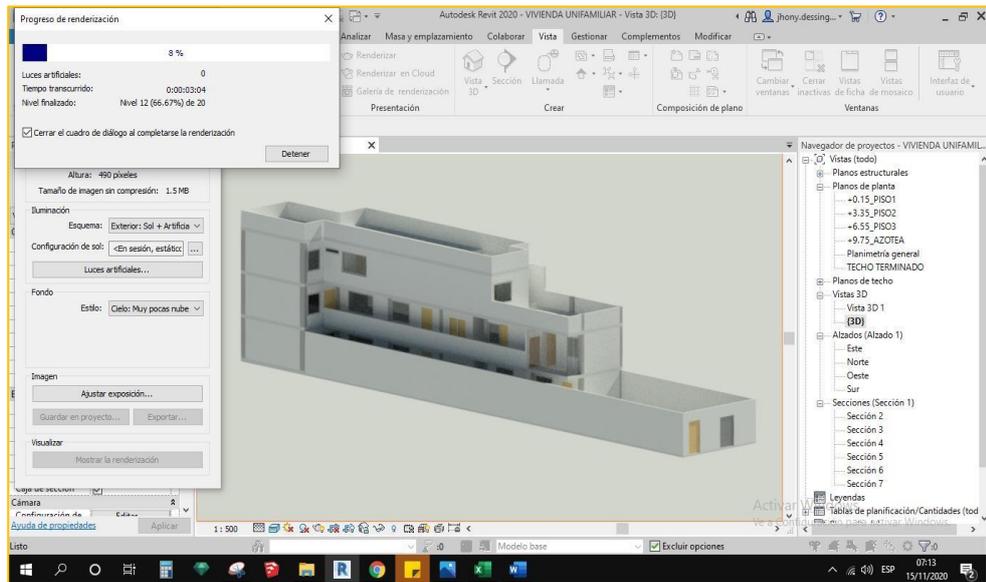


Figura 43. Renderizado de modelo de arquitectura.

Fuente: Autodesk Revit.

### 2.8.1.2 Modelado BIM estructuras.

En esta etapa se analizaron los planos alcanzados por la constructora mediante una guía de observación (ver anexos, Tabla 20), luego de esto se procedió a realizar la extracción de datos mediante una ficha resumen donde se anotó todos los datos necesarios para el modelado de la especialidad de estructuras (ver anexos, Tablas 21, 22, 23 y 24), y finalmente se procedió a ingresar estos datos al programa Revit 2020. Para el modelado de estructuras se procedió a trabajar en la plantilla de estructuras, asimismo, se realizó un modelado BIM bajo el modelo LOD 300. El procedimiento fue como sigue:

#### Paso 1: Ejecución del programa Revit 2020 Versión Estudiantil.



Figura 44. Ejecución del programa Revit 2020.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 2:** Se seleccionó la plantilla estructural.

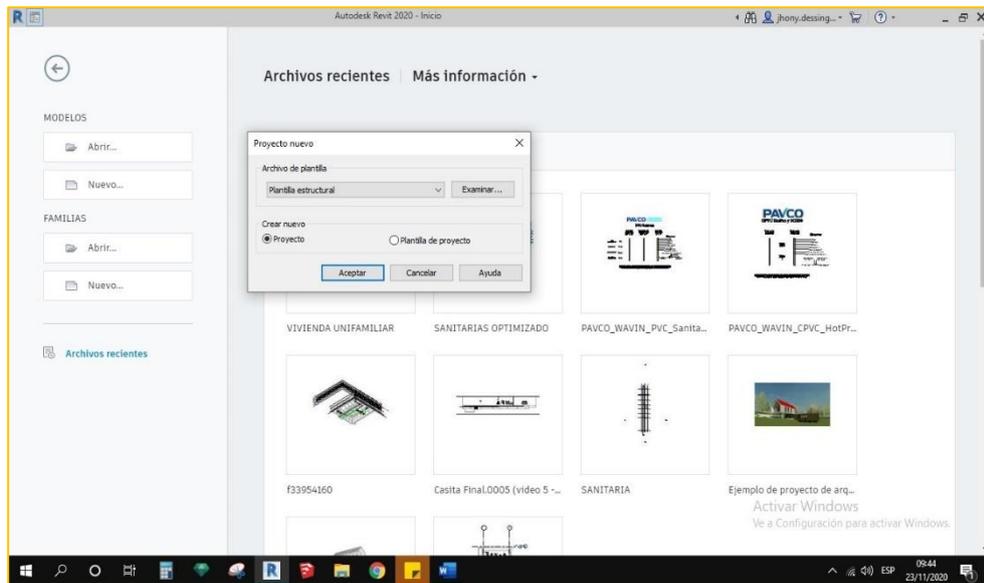


Figura 45. Selección de plantilla estructural.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 3:** Se procedió a vincular con el modelo de arquitectura, BIM es un programa que trabaja de manera colaborativa entre todas las especialidades.

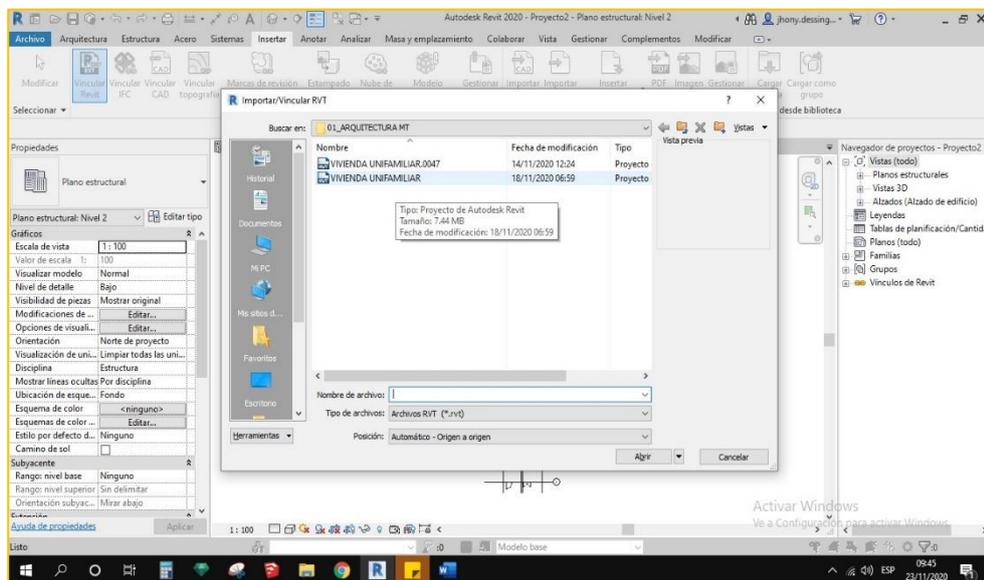


Figura 46. Vinculación con el modelo de arquitectura.

Fuente: Autodesk Revit.

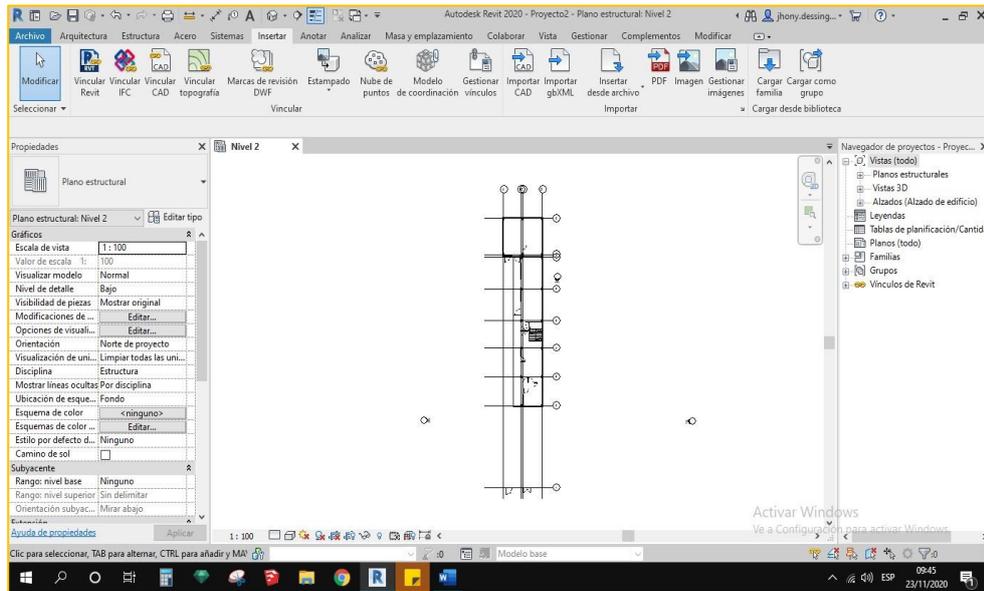


Figura 47. Importación y visualización del modelo de arquitectura.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 4:** Se procedió a configurar los niveles estructurales.

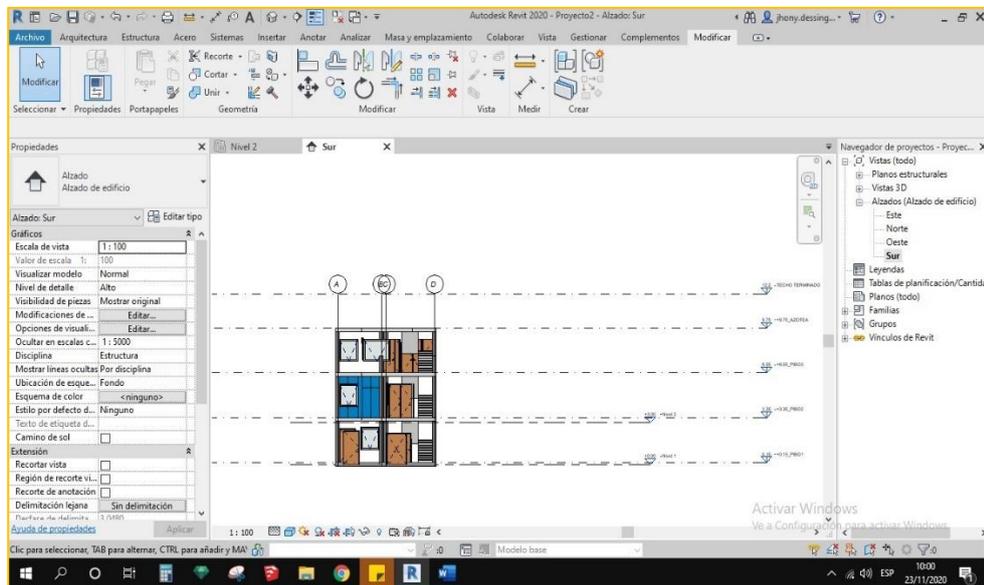


Figura 48. Configuración de los niveles estructurales.

Fuente: Autodesk Revit.

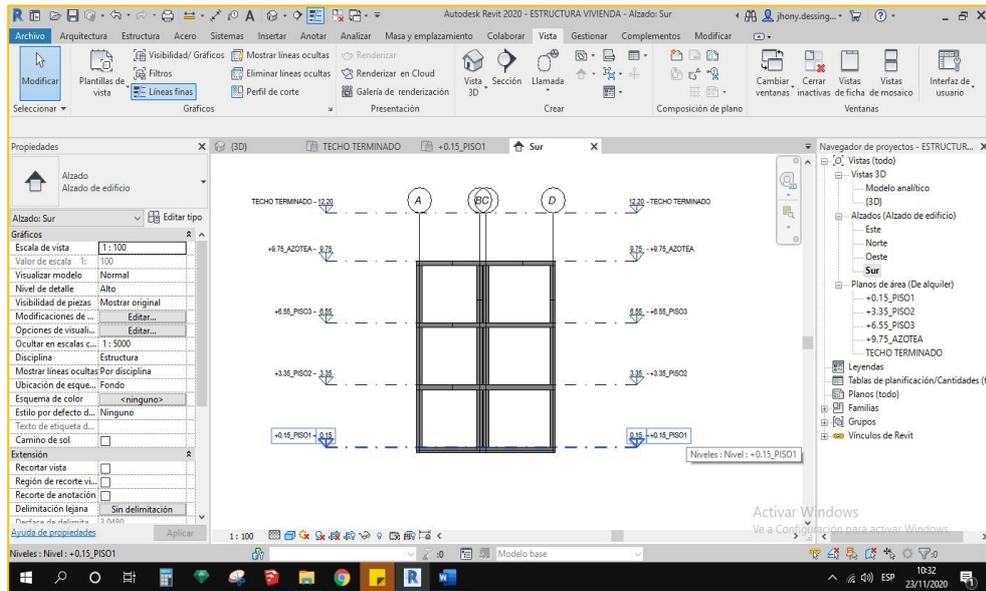


Figura 49. Configuración de los niveles estructurales en los tres niveles.

Fuente: Autodesk Revit.

### Paso 5: Se procedió a configurar los niveles estructurales para los cimientos.

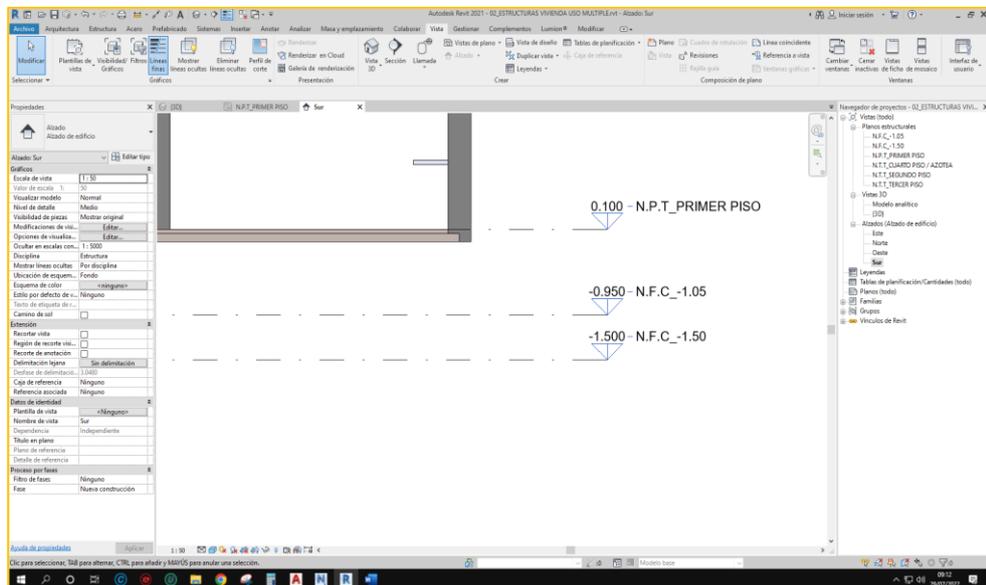


Figura 50. Configuración de los niveles estructurales para la cimentación.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 6:** Se procedió a crear las zapatas.

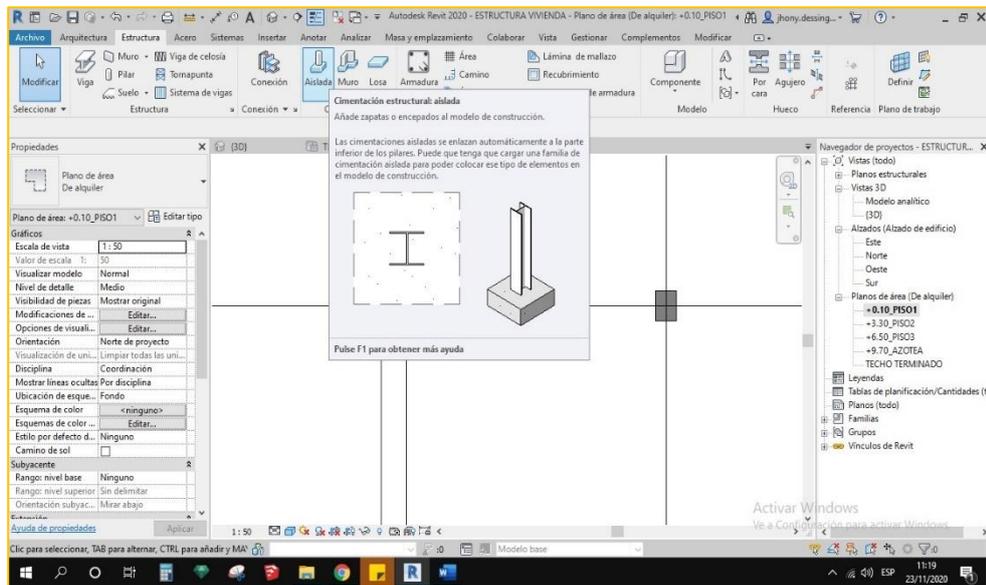


Figura 51. Creación de las zapatas.

Fuente: Autodesk Revit.

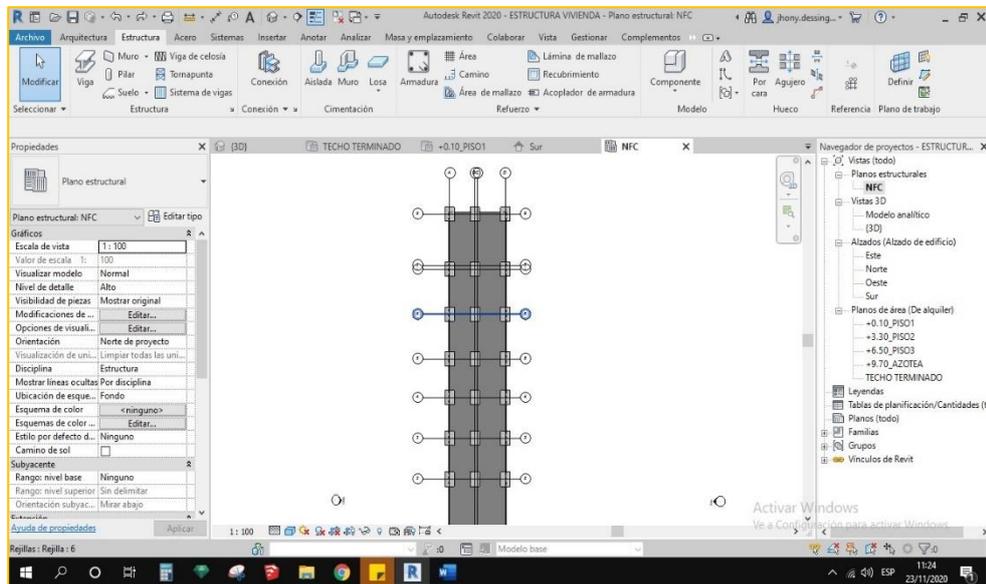


Figura 52. Ubicación de las zapatas en planta.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 7:** Se procedió a configurar las familias para los tipos de zapatas Z-1 y Z-2.

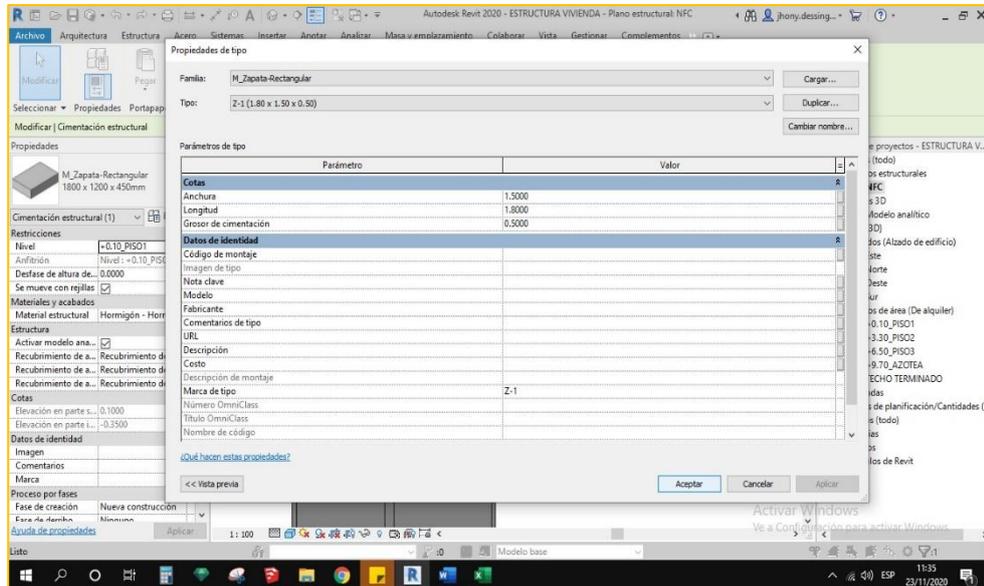


Figura 53. Configuración de las familias de las zapatas según dimensiones del proyecto.

Fuente: Autodesk Revit.

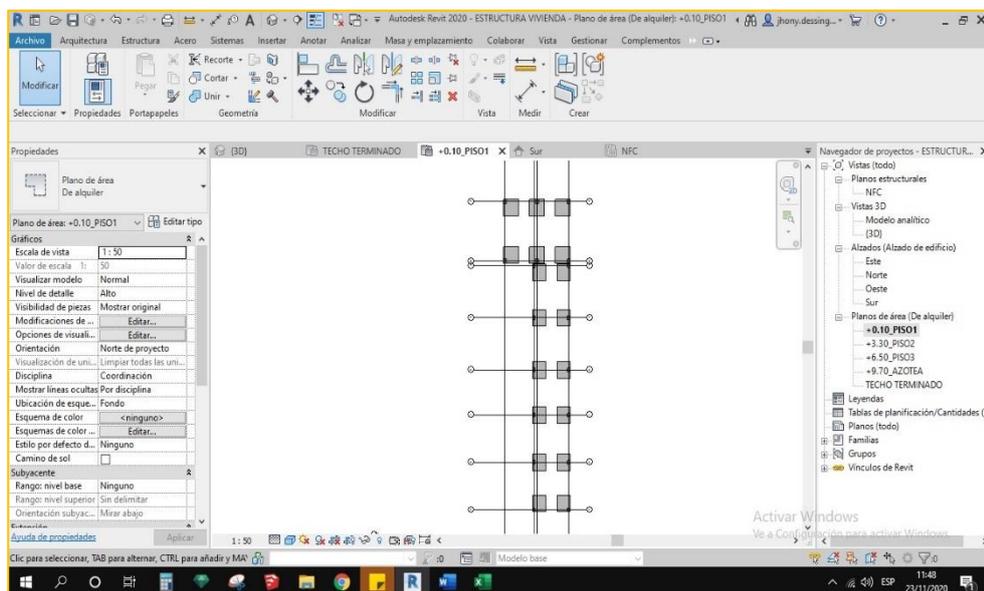


Figura 54. Ubicación de las zapatas con medidas reales de acuerdo al proyecto.

Fuente: Autodesk Revit.

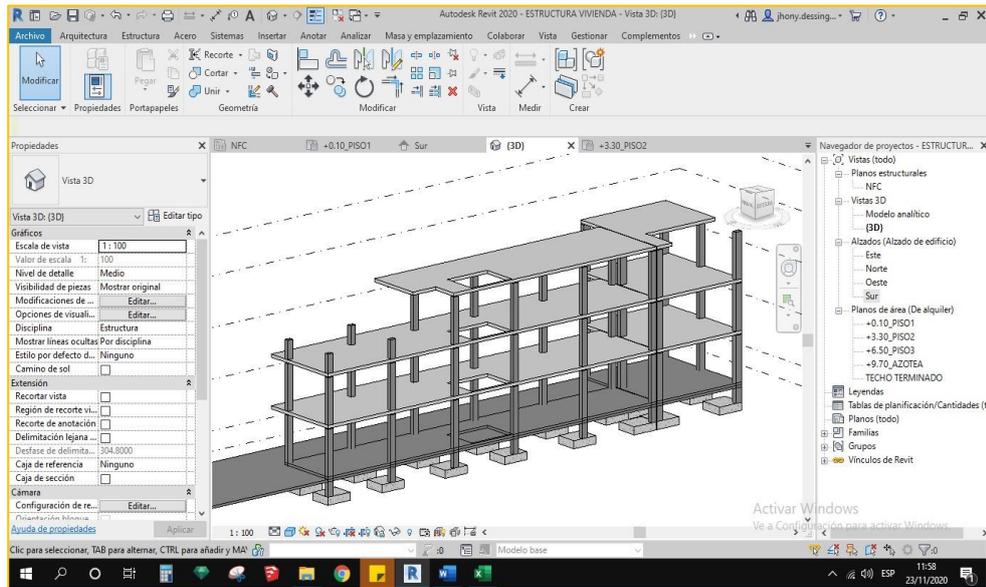


Figura 55. Vista en 3D de la ubicación de las zapatas.

Fuente: Autodesk Revit.

### Paso 8: Se procedió a configurar las familias para la cimentación

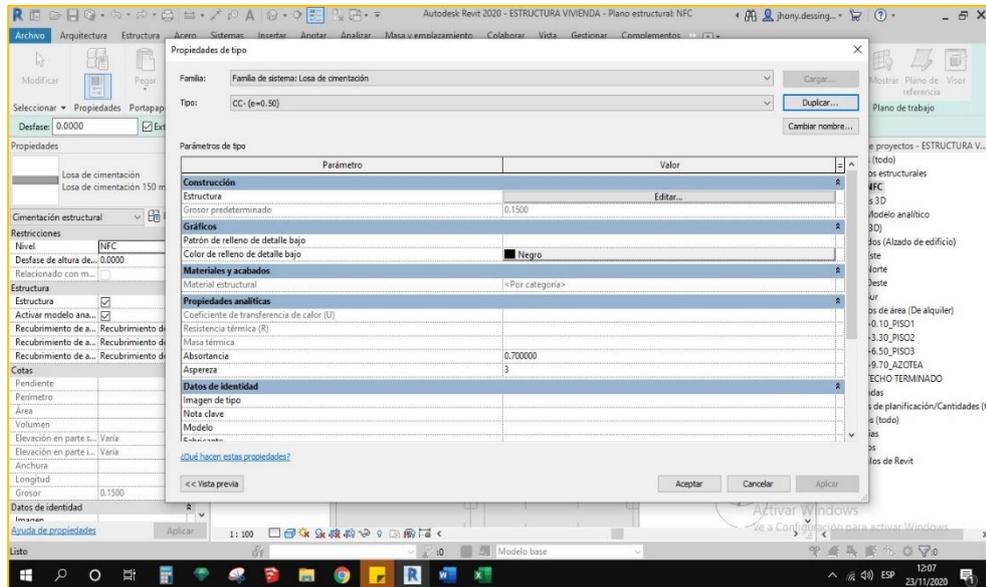


Figura 56. Configuración de las familias para cimiento corrido.

Fuente: Autodesk Revit.

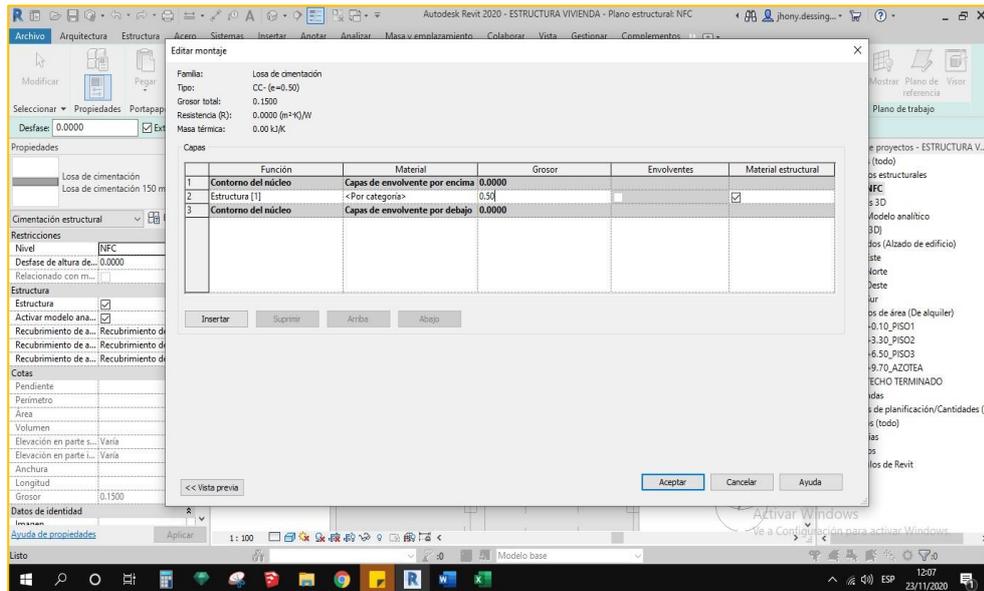


Figura 57. Configuración de medida de ancho de cemento corrido.

Fuente: Autodesk Revit.

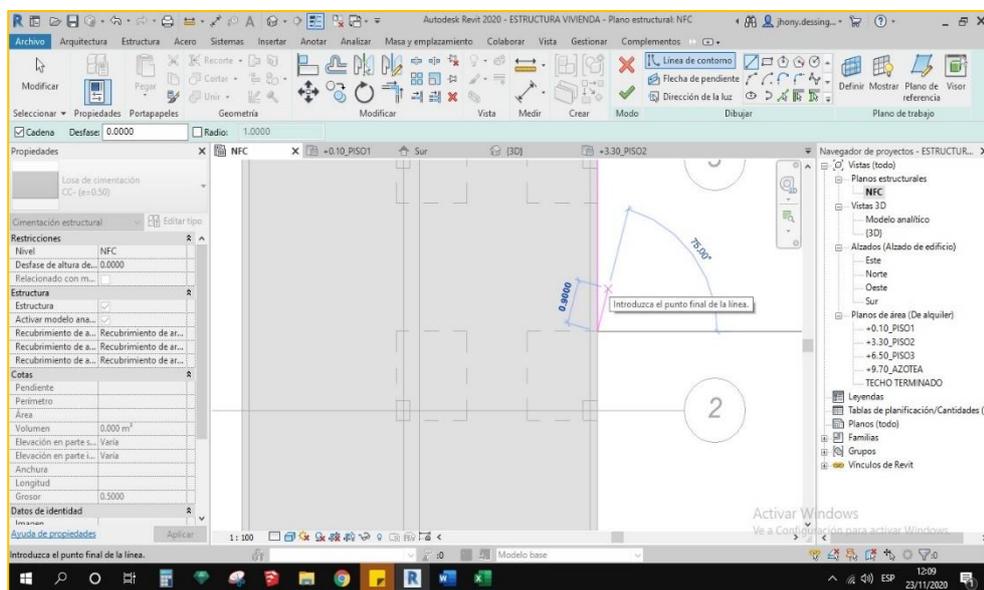


Figura 58. Delimitación de cemento corrido con la herramienta línea de contorno.

Fuente: Autodesk Revit.

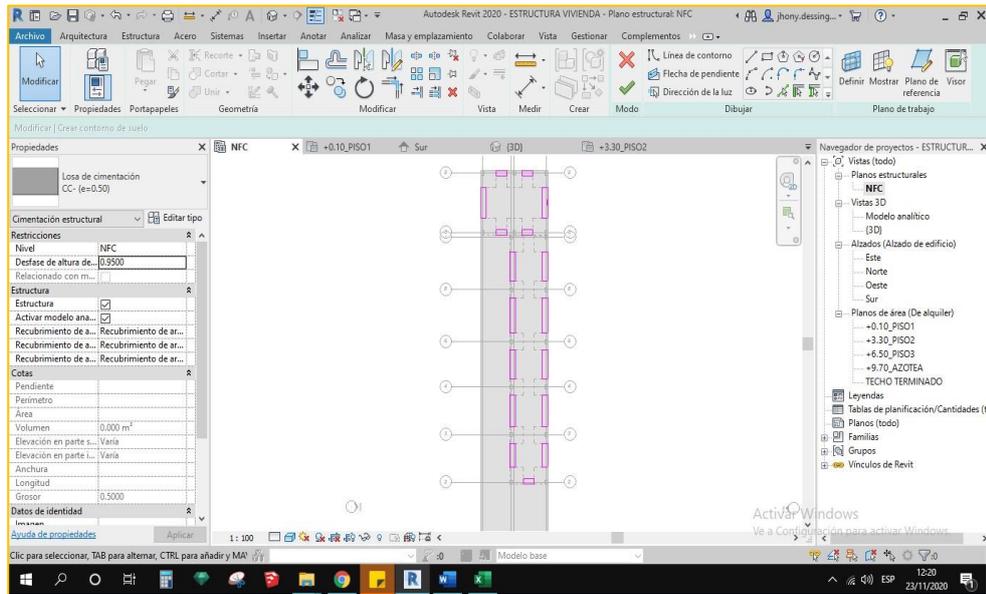


Figura 59. Vista en planta de cimiento corrido.

Fuente: Autodesk Revit.

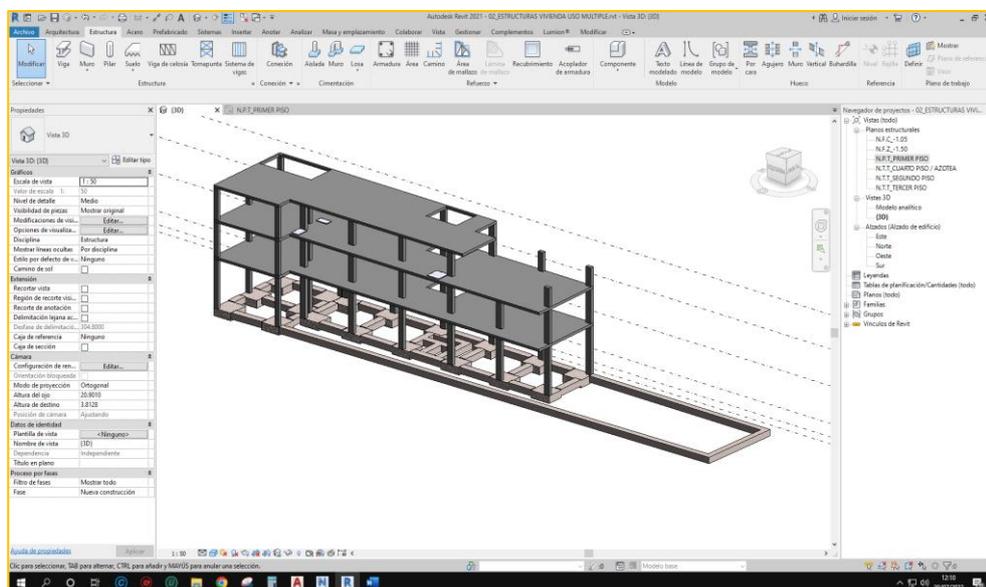


Figura 60. Vista 3D de cimiento corrido.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 9:** Se procedió a configurar las vigas de cimentación tipo VC-01 (0.20 x 0.40 m)

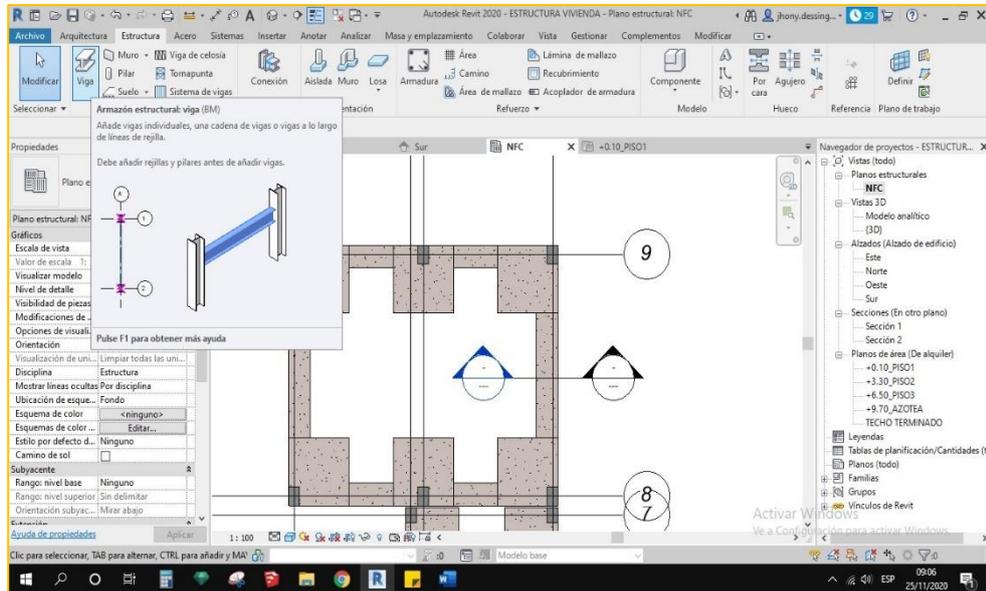


Figura 61. Configuración de vigas de cimentación tipo VC-01.

Fuente: Autodesk Revit.

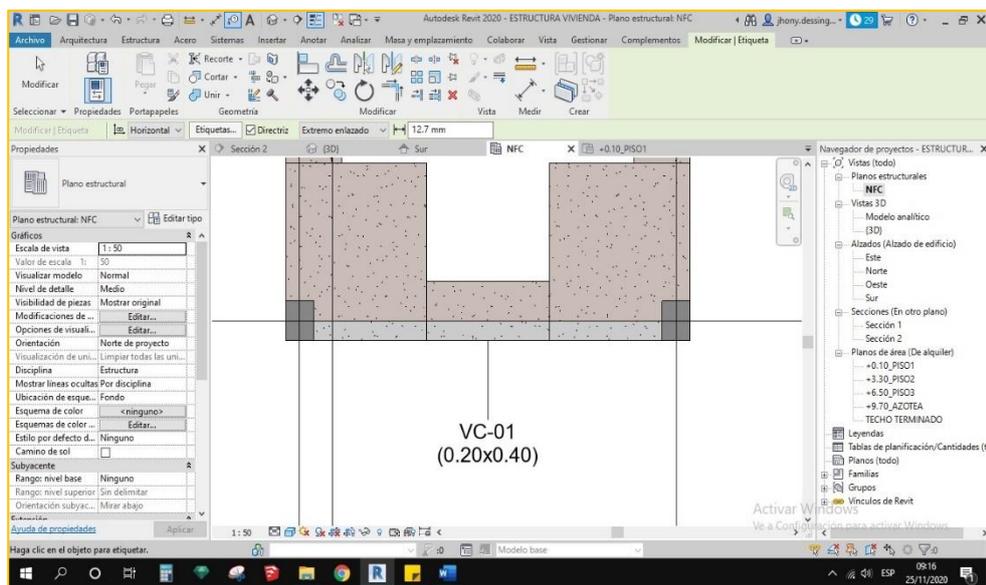


Figura 62. Creación de vigas de cimentación tipo VC-01.

Fuente: Autodesk Revit.

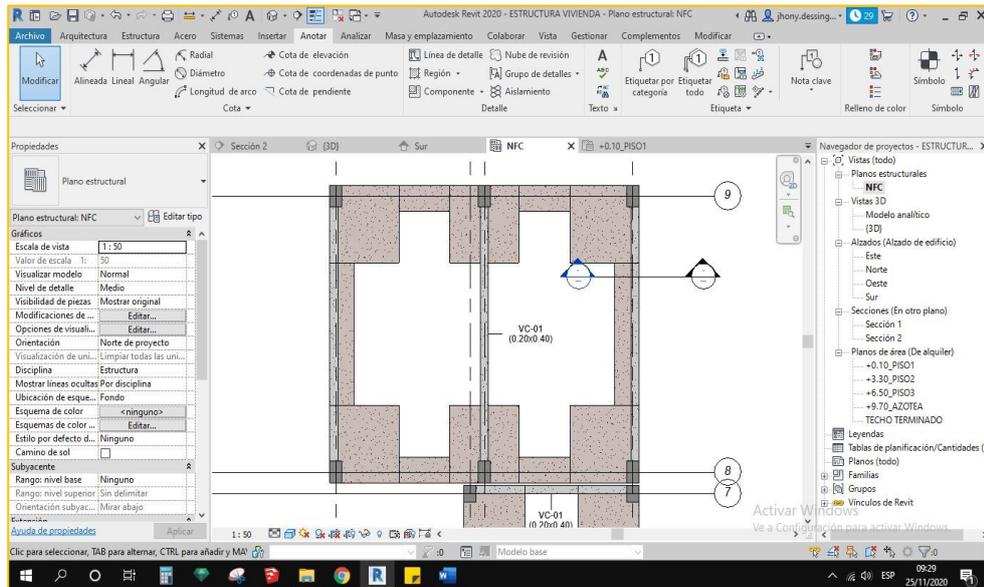


Figura 63. Creación de vigas de cimentación tipo VC-01 en eje Y.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 10:** Se procedió a configurar las vigas de cimentación tipo VC-02 (0.20 x 0.35 m)

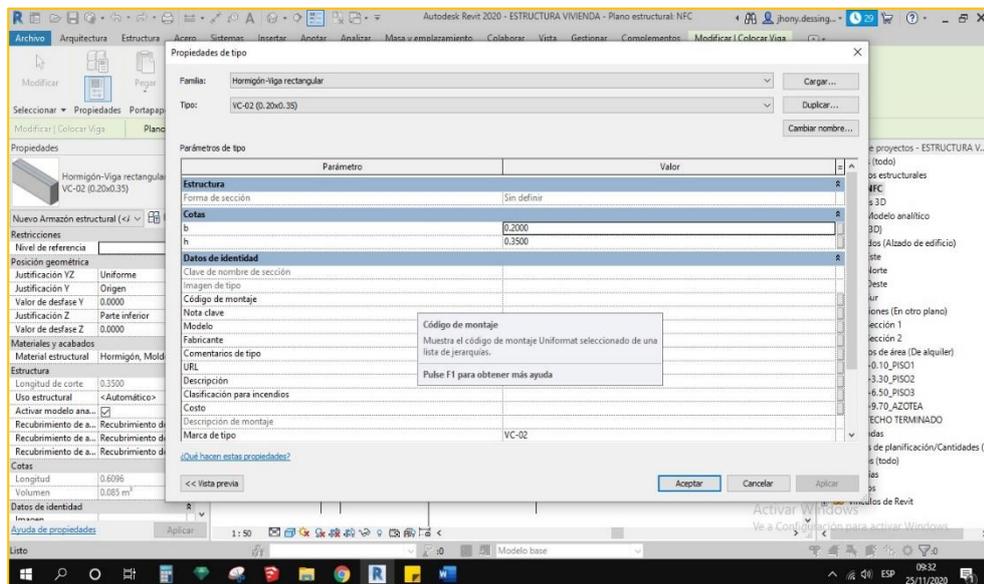


Figura 64. Configuración de vigas de cimentación tipo VC-02.

Fuente: Autodesk Revit.

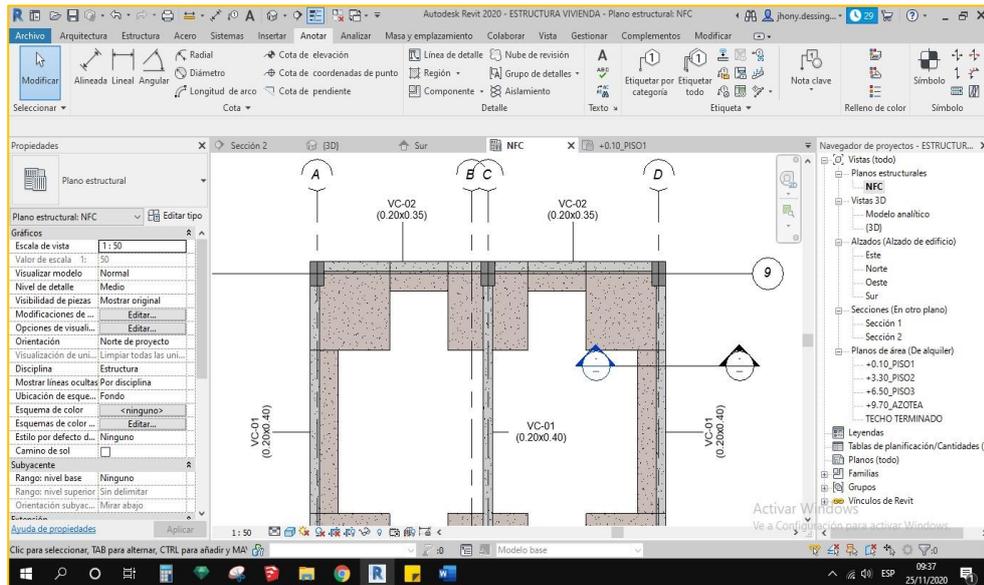


Figura 65. Creación de vigas de cimentación tipo VC-02 en eje X.

Fuente: Autodesk Revit.

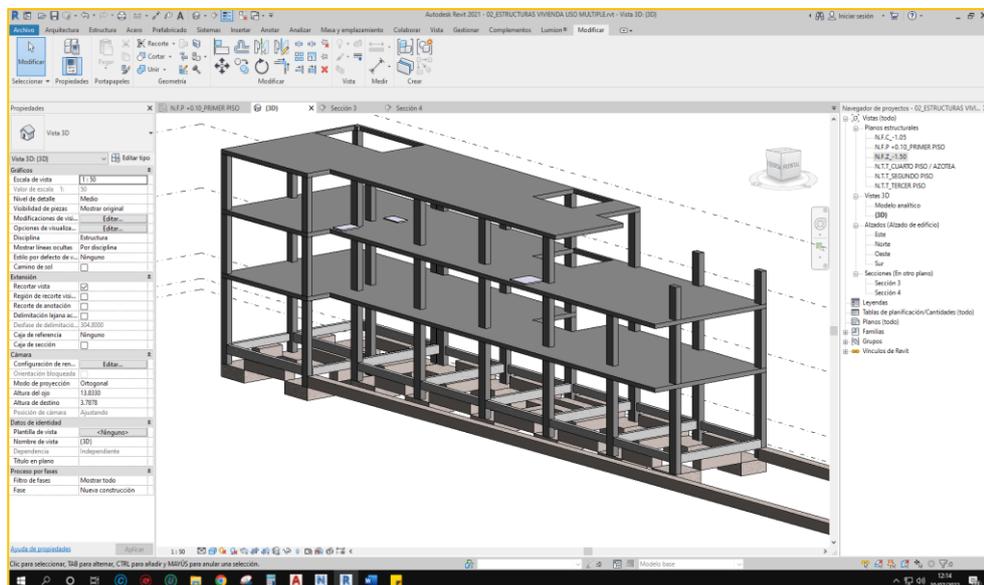


Figura 66. Vista 3D de vigas de cimentación tipo VC-01 y VC-02.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 11:** Se procedió a modelar las escaleras del proyecto.

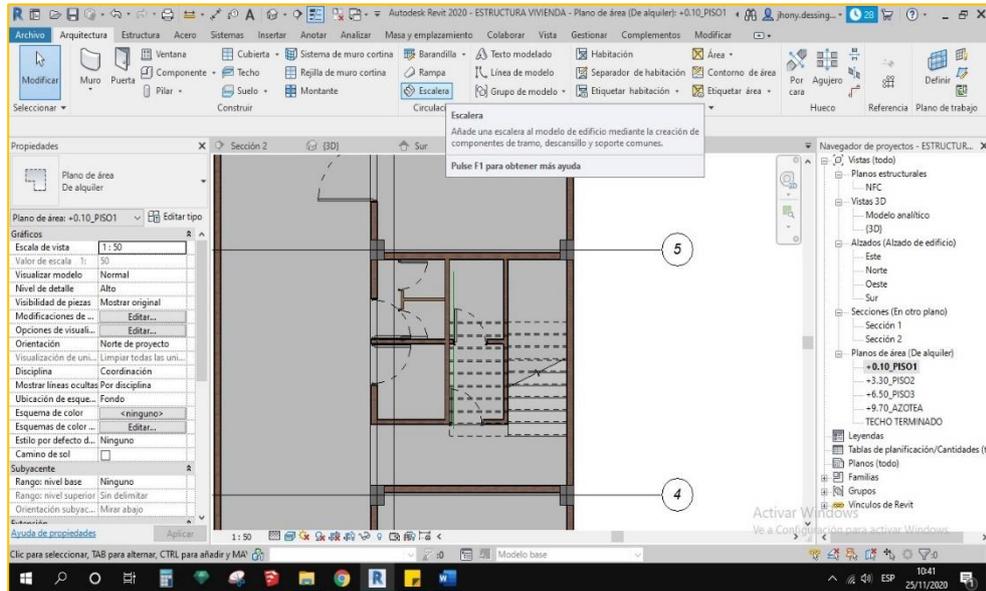


Figura 67. Creación de escaleras en planta con herramienta escalera.

Fuente: Autodesk Revit.

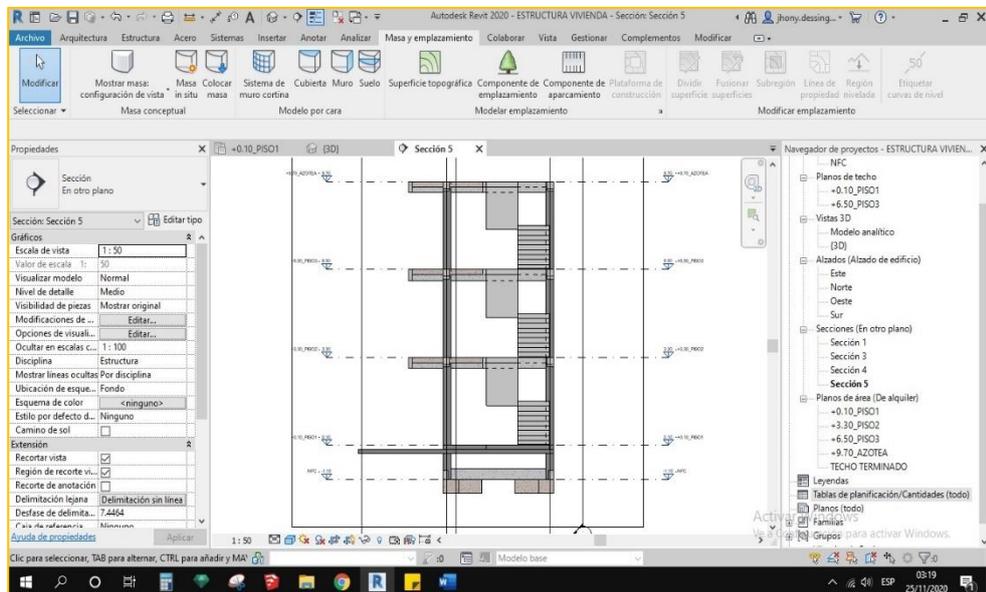


Figura 68. Vista frontal de escalera de primer nivel hasta nivel de azotea.

Fuente: Autodesk Revit.

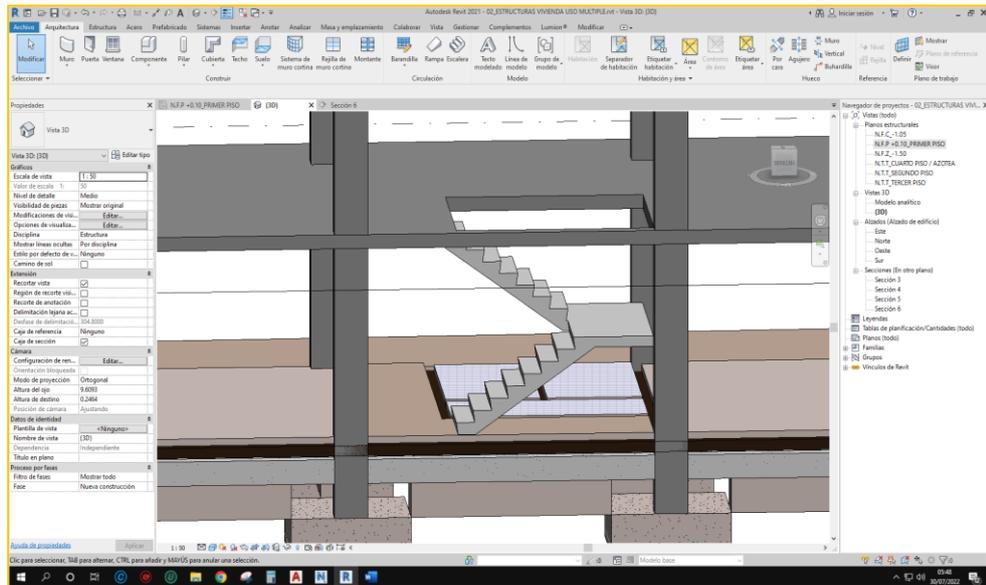


Figura 69. Vista lateral de escalera de primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

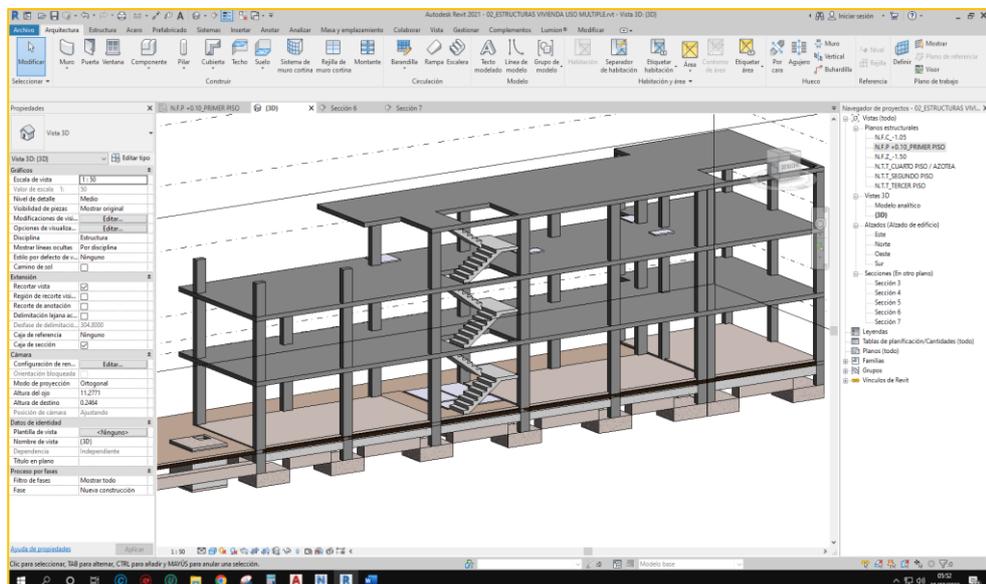


Figura 70. Vista isométrica en 3D de escalera de primer nivel hasta nivel de azotea.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 12:** Se procedió a modelar las vigas y columnas.

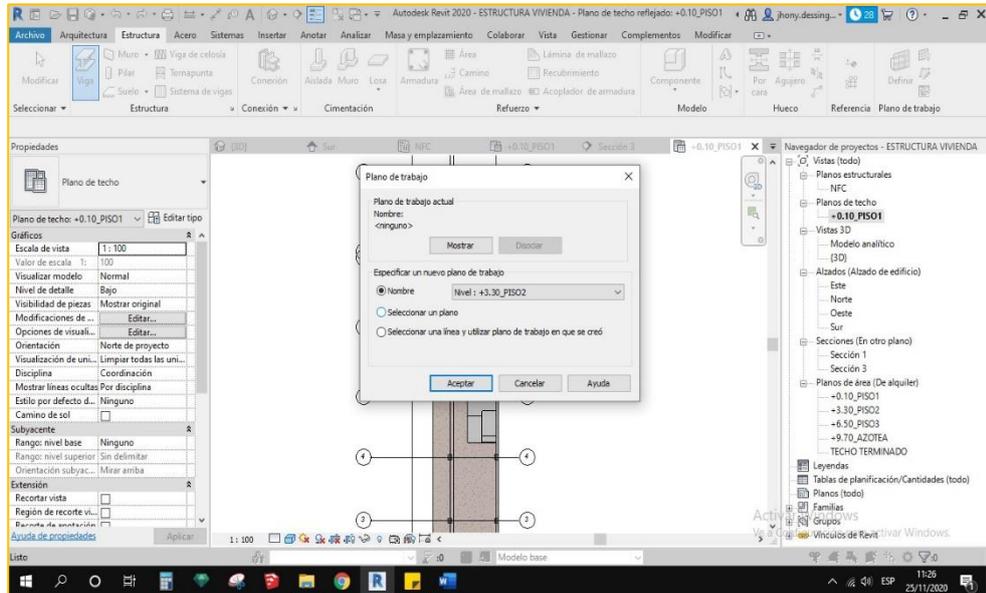


Figura 71. Configuración de viga tipo VA-2 (0.25 x 0.35 m).

Fuente: Autodesk Revit.

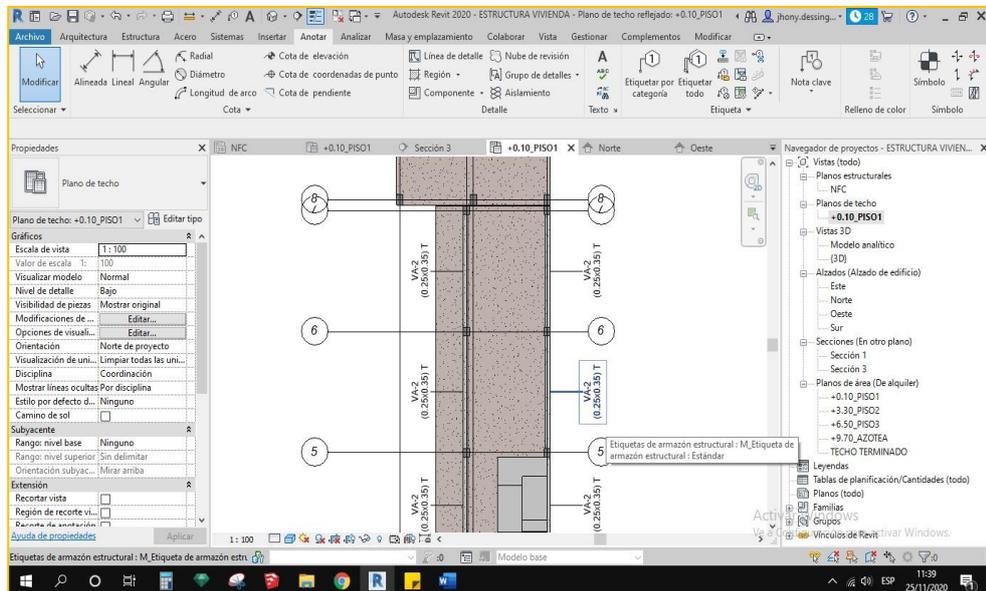


Figura 72. Ubicación en planta de vigas tipo VA-2 (0.25 x 0.35 m).

Fuente: Autodesk Revit.

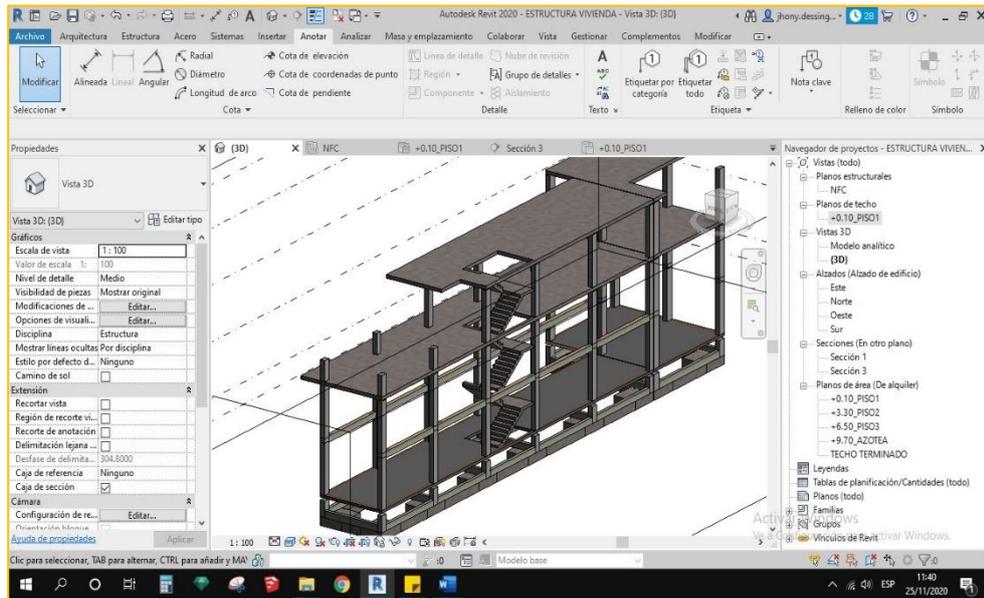


Figura 73. Vista isométrica 3D de vigas tipo VA-2 (0.25 x 0.35 m).

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 13:** Se procedió a modelar la viga tipo VP-1 (0.30 x 0.45 m).

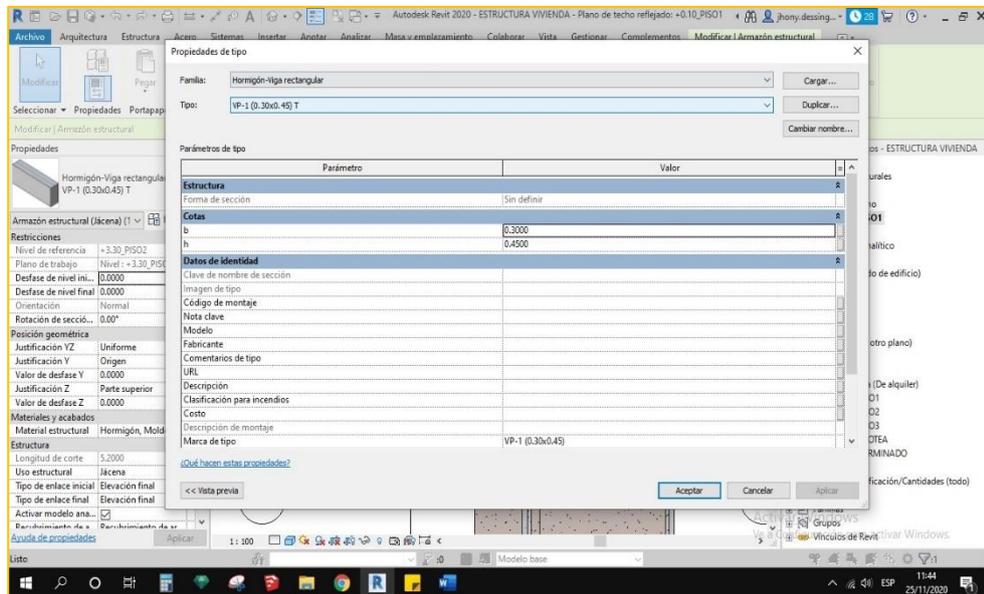


Figura 74. Configuración de familia para viga de tipo VP-1.

Fuente: Autodesk Revit.

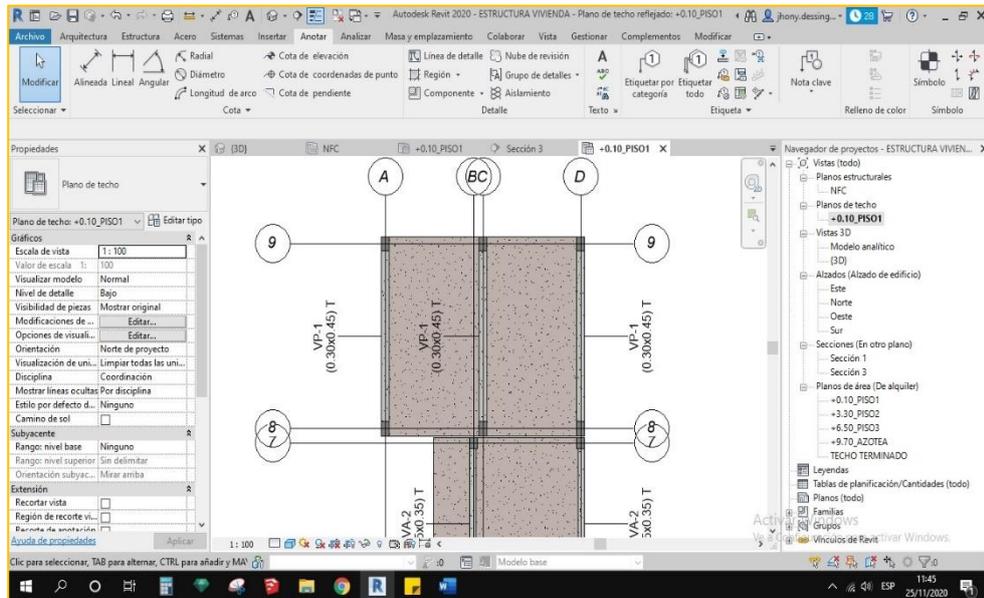


Figura 75. Ubicación en planta de vigas de tipo VP-1.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 14:** Se procedió a modelar la viga tipo VP-2 (0.25 x 0.40 m).

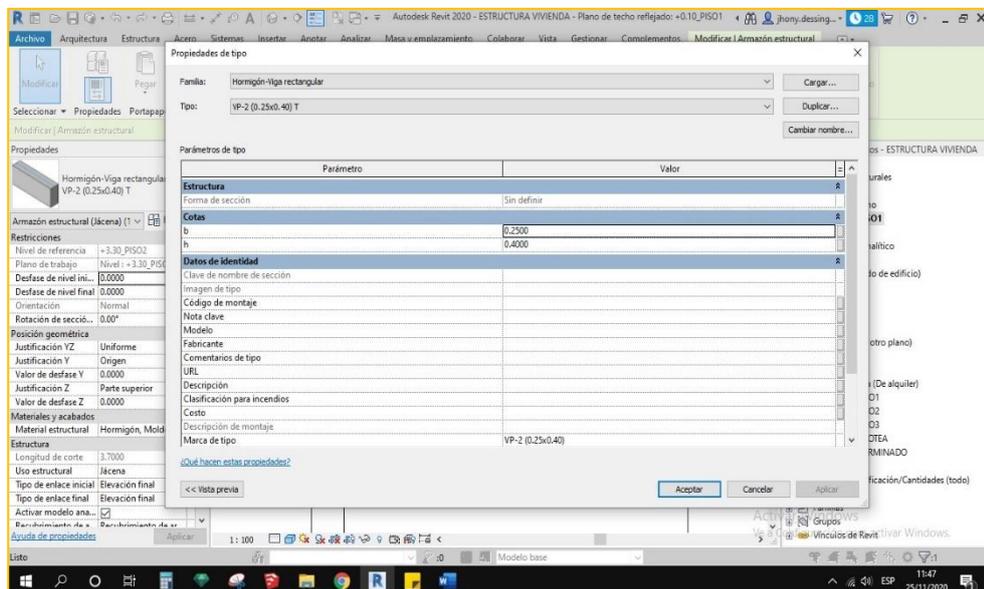


Figura 76. Configuración de familia para viga de tipo VP-2.

Fuente: Autodesk Revit.

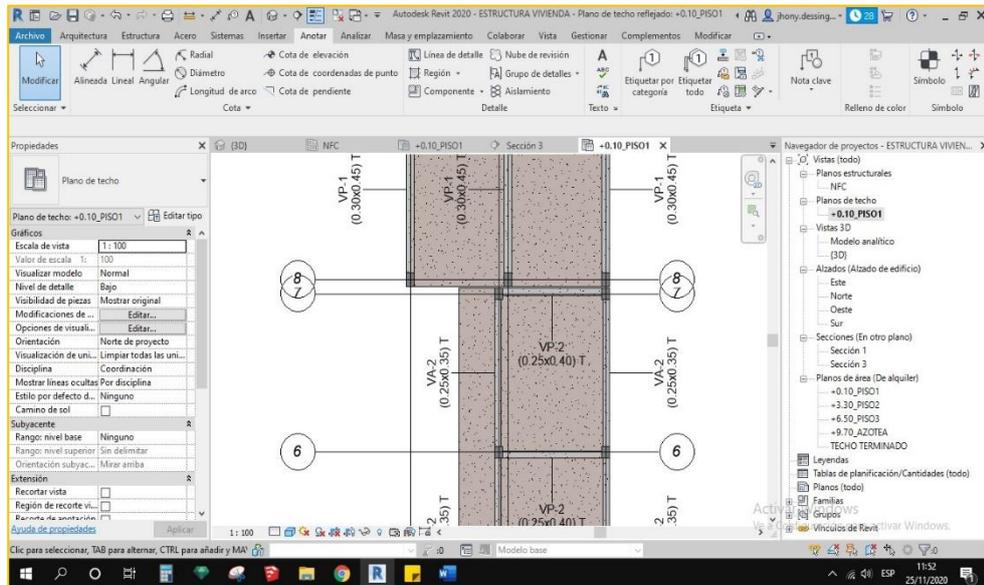


Figura 77. Ubicación en planta de vigas de tipo VP-2.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 15:** Se procedió a modelar la viga tipo VA-3 (0.15 x 0.40 m).

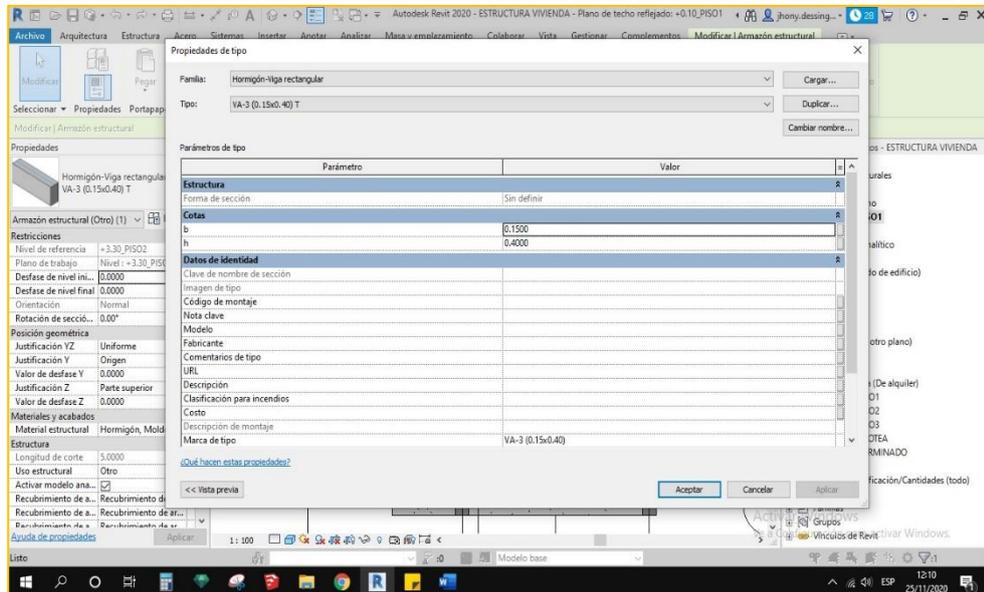


Figura 78. Configuración de familia para viga de tipo VA-3.

Fuente: Autodesk Revit.

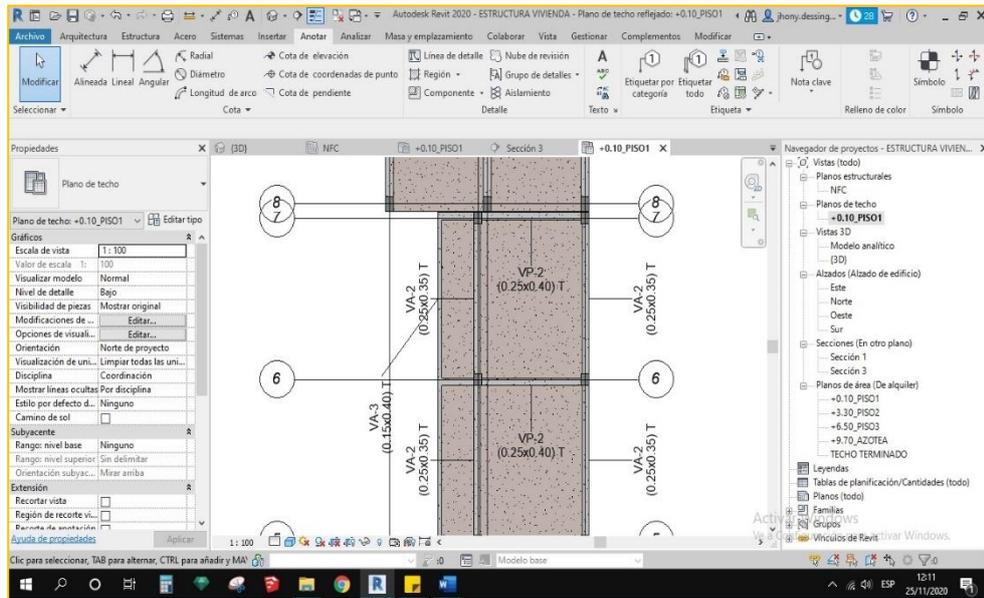


Figura 79. Ubicación en planta de vigas de tipo VA-3.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 16:** Se procedió a modelar la viga tipo VA-1 (0.25 x 0.30 m).

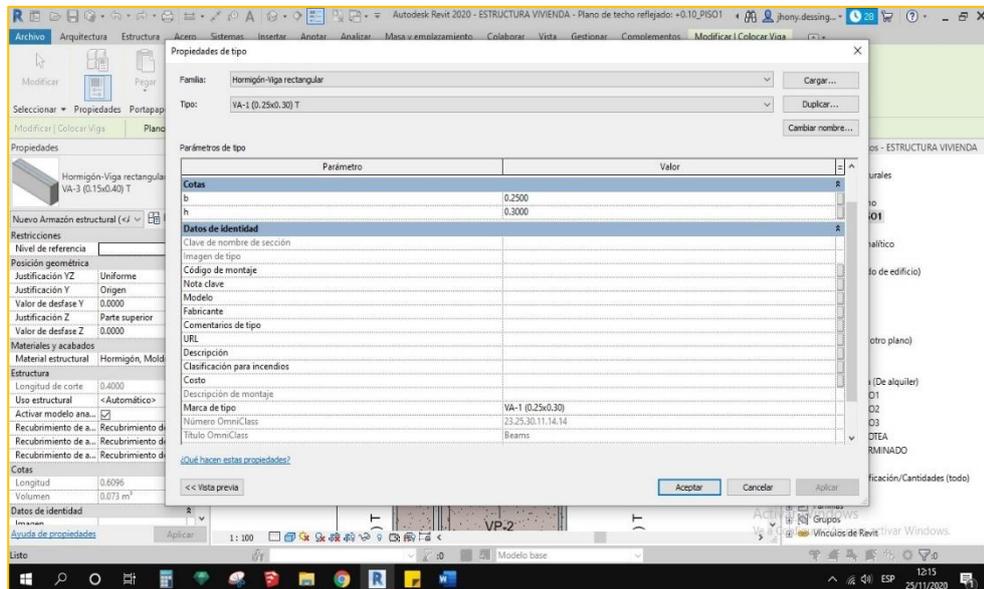


Figura 80. Configuración de familia para viga de tipo VA-1.

Fuente: Autodesk Revit.

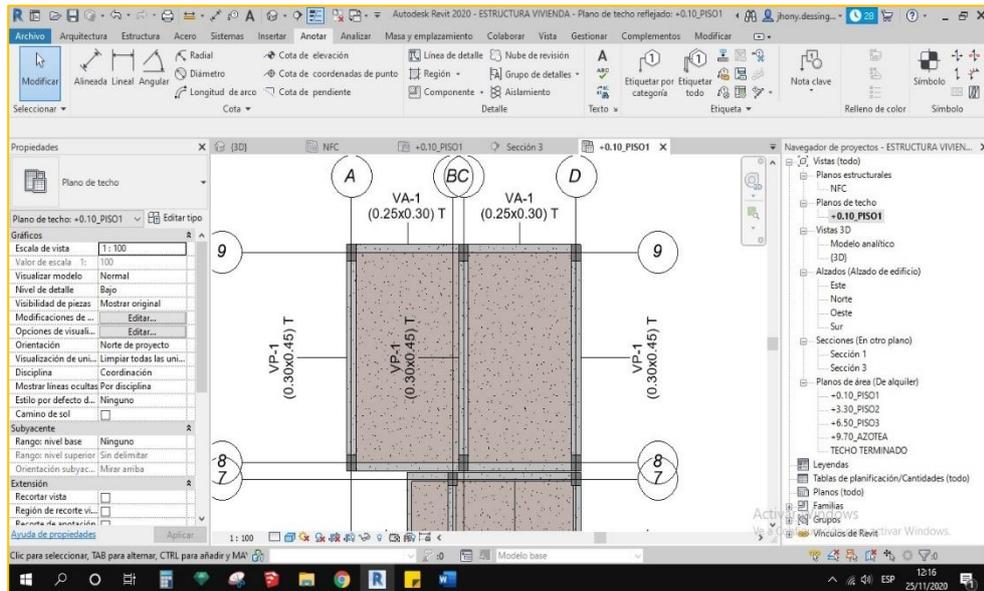


Figura 81. Ubicación en planta de vigas de tipo VA-1.

Fuente: Autodesk Revit.

### Paso 17: Se procedió a modelar las viguetas.

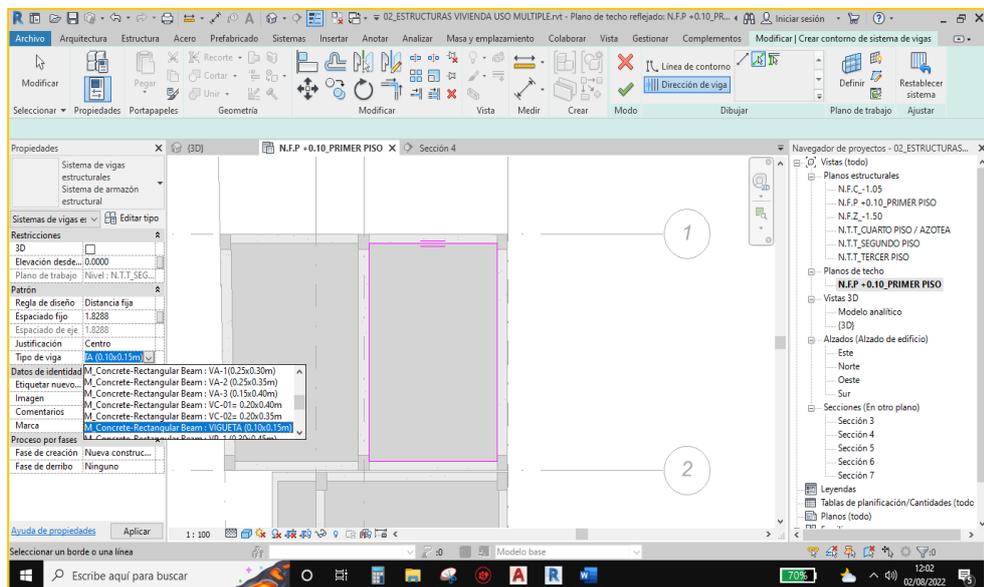


Figura 82. Configuración para la creación de viguetas.

Fuente: Autodesk Revit.

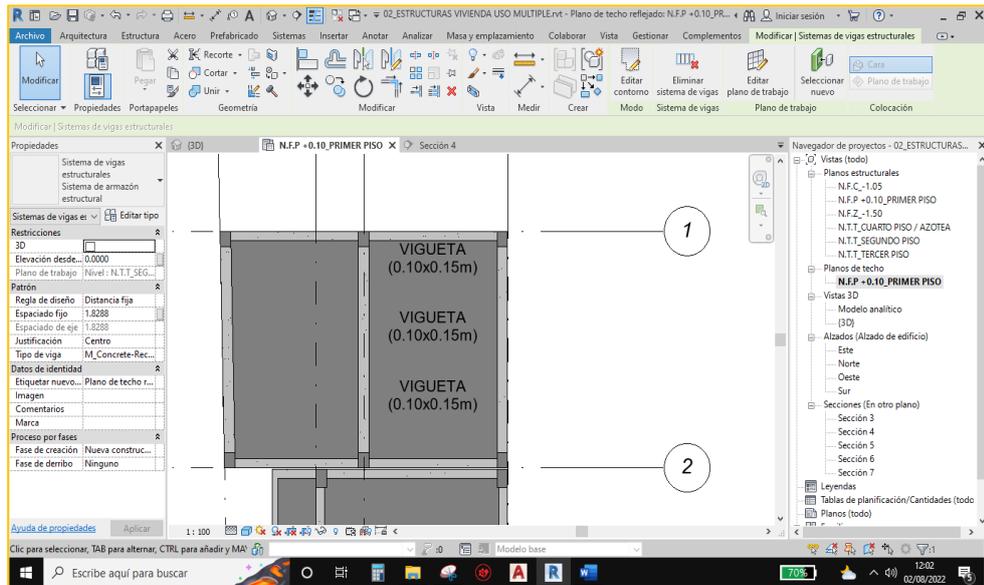


Figura 83. Selección de paño donde se colocarán las viguetas.

Fuente: Autodesk Revit.

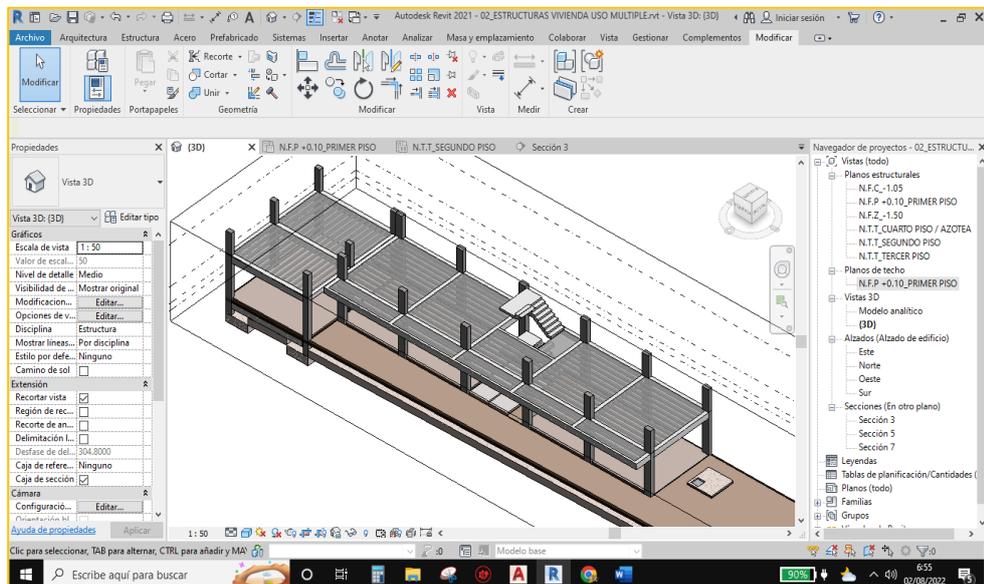


Figura 84. Vista 3D de la ubicación en primer nivel de las viguetas.

Fuente: Autodesk Revit.

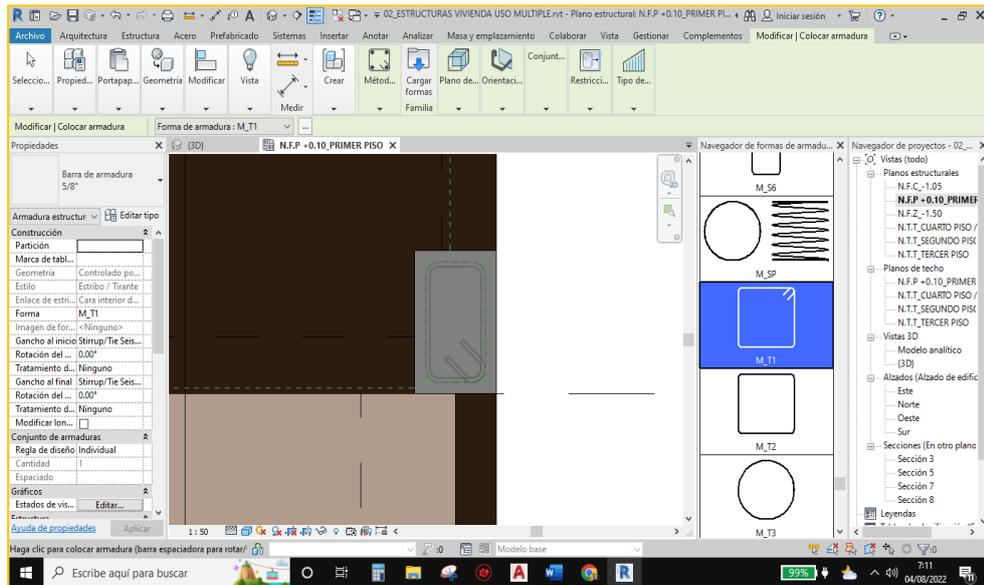


Figura 85. Creación de columnas y selección de estribos.

Fuente: Autodesk Revit.

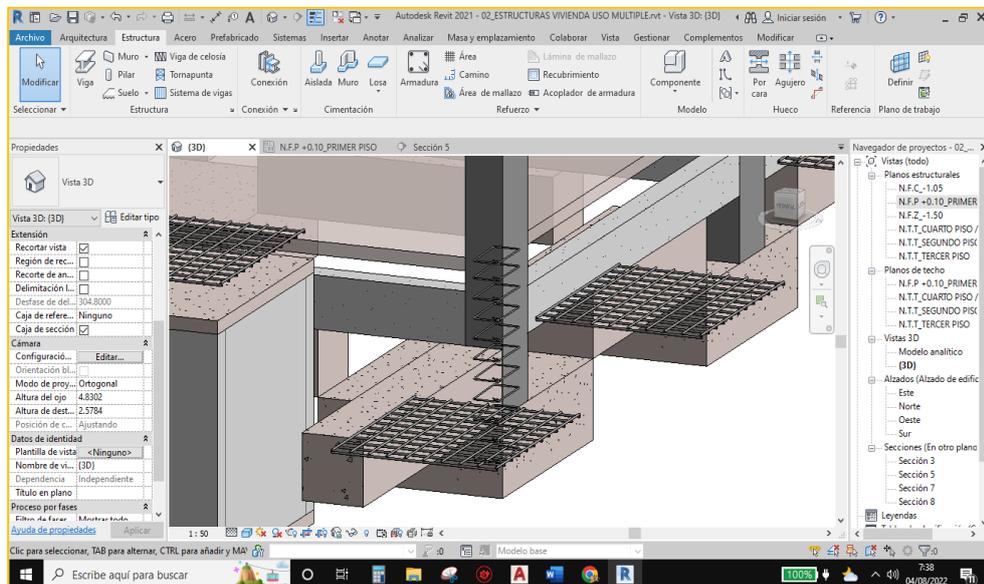


Figura 86. Enlace de columna y zapata.

Fuente: Autodesk Revit.

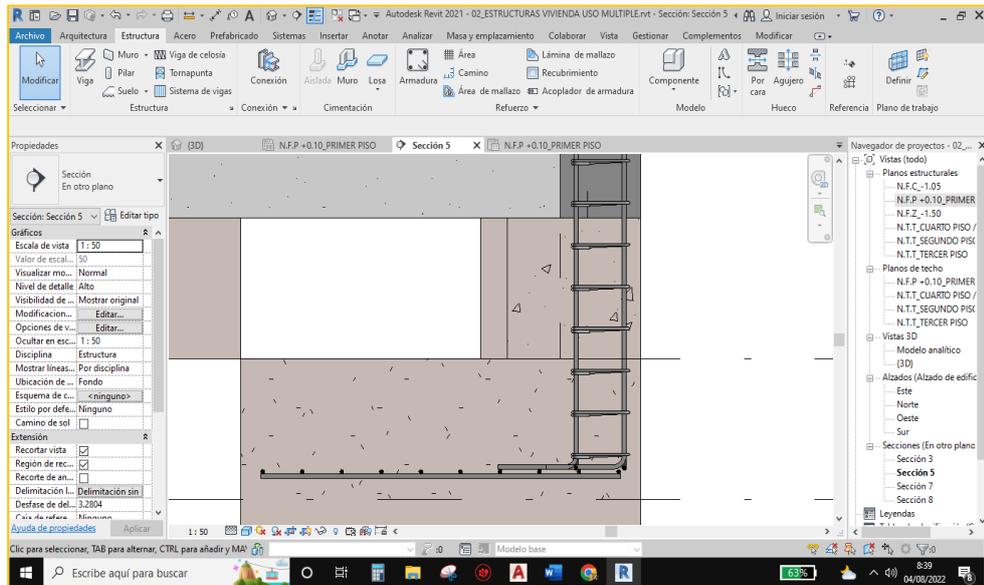


Figura 87. Vista lateral de enlace de columna y zapata.

Fuente: Autodesk Revit.

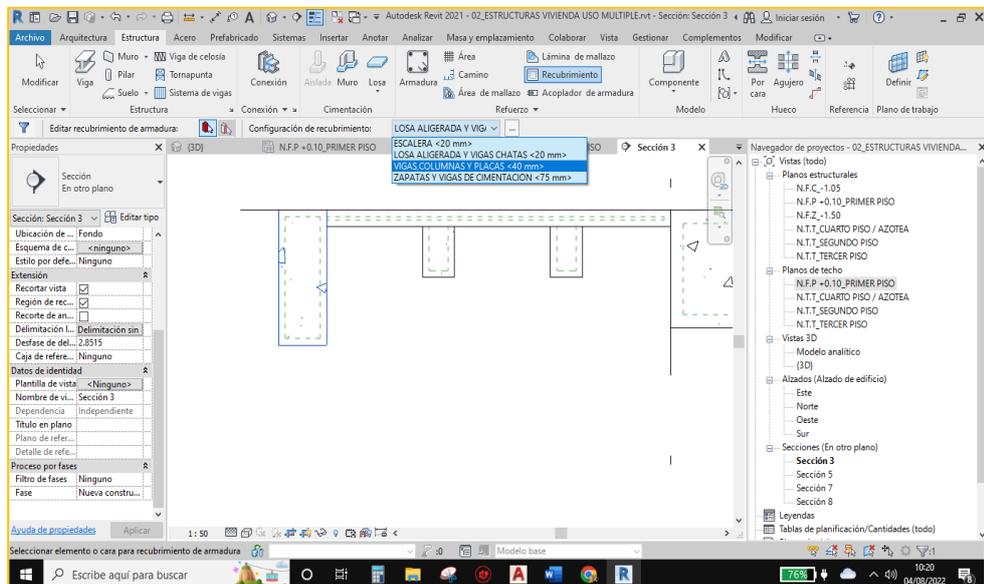


Figura 88. Configuración de recubrimientos de vigas, columnas y placas.

Fuente: Autodesk Revit.

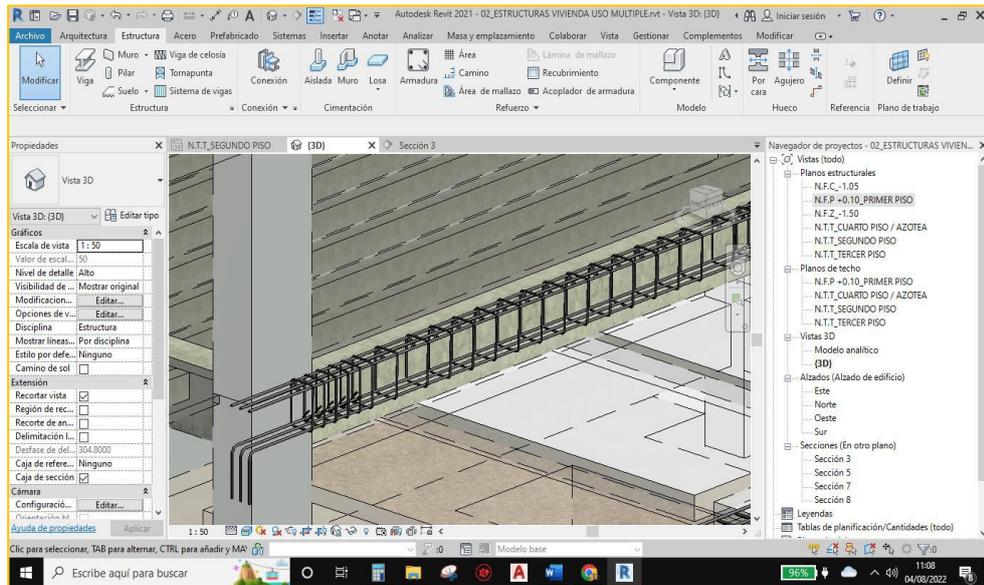


Figura 89. Detalle de conexión de viga y columna.

Fuente: Autodesk Revit.

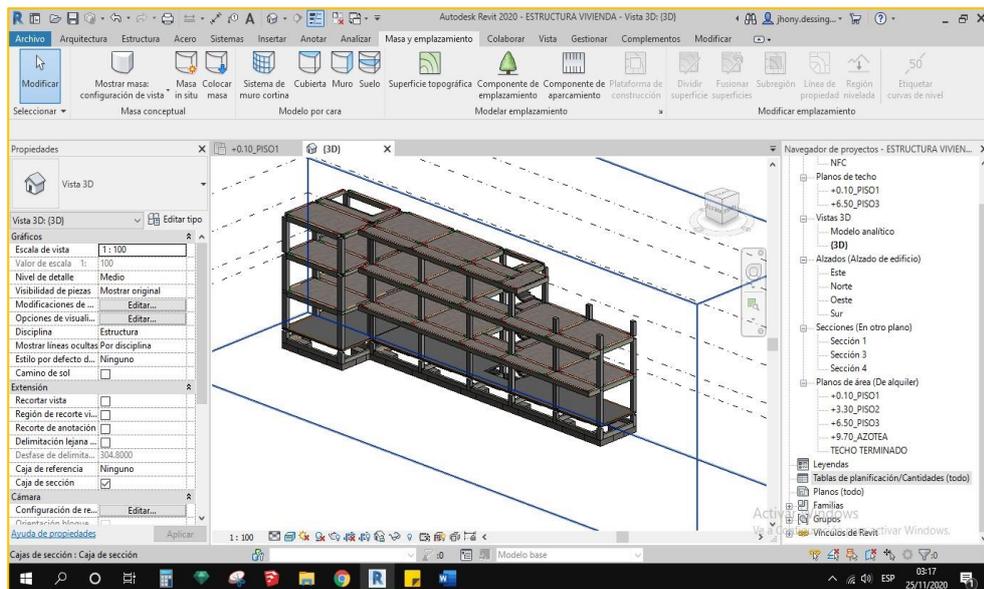


Figura 90. Vista isométrica 3D del proyecto de estructuras.

Fuente: Autodesk Revit.

### 2.8.1.3 Modelado BIM sanitarias – red de desagüe.

En esta etapa se analizaron los planos alcanzados por la constructora mediante una guía de observación (ver anexos, Tabla 25), luego de esto se procedió a realizar la extracción de datos mediante una ficha resumen donde se anotó todos los datos necesarios para el modelado de la especialidad de sanitarias (ver anexos, Tablas 26, 27 y 28), y finalmente se procedió a ingresar estos datos al programa Revit 2020. Para el modelado de instalaciones sanitarias primero se procedió a importar el modelo de arquitectura modelado en Revit y posteriormente se procedió a trabajar en la pestaña instalaciones - fontanería, asimismo, se realizó un modelado BIM bajo el modelo LOD 300, finalmente se configuraron los diámetros de las tuberías de acuerdo a las demandas empleadas en el proyecto y la instalación de cada aparato sanitario según como indica el plano 2D. El procedimiento fue como sigue:

**Paso 1:** Se eligió la plantilla de plomería de Revit, ideal para trabajar la parte de sanitarias del proyecto.

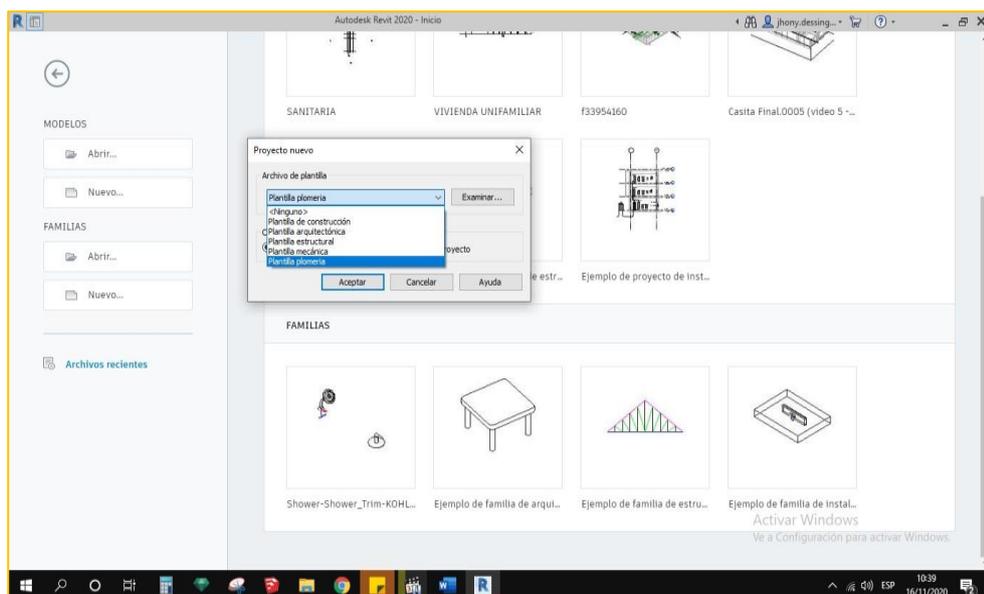


Figura 91. Selección de la plantilla plomería.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 2:** Se procedió a la importación del modelo BIM de arquitectura hacia la plantilla de plomería.

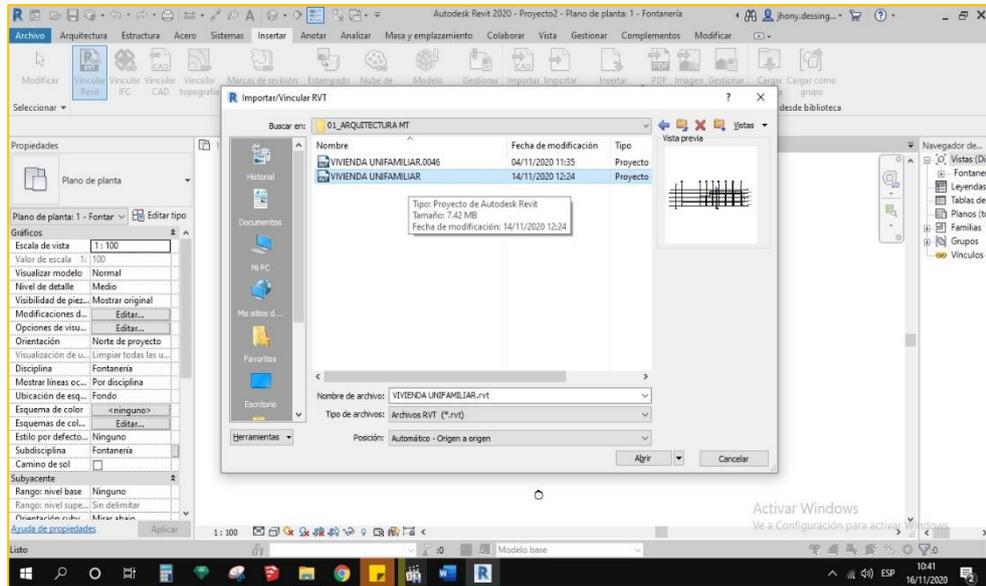


Figura 92. Importación del modelo BIM de arquitectura.

Fuente: Autodesk Revit.

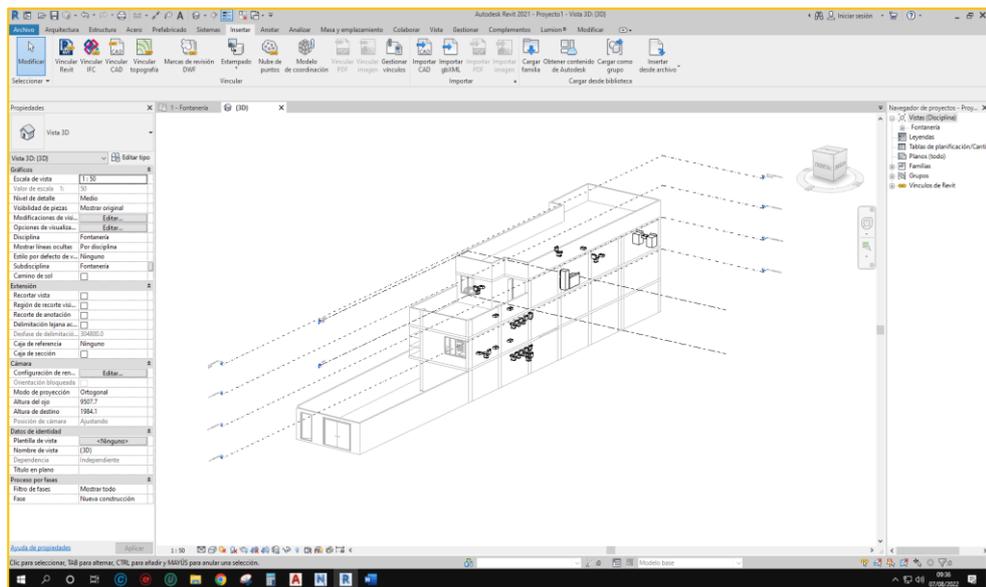


Figura 93. Vista del modelo BIM de arquitectura importado.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 3:** Se procedió a configurar los niveles.

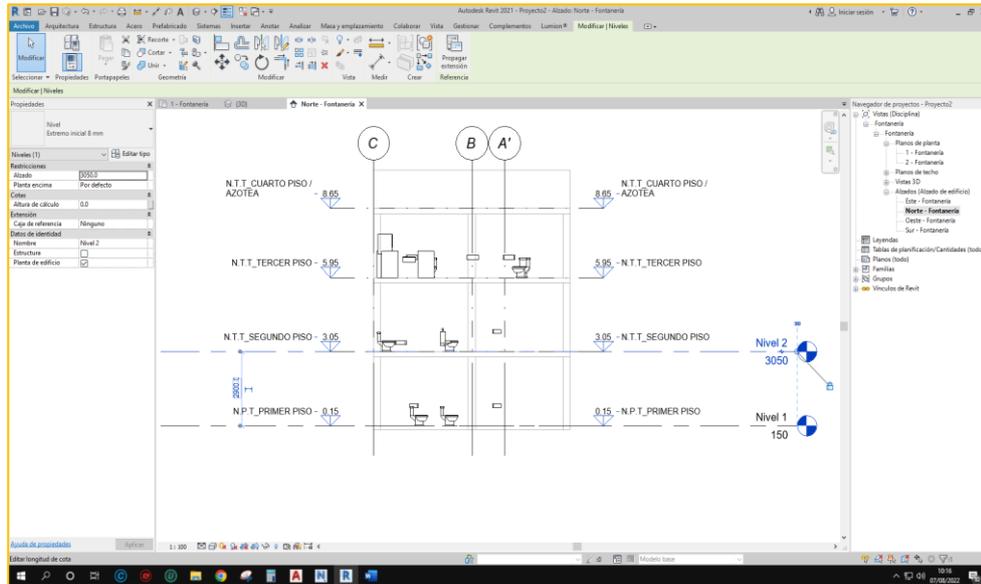


Figura 94. Configuración de niveles en la plantilla plomería.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 4:** Se configuraron los diámetros de las tuberías, para lo cual se requirió del apoyo de la ficha técnica de tuberías PAVCO y del que se importaron al proyecto la familia de tuberías encontradas en su página web.

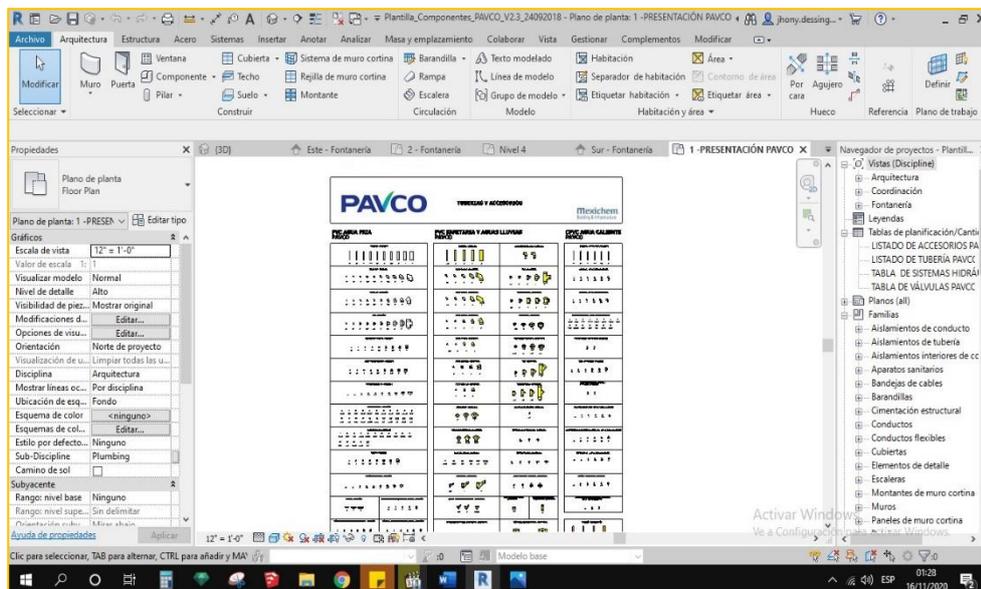


Figura 95. Familia de tuberías y accesorios PAVCO para importación al proyecto.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 5:** Se procedió a importar la plantilla PAVCO a nuestro proyecto de plomería.

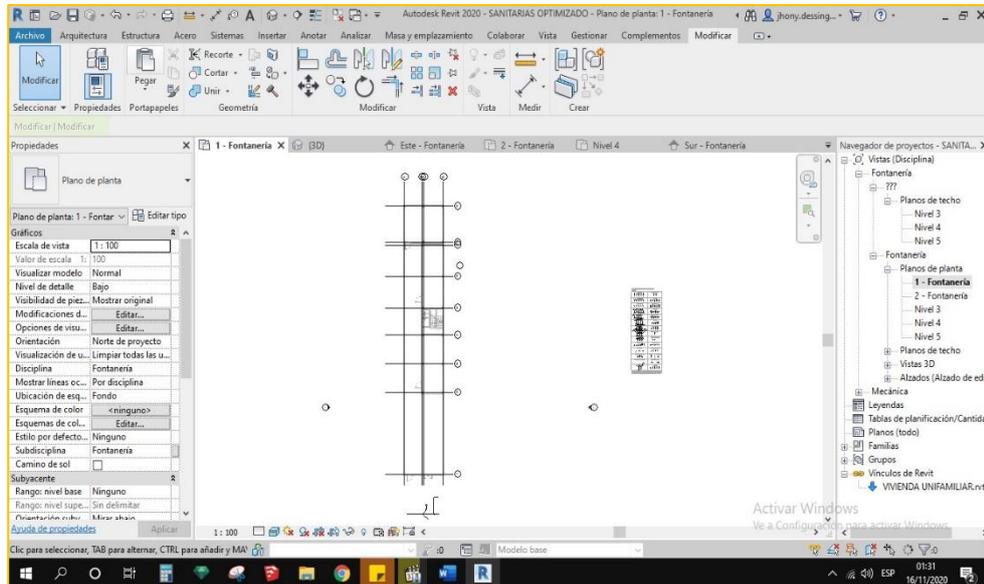


Figura 96. Familia de tuberías y accesorios PAVCO importados al proyecto.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 6:** Se procedió a colocar los aparatos sanitarios, para ello se tuvieron que cargar una familia de aparatos sanitarios que vienen por defecto en el programa.

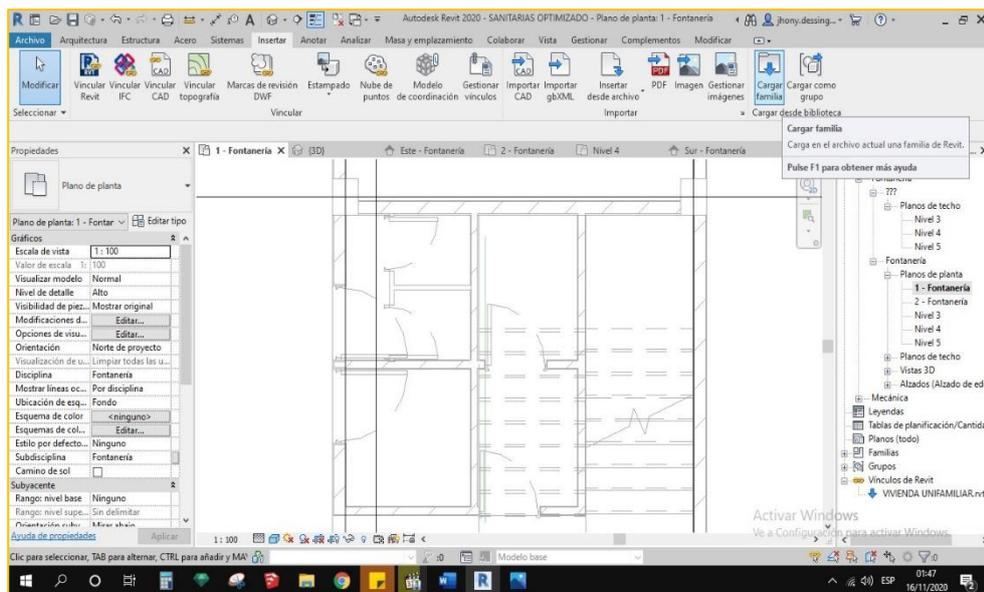


Figura 97. Cargando familia de aparatos sanitario al proyecto.

Fuente: Autodesk Revit.

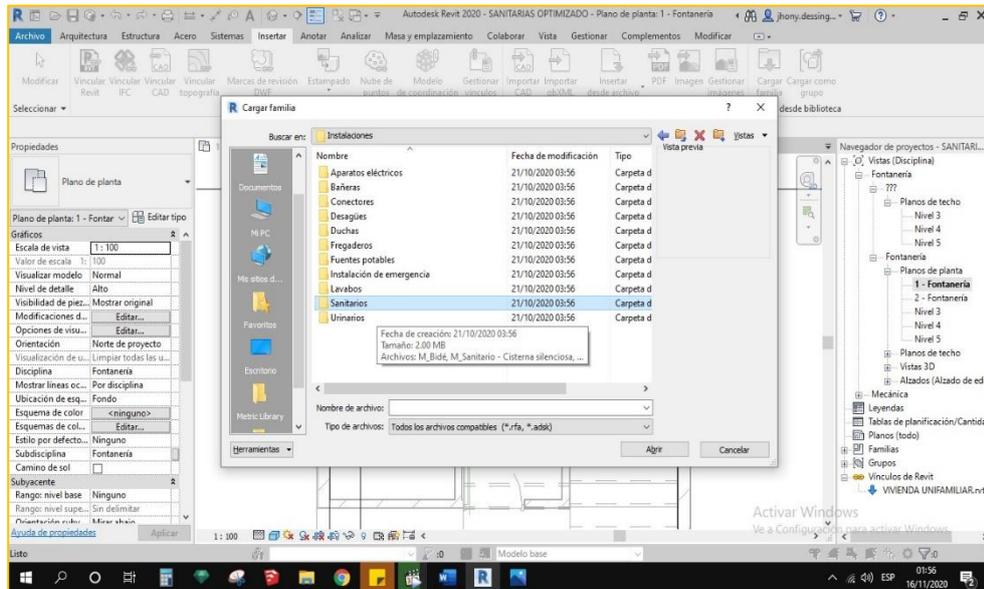


Figura 98. Búsqueda de la carpeta de la familia de sanitarios en la base de datos interna del programa.

Fuente: Autodesk Revit.

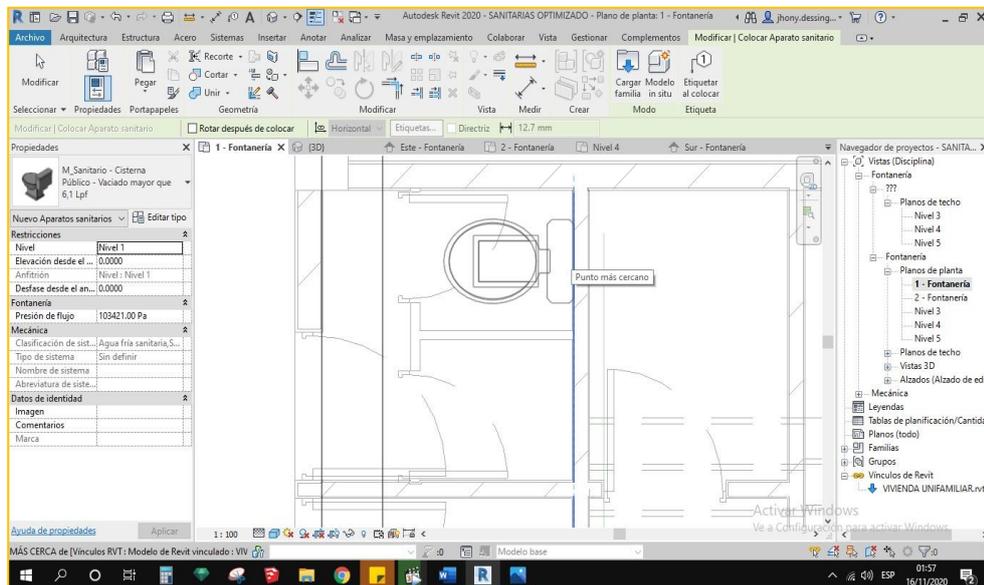


Figura 99. Colocación de aparatos sanitarios.

Fuente: Autodesk Revit.

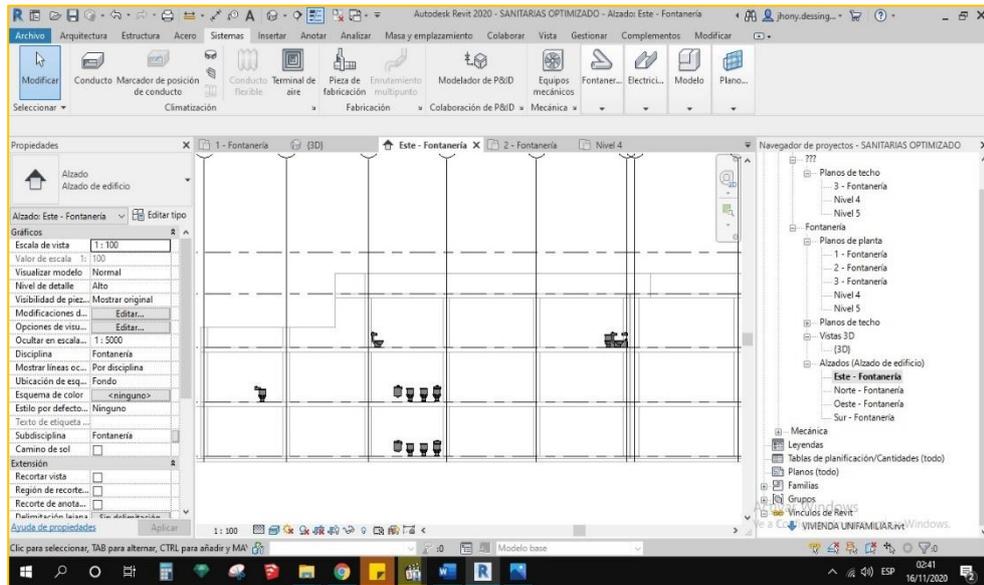


Figura 100. Colocación de aparatos sanitarios en los niveles superiores.

Fuente: Autodesk Revit.

**Paso 7:** Se procedió a realizar los trazos de las instalaciones sanitarias según el plano base obtenido.

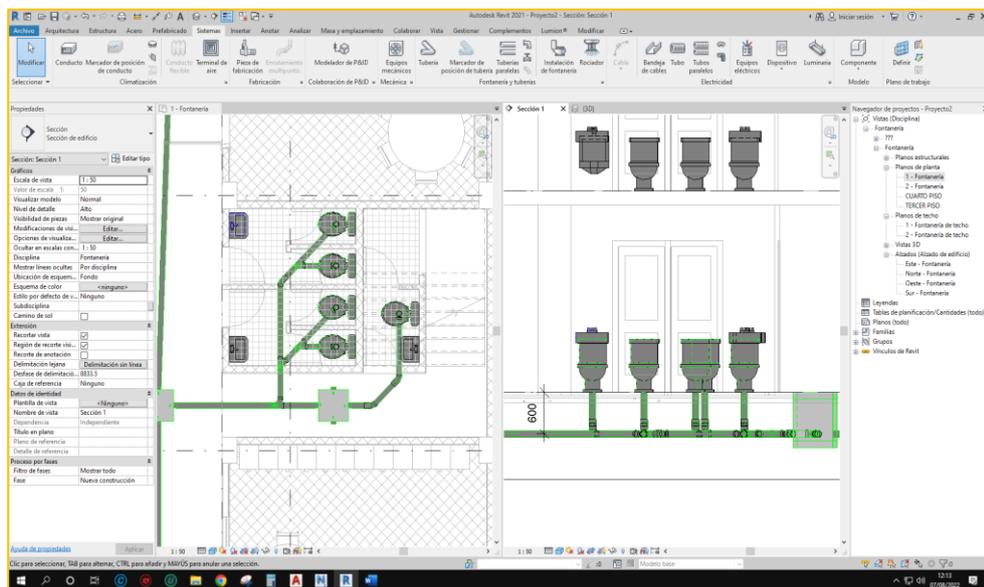


Figura 101. Conexión de tubería de 4" hacia matriz principal en primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

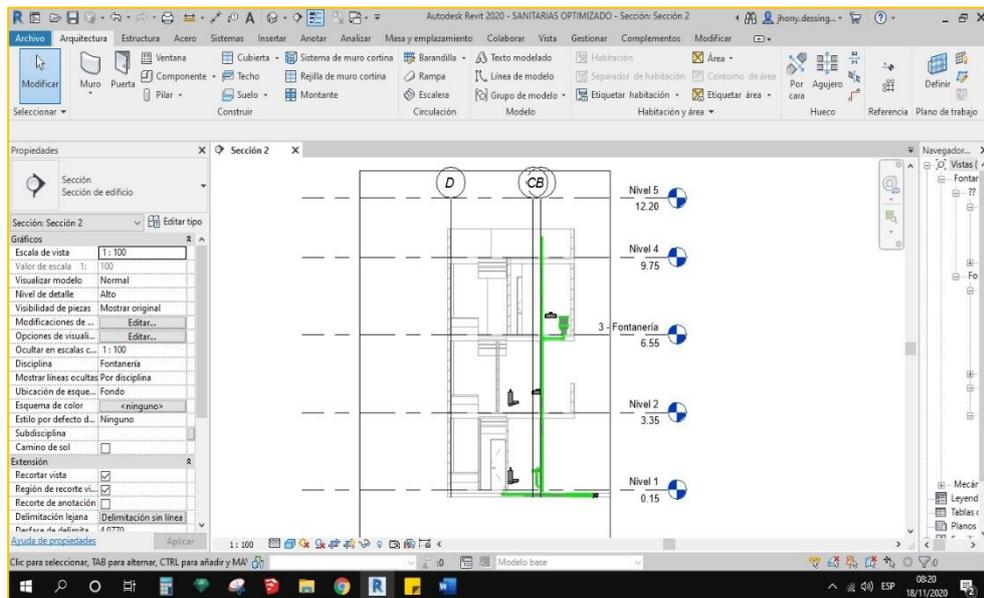


Figura 102. Vista en elevación de bajada de montante de 4” hacia niveles inferiores.

Fuente: Autodesk Revit.

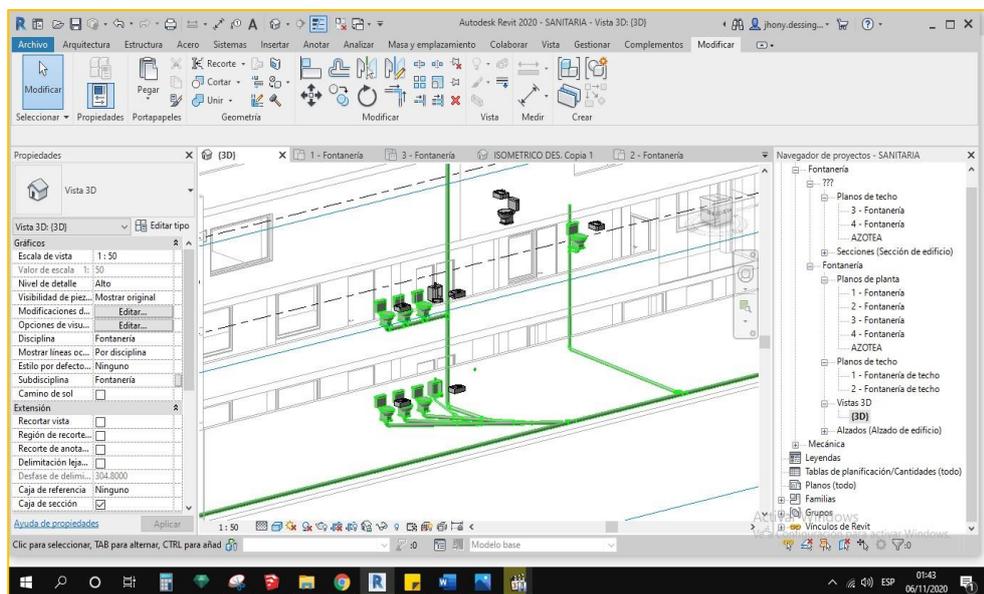


Figura 103. Vista isométrica 3D de punto de encuentro entre la montante y red de recolección de aparatos sanitarios.

Fuente: Autodesk Revit.

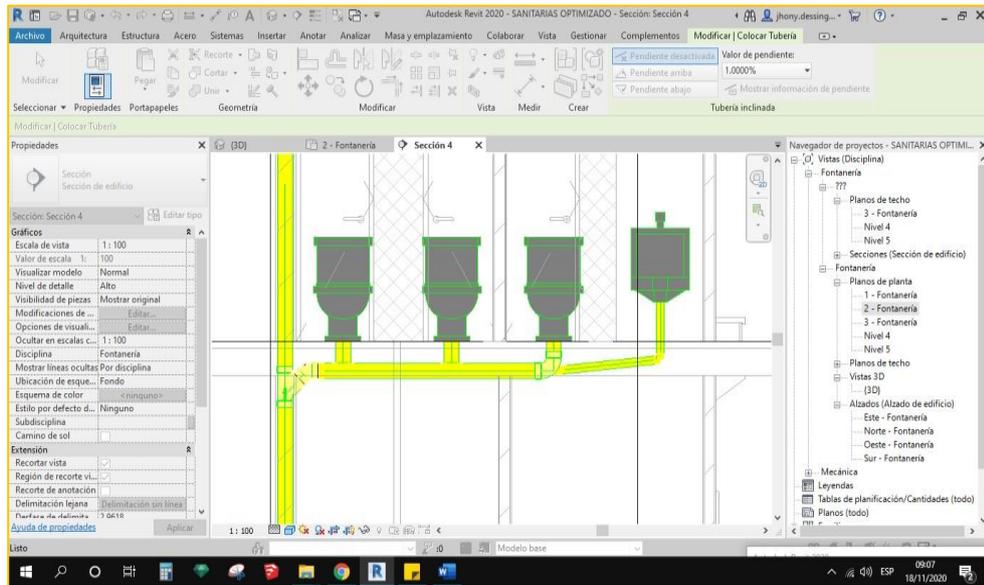


Figura 104. Vista frontal de conexión de inodoros y urinarios en el segundo nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

### **Identificación de incompatibilidades entre especialidades del proyecto:**

Primero se gestionaron los modelos BIM correspondiente a las especialidades de arquitectura, estructura y sanitarias al software Navisworks Manage 2020.

El procedimiento fue como sigue:

**Paso 1:** Se procedió a ejecutar el programa para su apertura.



Figura 105. Ejecución del programa Navisworks Manage 2020.

Fuente: Autodesk.

**Paso 2:** Se procedió a la importación del modelo BIM de arquitectura.

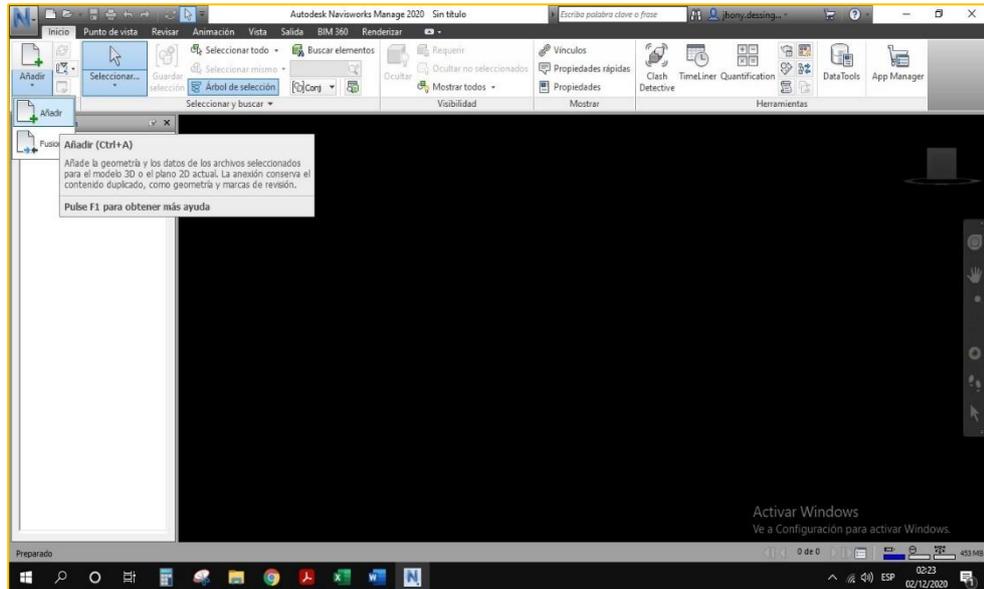


Figura 106. Pestaña inicio, opción añadir archivo de arquitectura.

Fuente: Autodesk Navisworks.

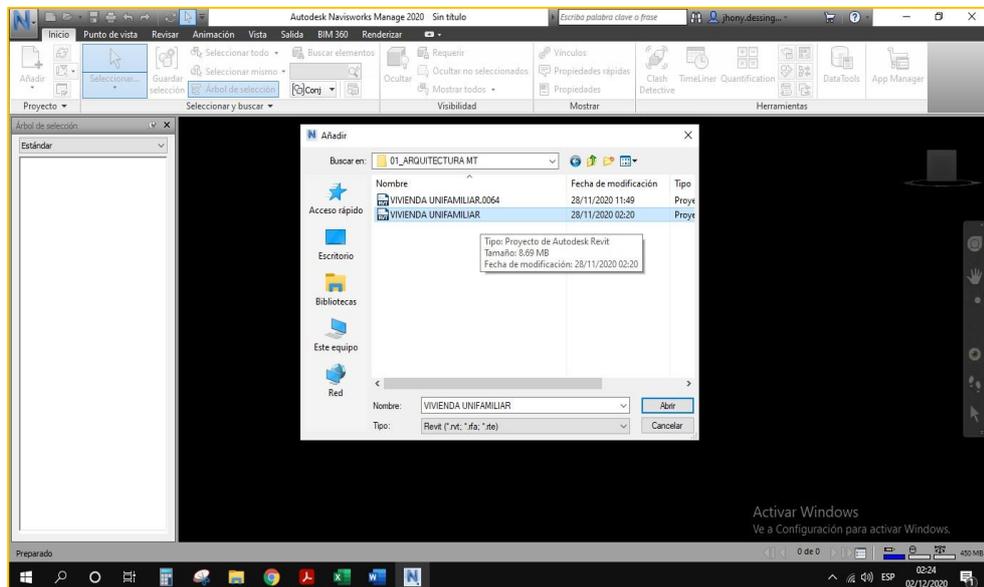


Figura 107. Selección del archivo Revit de la especialidad de arquitectura.

Fuente: Autodesk Navisworks.

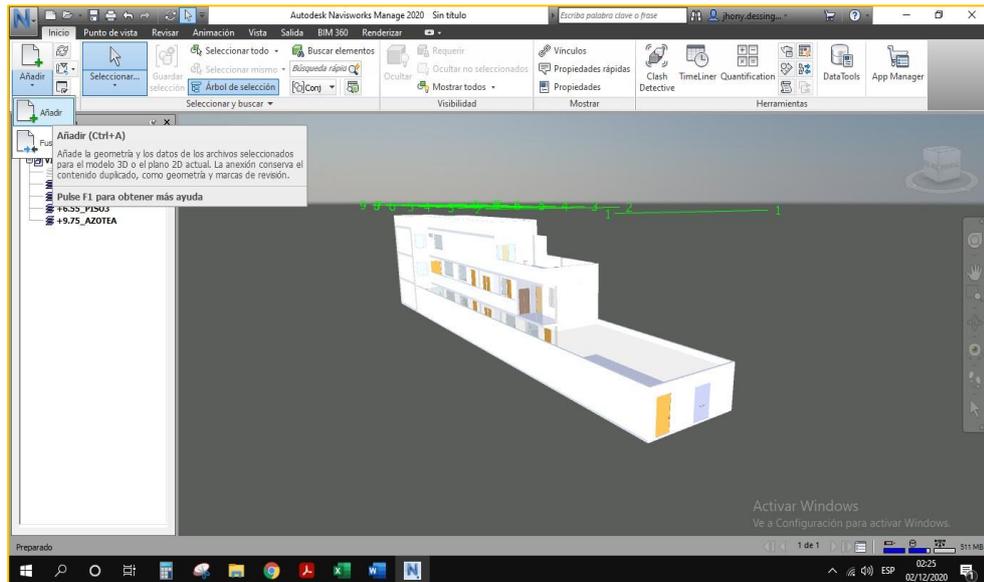


Figura 108. Modelo importado de la especialidad de arquitectura a Navisworks.

Fuente: Autodesk Navisworks.

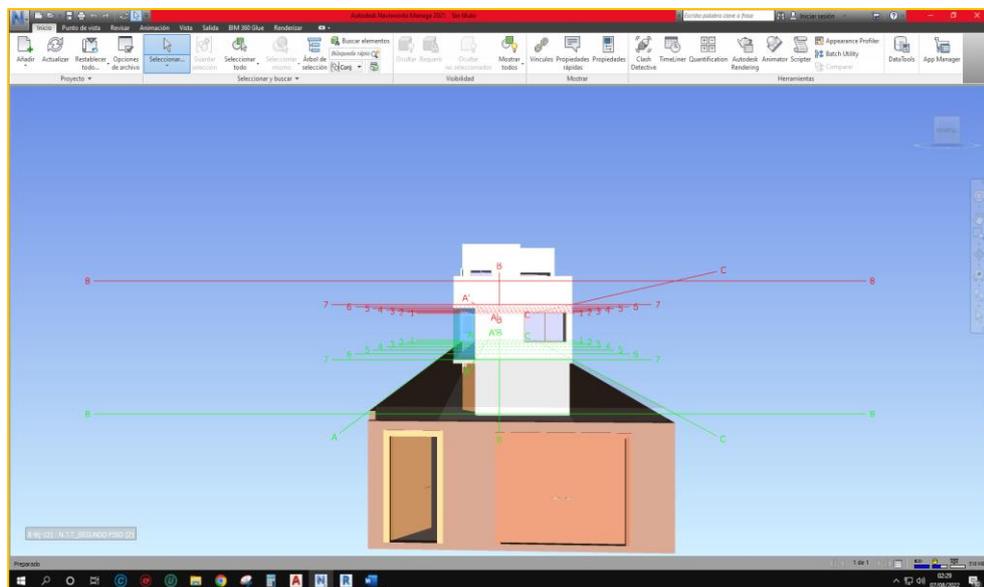


Figura 109. Vista frontal del modelo importado de la especialidad de arquitectura a Navisworks.

Fuente: Autodesk Navisworks.

**Paso 3:** Se procedió a la importación del modelo BIM de estructuras.

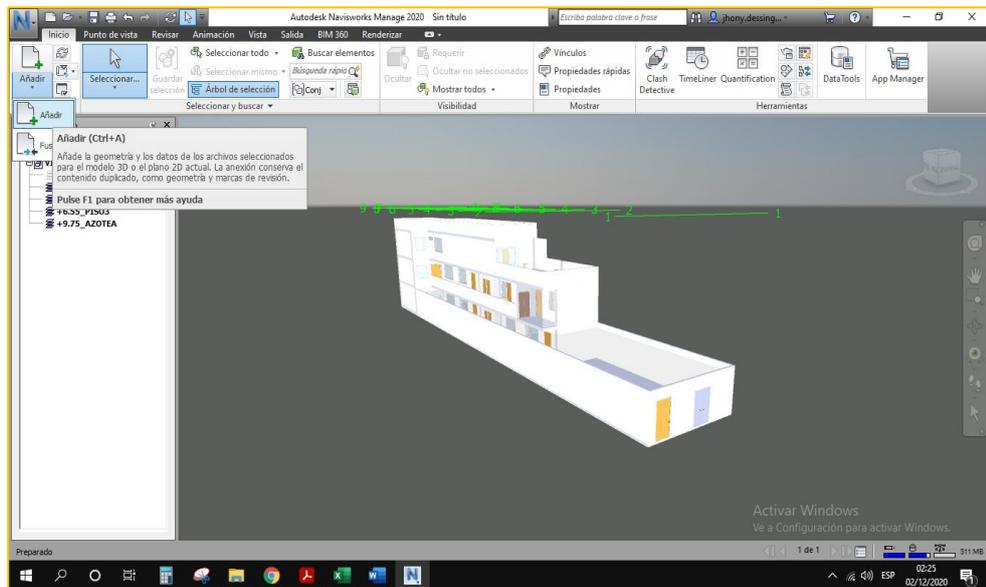


Figura 110. Pestaña inicio, opción añadir archivo de estructura.

Fuente: Autodesk Navisworks.

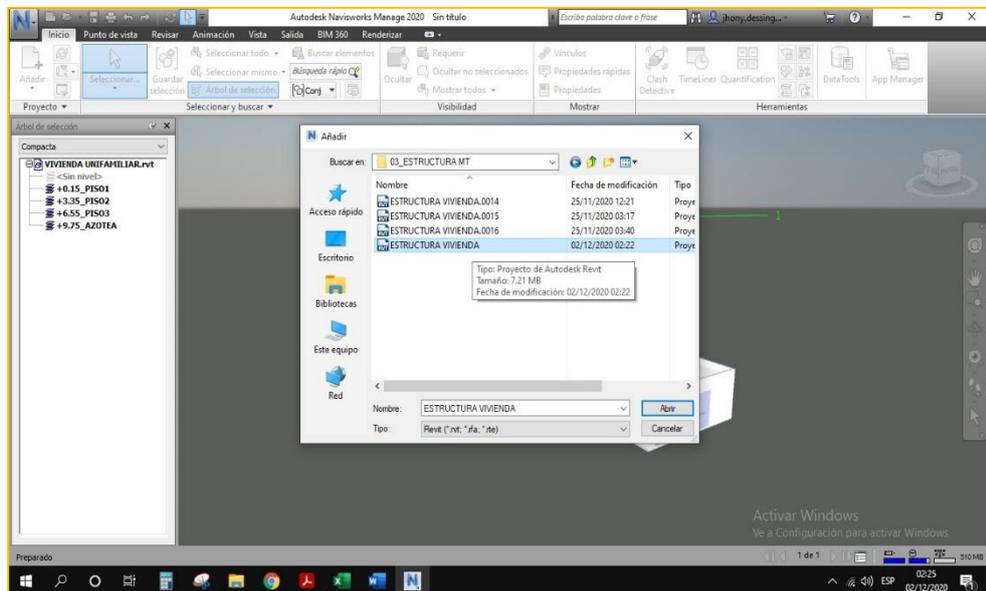


Figura 111. Selección del archivo Revit de la especialidad de estructura.

Fuente: Autodesk Navisworks.

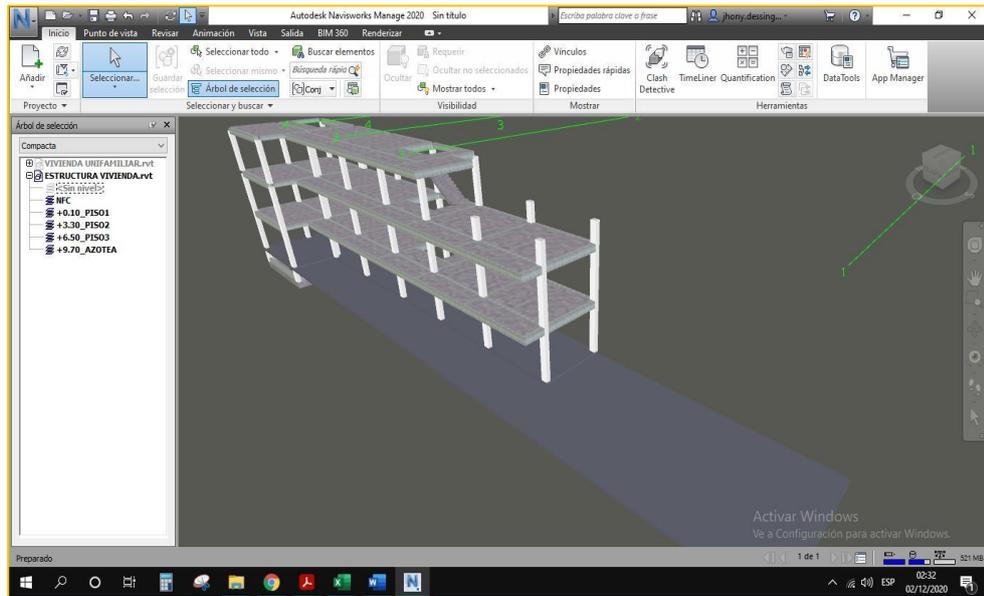


Figura 112. Modelo importado de la especialidad de estructuras a Navisworks.

Fuente: Autodesk Navisworks.

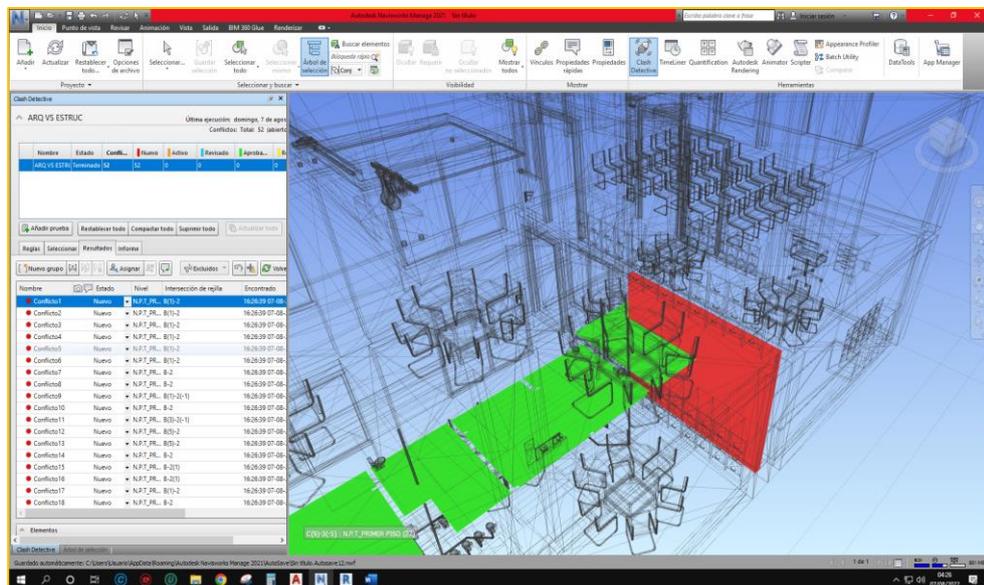


Figura 113. Cuadro de detalle de conflictos entre las especialidades de arquitectura y estructuras en Navisworks.

Fuente: Autodesk Navisworks.

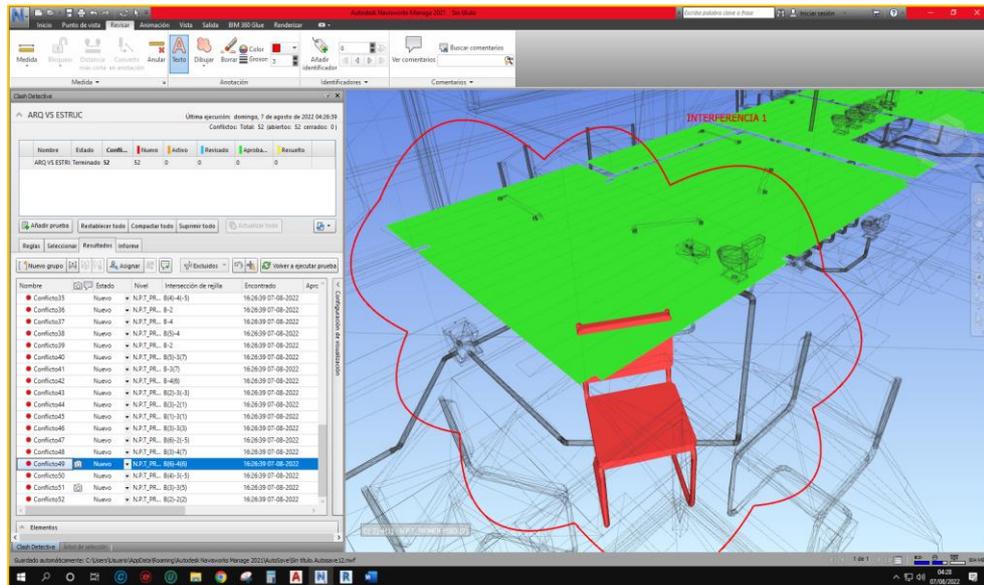


Figura 114. Detalle de conflictos entre las especialidades de arquitectura y estructuras en Navisworks.

Fuente: Autodesk Navisworks.

#### Paso 4: Se procedió a la importación del modelo BIM de sanitarias.

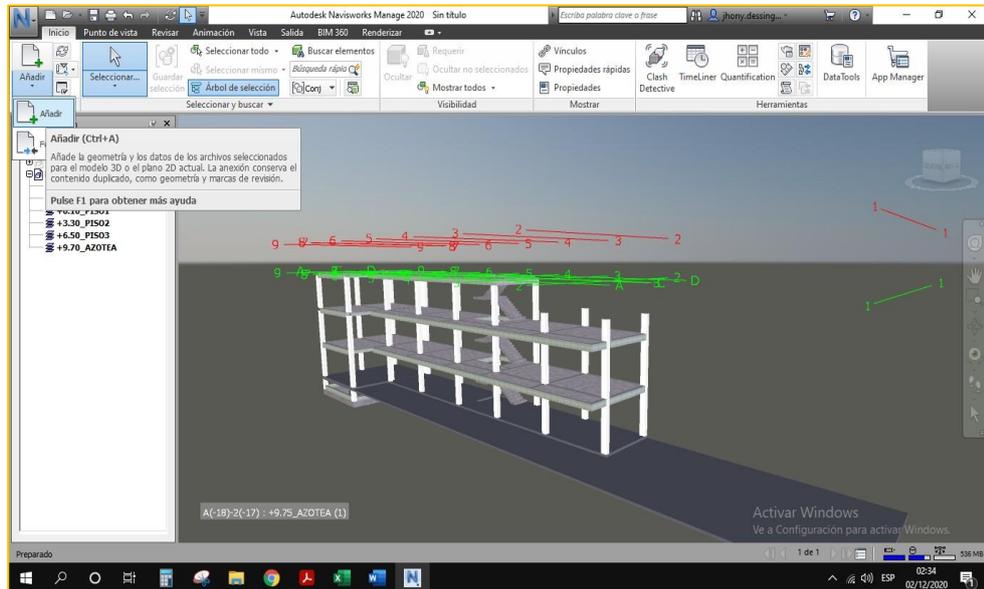


Figura 115. Pestaña inicio, opción añadir archivo de sanitarias.

Fuente: Autodesk Navisworks.

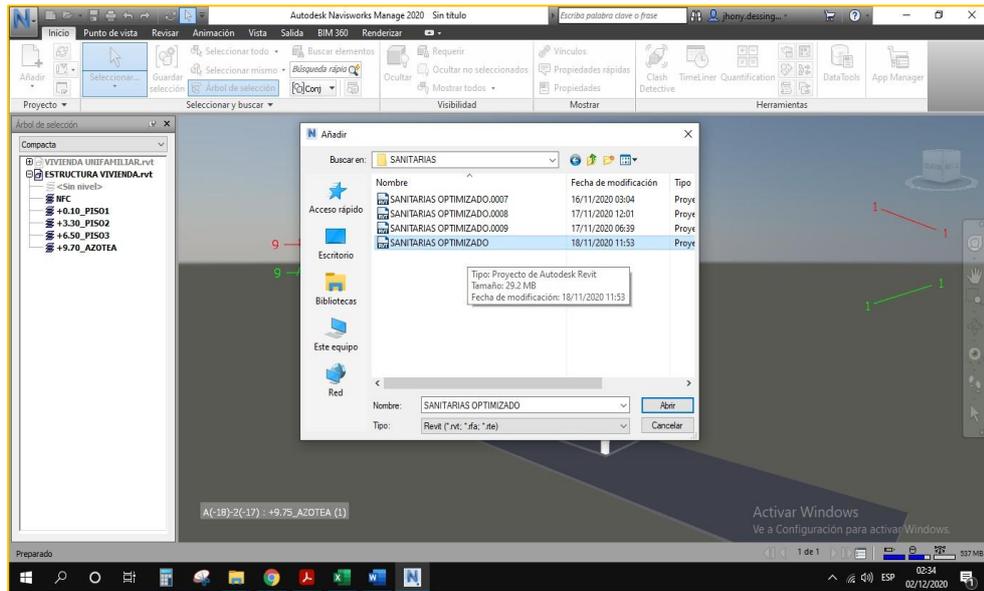


Figura 116. Selección del archivo Revit de la especialidad de sanitarias.

Fuente: Autodesk Navisworks.

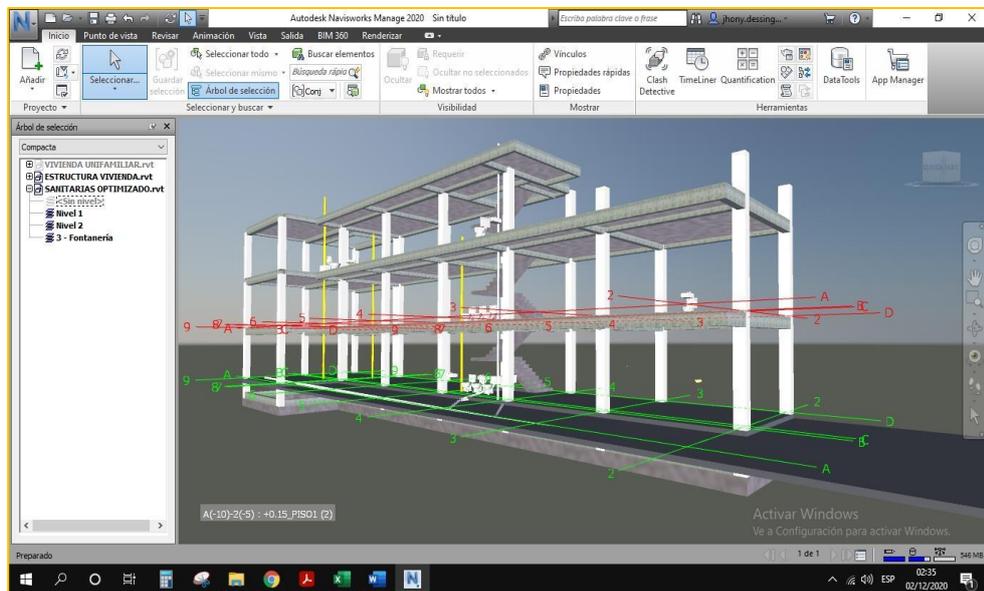


Figura 117. Modelo importado de la especialidad de sanitarias a Navisworks.

Fuente: Autodesk Navisworks.

**Paso 5:** Se procedió a analizar las interferencias entre las especialidades.

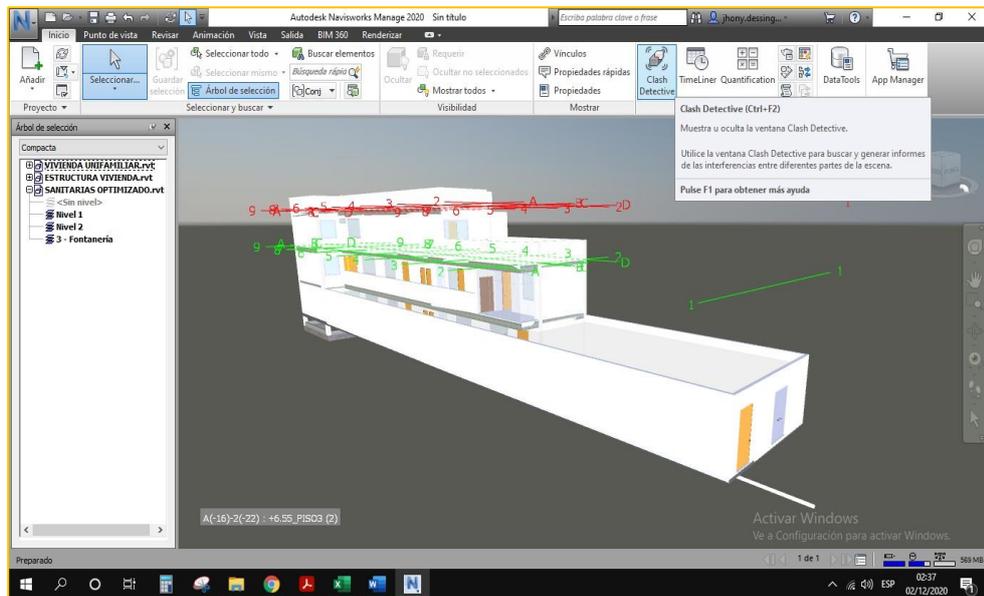


Figura 118. Ejecución de la herramienta Clash detectve.

Fuente: Autodesk Navisworks.

**Paso 6:** Se seleccionó la pestaña Clash detectve y se configuró un nuevo test.

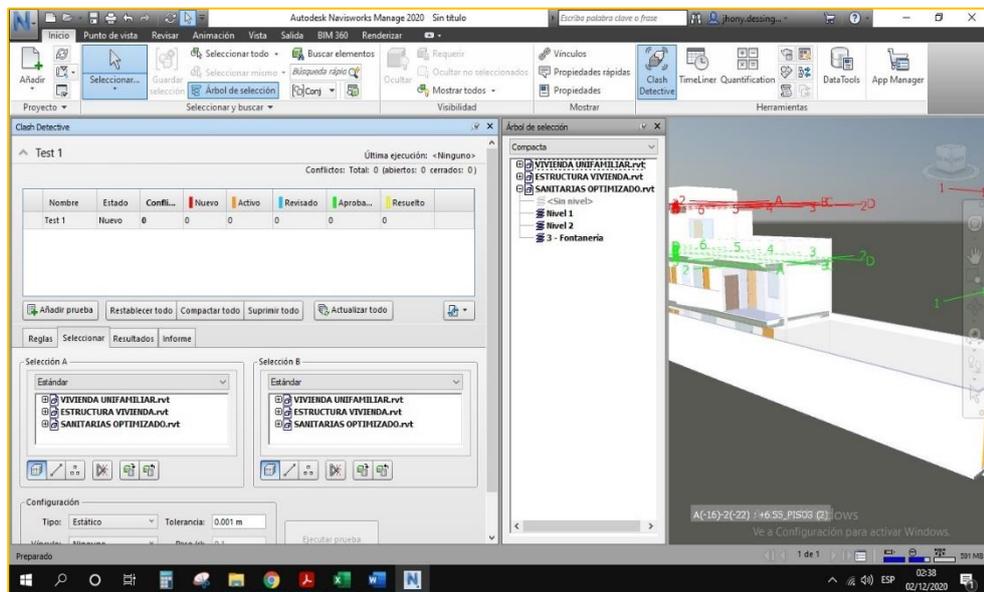


Figura 119. Configuración de test para detección de interferencias.

Fuente: Autodesk Navisworks.

**Paso 7:** Se verificó los ambientes donde el programa detectó interferencias.

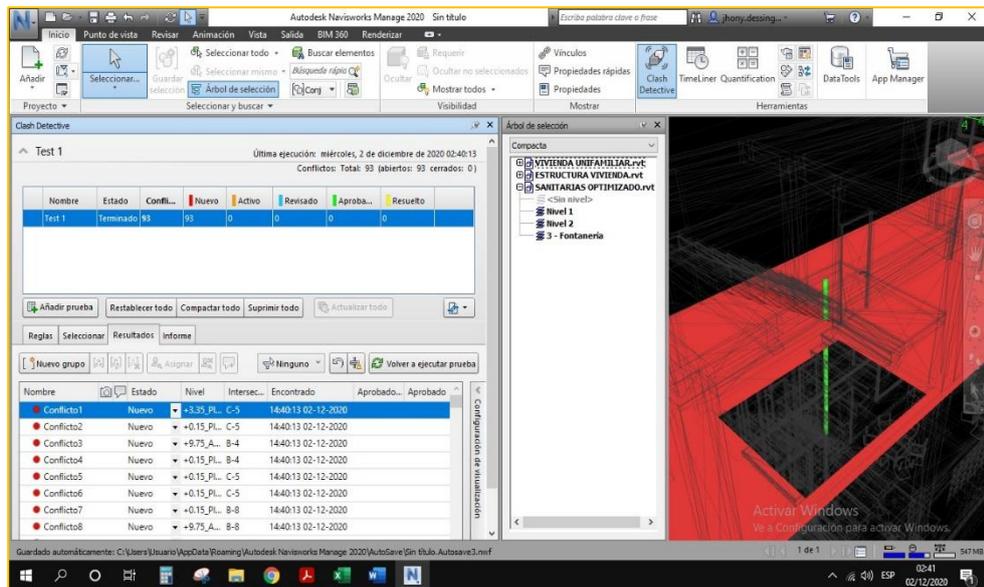


Figura 120. Listado de conflictos detectados por el test.

Fuente: Autodesk Navisworks.

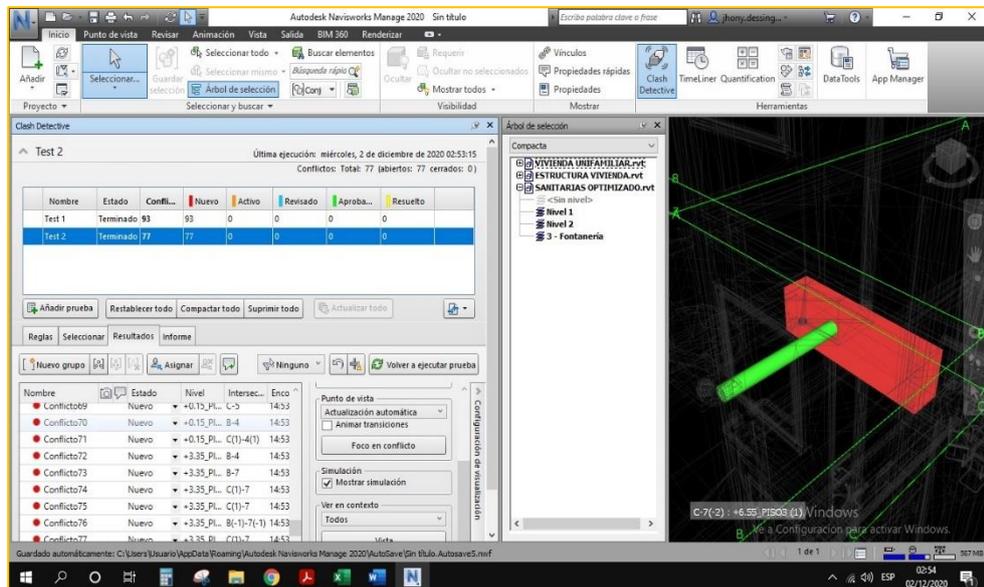


Figura 121. Conflictos en la red de desagüe con viga VP-02.

Fuente: Autodesk Navisworks.

**Paso 8:** Se procedió a verificar manualmente en el modelo Revit original para una segunda revisión más personalizada.

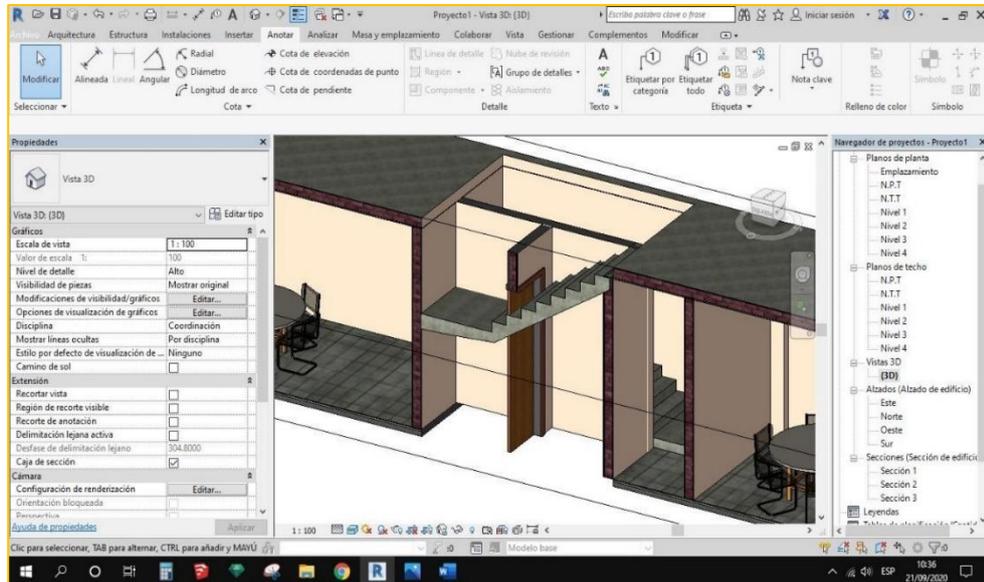


Figura 122. Interferencia de escalera con muro del ambiente almacén en el primer nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

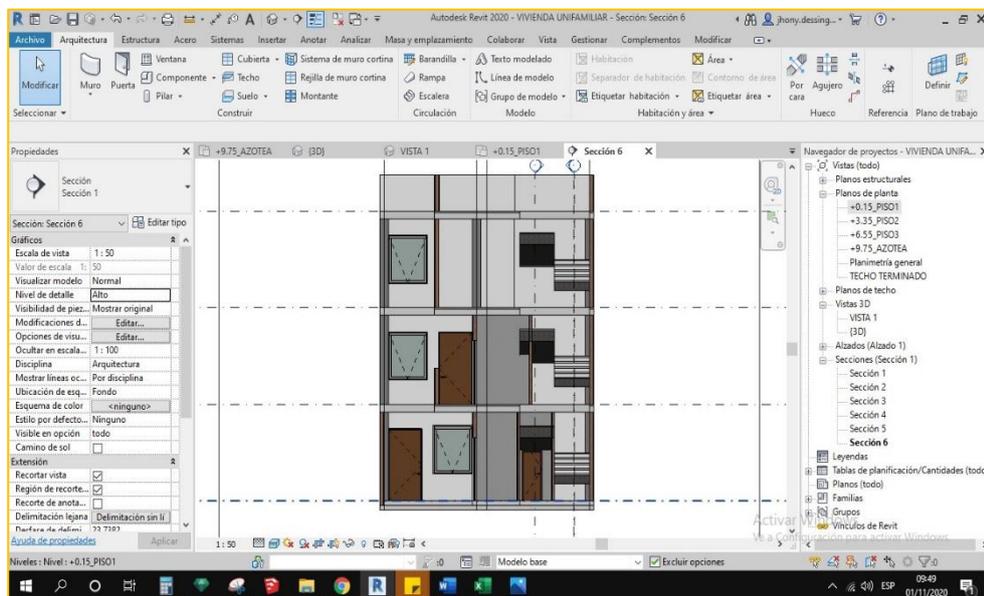


Figura 123. Interferencia de escalera con muro del ambiente del segundo nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

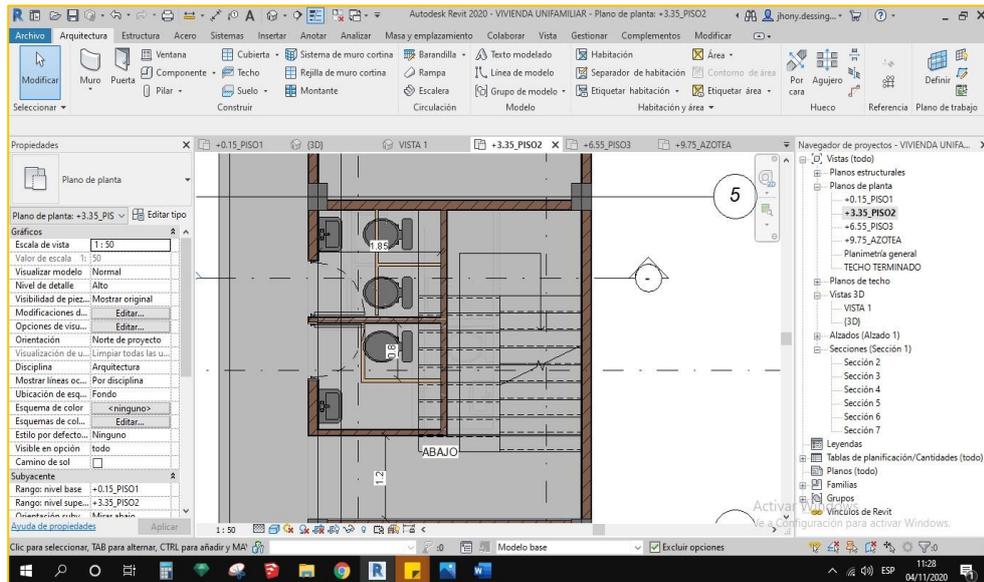


Figura 124. Interferencia de muro del baño del segundo nivel con el recorrido de la escalera.

Fuente: Autodesk Revit.

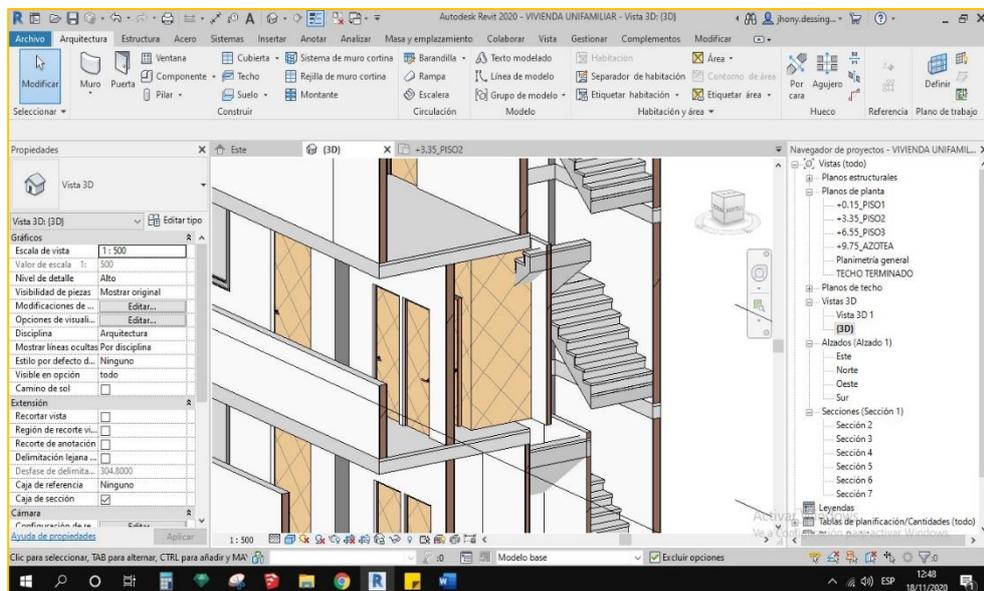


Figura 125. Vista en sección de la interferencia de muro en baño del segundo nivel con el recorrido de la escalera.

Fuente: Autodesk Revit.

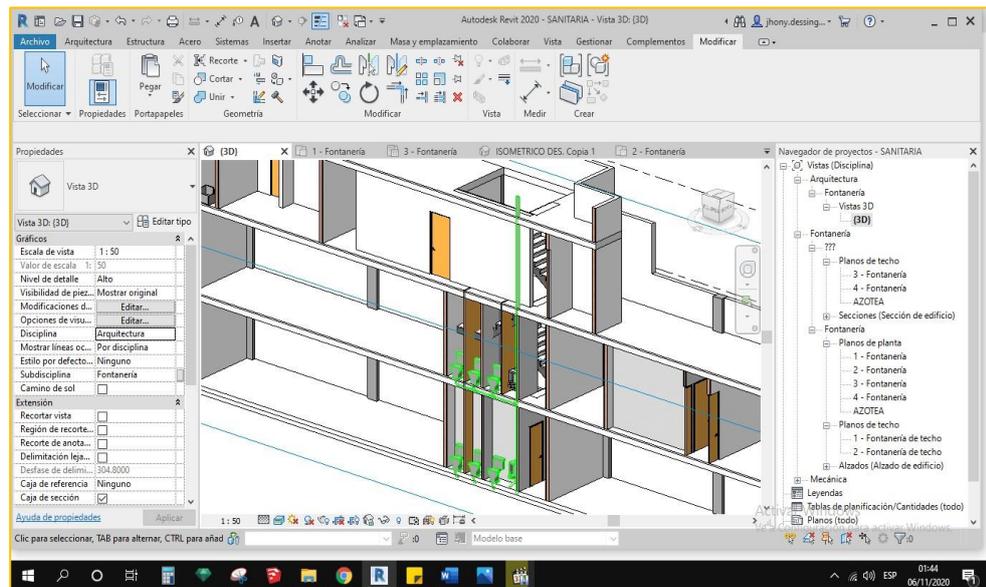


Figura 126. Montante de red de desague que interrumpe un ambiente de circulación en el segundo nivel.

Fuente: Autodesk Revit.

## 2.8.2 Optimización del diseño del proyecto.

En esta etapa se realizaron los análisis correspondientes a fin de detectar las incoherencias en los planos alcanzados, es así como por medio del análisis técnico se lograron detectar algunos datos vacíos o erróneos en los planos y de los cuales se hizo un señalamiento para su posterior corrección. Algunas de estas incoherencias fueron como sigue:

1. Se pudo notar que en los planos de la especialidad de arquitectura no se había realizado la planta de azotea, el cual dada su elevación define la altura del piso anterior. La solución a esta incoherencia fue tomar como referencia la altura de los pisos anteriores.



*Figura 127. Planos matrices de arquitectura de la edificación.*

Fuente: Servicios Generales MG.

2. Se pudo presenciar también en los planos arquitectónicos que existen carencias de ejes verticales y horizontales, así como también de cotas internas, lo que induce a entender que el plano tiene carencia de vacíos y para que pueda comprenderse, se tuvo que realizar las consultas con las personas responsables del diseño. Para ello se tuvieron que tomar medidas con un escalímetro, llegando a la conclusión de que el plano está diseñado con escala 1/50.

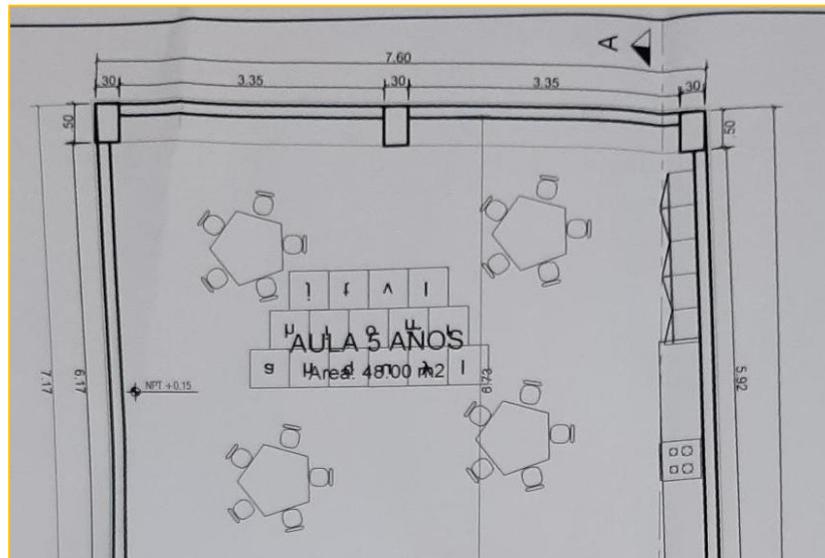


Figura 128. Plano de arquitectura, ambiente aula de 5 años.

Fuente: Servicios Generales MG.

- Se pudo verificar también que los cuadros de vanos no coinciden con las cotas dadas en los planos arquitectónicos, por ejemplo, en la figura adjunta se muestra que la puerta P8 tiene un ancho de 0.80 m de ancho según lo indica la cota, sin embargo, en el cuadro de vanos figura con un valor de 2.22 m de ancho.

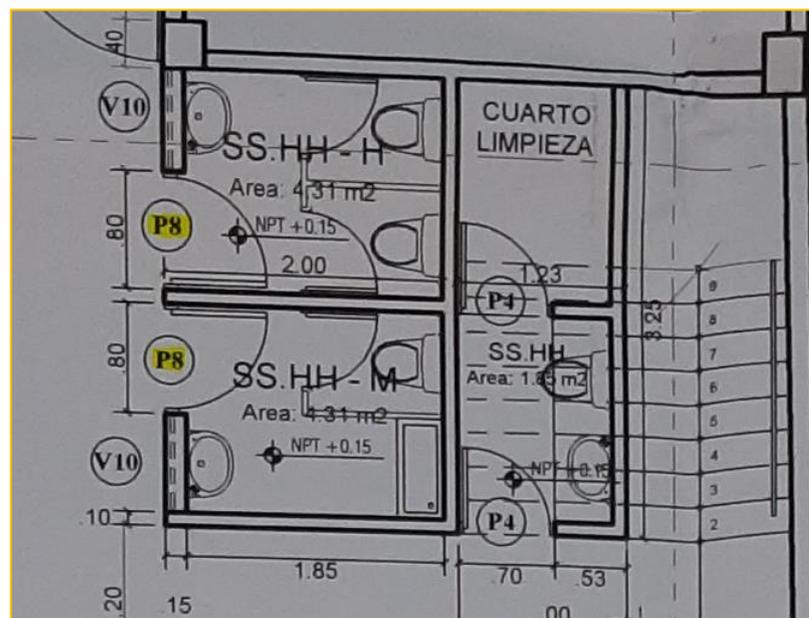


Figura 129. Plano de arquitectura, ambiente SS. HH. primer nivel.

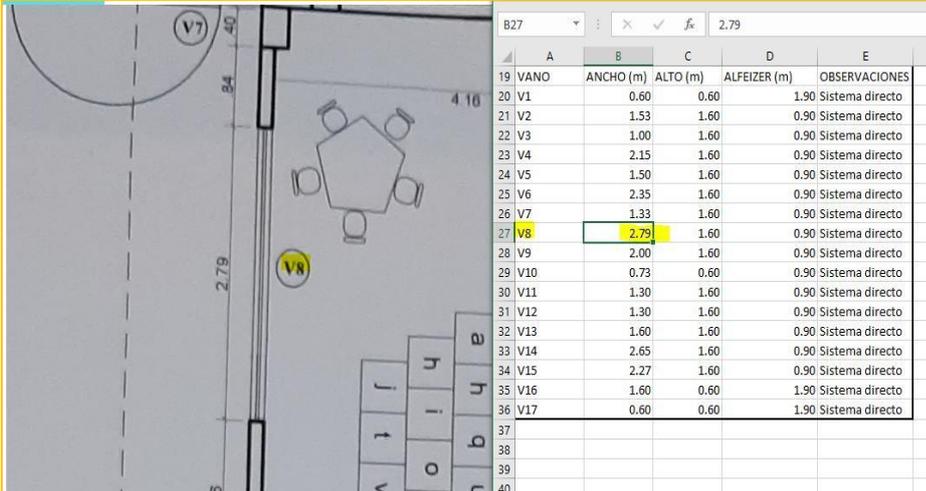
Fuente: Servicios Generales MG.

VANO	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P1	1.20 m	2.40 m	Puerta macisa de ingreso
P2	3.00 m	2.40 m	Portón metálico doble hoja
P3	0.80 m	2.10 m	Puerta de baño metálica
P4	0.70 m	2.10 m	Puerta de baño
P5	2.15 m	2.20 m	Mampara corrediza
P6	0.80 m	2.20 m	Puerta de dormitorio
P7	2.75 m	2.40 m	Mampara corrediza 3 cuerpos
P8	2.22 m	2.40 m	Puerta de estacionamiento
P9	3.17 m	2.40 m	Mampara corrediza
P10	1.80 m	2.40 m	Mampara corrediza

Figura 130. Cuadro de vanos - puertas.

Fuente: Servicios Generales MG.

4. Se pudo observar que las medidas de algunas ventanas se tomaron con medidas impares como se aprecia en la figura. Para ello, se optó por establecer un cuadro de vanos con medidas exactas.



VANO	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZER (m)	OBSERVACIONES
V1	0.60	0.60	1.90	Sistema directo
V2	1.53	1.60	0.90	Sistema directo
V3	1.00	1.60	0.90	Sistema directo
V4	2.15	1.60	0.90	Sistema directo
V5	1.50	1.60	0.90	Sistema directo
V6	2.35	1.60	0.90	Sistema directo
V7	1.33	1.60	0.90	Sistema directo
V8	2.79	1.60	0.90	Sistema directo
V9	2.00	1.60	0.90	Sistema directo
V10	0.73	0.60	0.90	Sistema directo
V11	1.30	1.60	0.90	Sistema directo
V12	1.30	1.60	0.90	Sistema directo
V13	1.60	1.60	0.90	Sistema directo
V14	2.65	1.60	0.90	Sistema directo
V15	2.27	1.60	0.90	Sistema directo
V16	1.60	0.60	1.90	Sistema directo
V17	0.60	0.60	1.90	Sistema directo

Figura 131. Plano de arquitectura, ambiente aula de 4 años.

Fuente: Servicios Generales MG.

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	OBSERV.
V1	0.60 m	0.60 m	1.90 m	Sistema directo
V2	1.58 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V3	1.90 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V4	2.15 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V5	1.50 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V6	2.35 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V7	1.38 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V8	2.72 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V9	2.00 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo
V10	0.725 m	0.60 m	1.90 m	Sistema directo
V11	1.39 m	1.60 m	0.90 m	Sistema directo

Figura 132. Cuadro de vanos con medidas impares.

Fuente: Servicios Generales MG.

- Por otro lado, se pudo notar respecto a las cotas, que en algunos ambientes carecían de estas acotaciones, para lo cual se hizo uso del escalímetro para la obtención de sus medidas, arrojando resultados de que el plano estaba mal escalado.

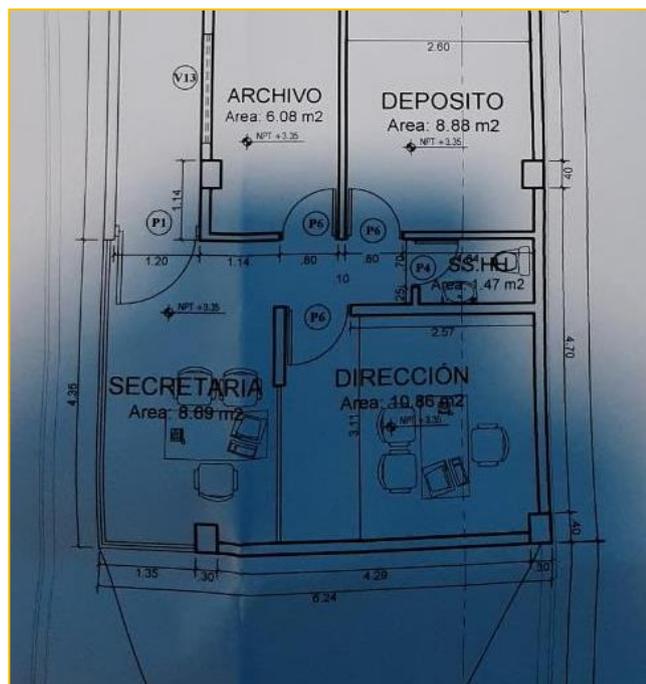


Figura 133. Plano de arquitectura, ambientes de secretaría, dirección, depósito y archivo en el segundo nivel.

Fuente: Servicios Generales MG.

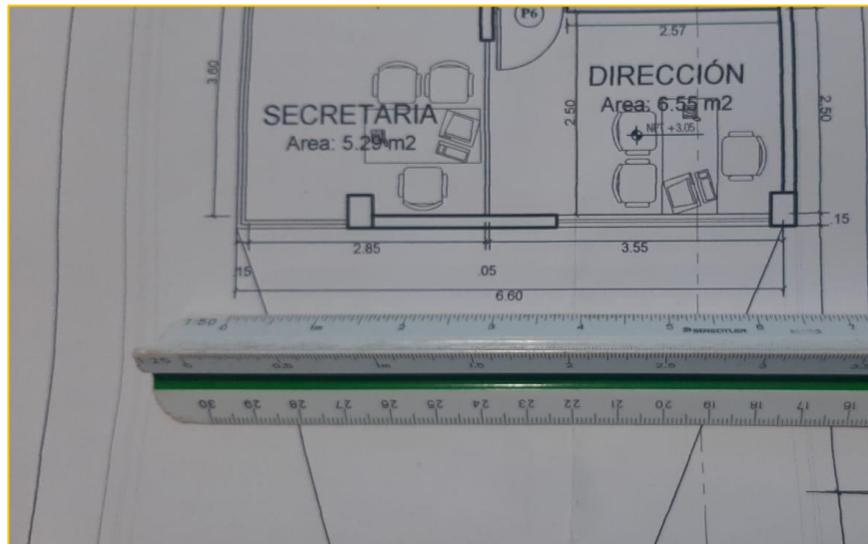


Figura 134. Plano de arquitectura, inconsistencia entre la medida del escalímetro con la medida de cota del plano.

Fuente: Servicios Generales MG.

6. Respecto al diseño arquitectónico de la tercera planta, se pudo presenciar algunos errores repetitivos que se presenciaban en los pisos anteriores, tales como carencia de acotaciones internas, plano mal escalado, entre otros.

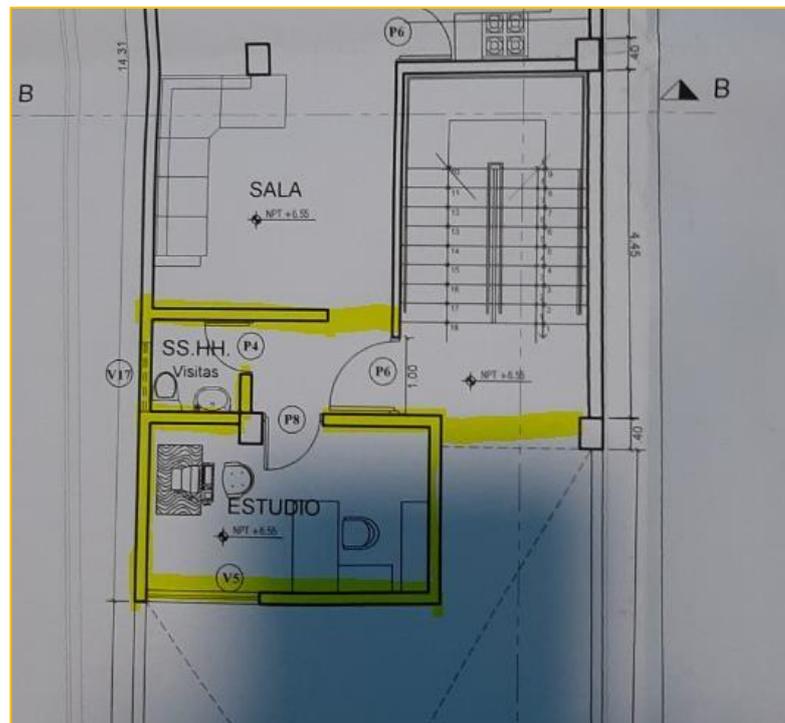


Figura 135. Plano de arquitectura del tercer nivel, faltan cotas internas.

Fuente: Servicios Generales MG.



Figura 136. Plano de arquitectura del tercer nivel, faltan cotas internas en zonas de comedor, cocina y sala.

Fuente: Servicios Generales MG.

7. Debido a que en el plano se nota la presencia de cotas editadas, al momento de realizar el modelado del tercer nivel se pudo evidenciar que la medida del pasadizo no corresponde a la medida que figura en el plano matriz, para lo cual se tuvo que acotar en el programa, arrojando una medida de 0.65 m tomados desde la columna hacia el muro. Este dato es incongruente pues según el RNE, la medida mínima de un pasadizo debe ser de 0.90 m.

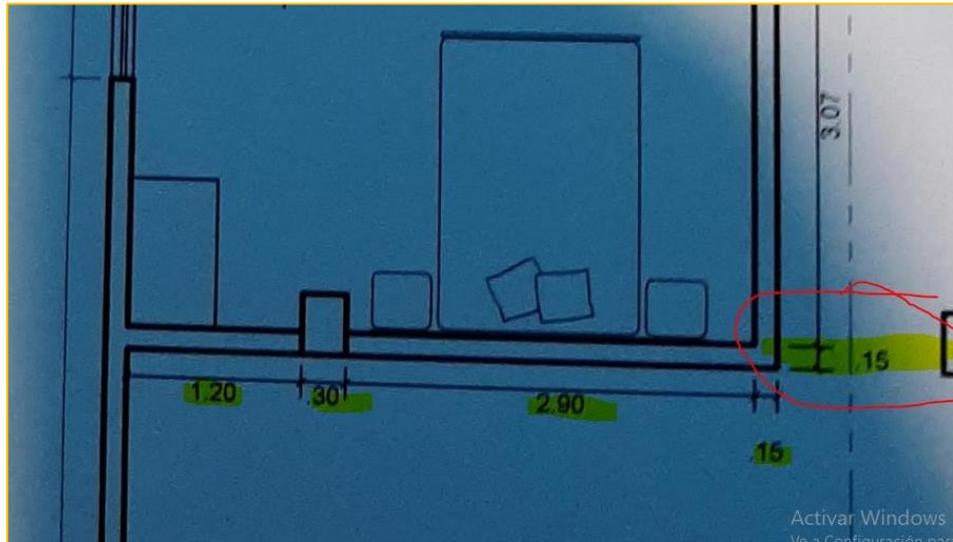


Figura 137. Plano de arquitectura del tercer nivel, faltan cotas internas en el pasadizo.

Fuente: Servicios Generales MG.

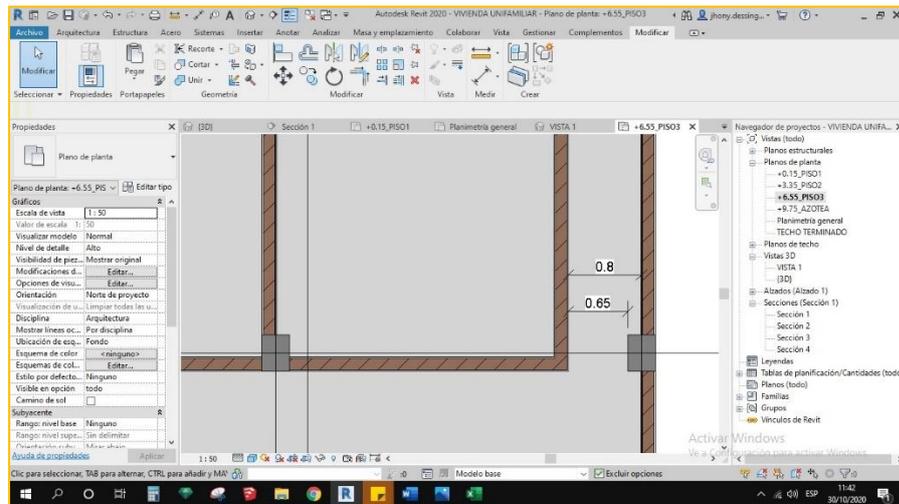
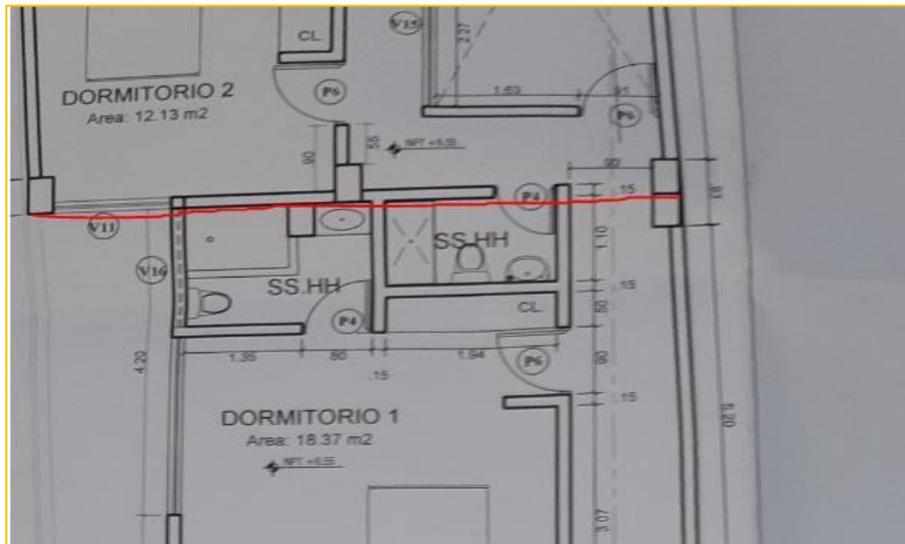


Figura 138. Acotación de pasadizo en modelo de Revit arquitectura.

Fuente: Autodesk Revit.

8. Por último y no menos importante, se pudo presenciar que en el tercer nivel la junta de dilatación desaparece según las evidencias del plano matriz. Esto refleja una incoherencia pues el RNE establece que las juntas de dilatación deben cumplir la función de dividir 2 elementos, a fin de que los momentos actuantes sean independientes en cada elemento.



*Figura 139. Discontinuidad de junta de dilatación en pisos superiores.*

Fuente: Servicios Generales MG.

### **2.8.3 Experiencias y resultados.**

En esta etapa se elaboró un cuestionario a fin de evaluar el nivel de satisfacción para el proyectista, el maestro de obra y el propietario (ver anexos, Tablas 10, 11 y 12).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Datos preliminares.

#### 3.1.1 Ubicación del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en la Mz. 23 Lote 9 en el Distrito de Florencia de Mora de la Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, Perú. Las coordenadas UTM que indican su ubicación son: 718581.35 m E y 9106408.74 m S en la zona 17L, a una altitud referencial de 98 m.s.n.m.

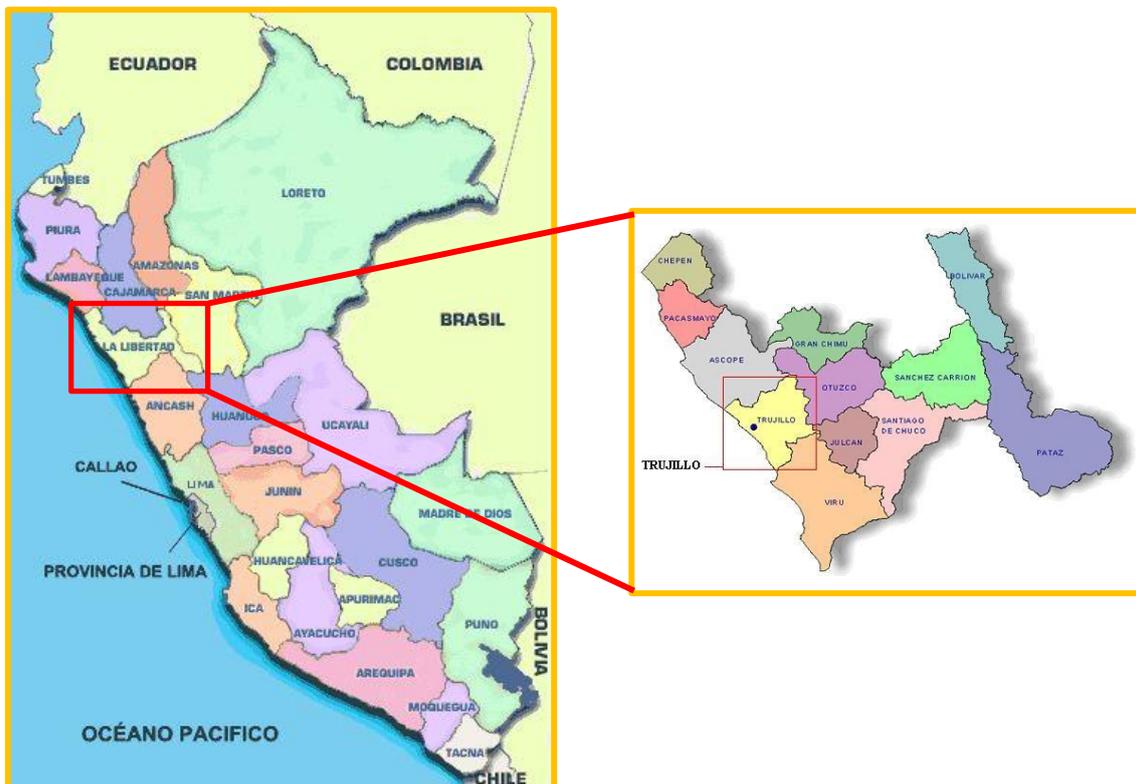


Figura 140. Ubicación del proyecto a nivel provincial.

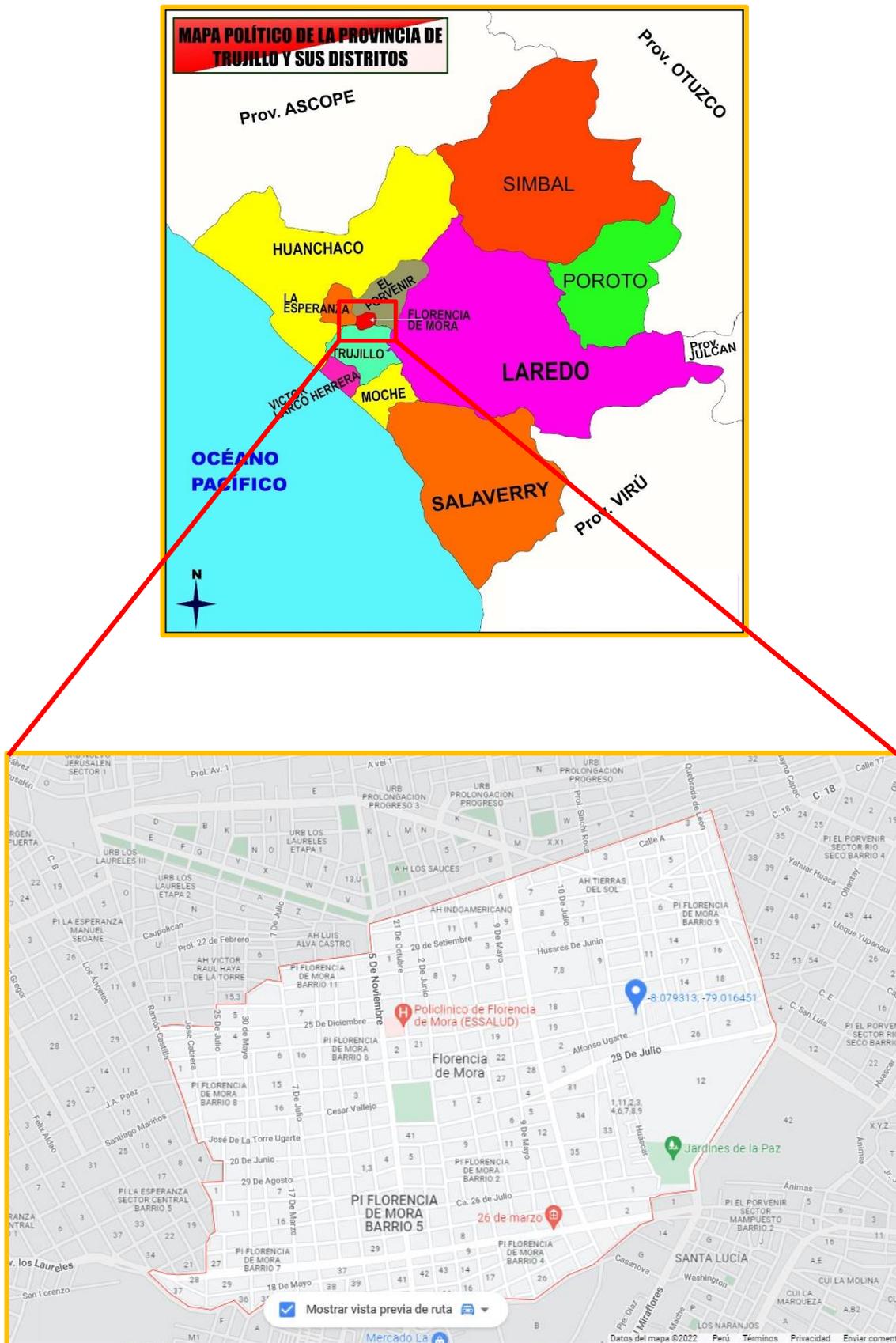


Figura 141. Ubicación del proyecto a nivel distrital.

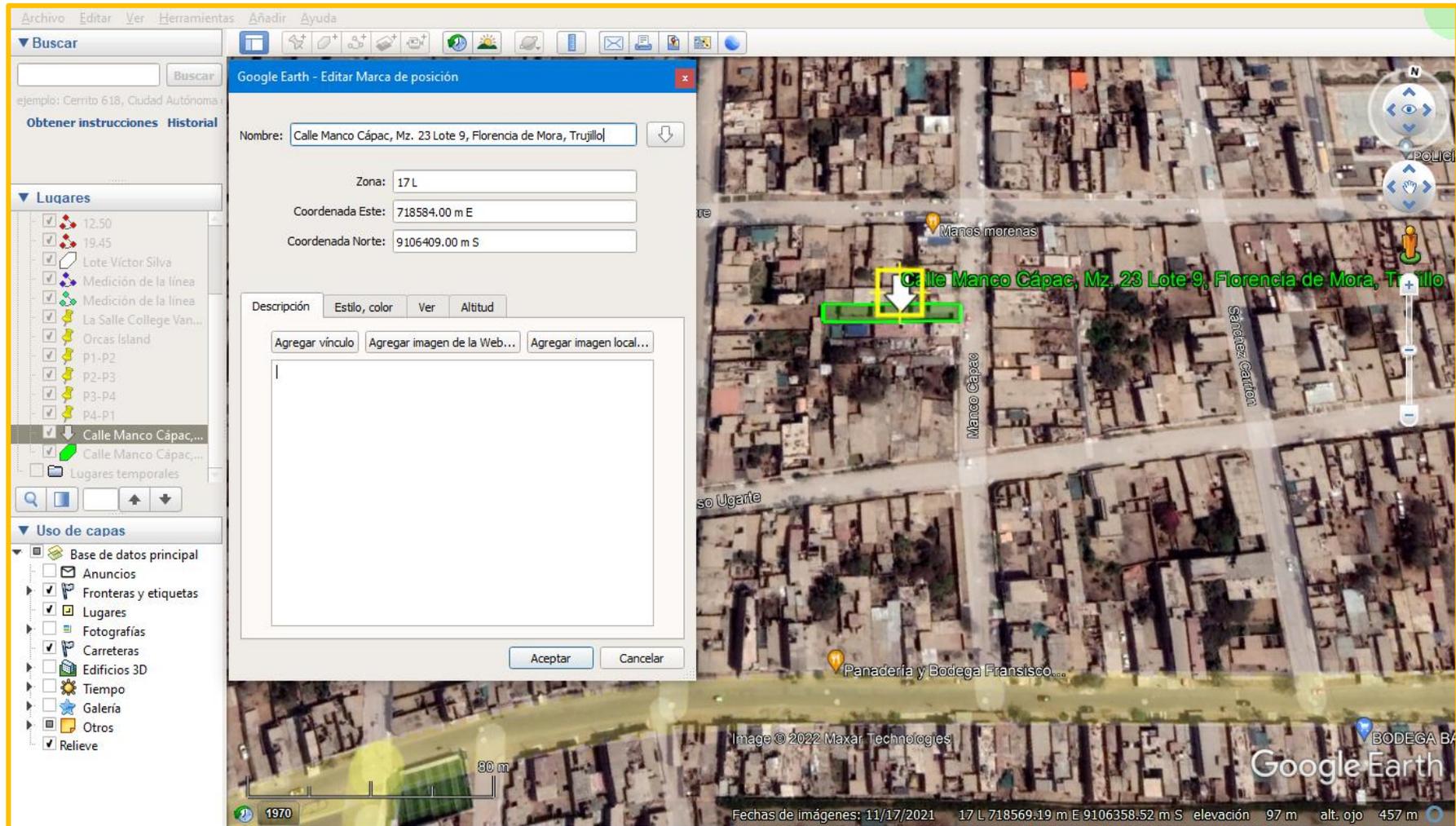


Figura 142. Ubicación del proyecto y sus coordenadas UTM en Google Earth.

### 3.1.1 Vivienda en estudio.

Esta investigación se realizó en una (01) vivienda, según la recomendación y/o sugerencia del experto. Dada la metodología y las limitaciones del trabajo de investigación, se planteó que se efectúe la aplicación de la metodología BIM en una sola vivienda. Para ello, se contó con la colaboración de la entidad Servicios Generales MG, encargada de la ejecución del proyecto, quienes facilitaron el expediente para su posterior análisis.

### 3.2 Interferencias.

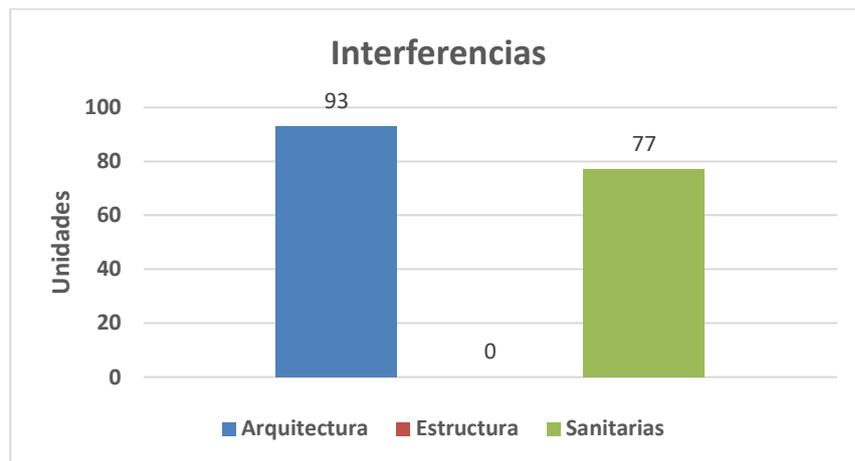


Gráfico 1. Resultado de interferencias.

Fuente: Microsoft Excel.

Se aprecia en el Gráfico 1 la cantidad de interferencias existentes en cada una de las especialidades. Los resultados obtenidos en los softwares Revit y Navisworks permitieron identificar 93 interferencias en la especialidad de arquitectura, 0 interferencias en la especialidad de estructuras y 77 interferencias en la especialidad de sanitarias.

### 3.3 Costos.

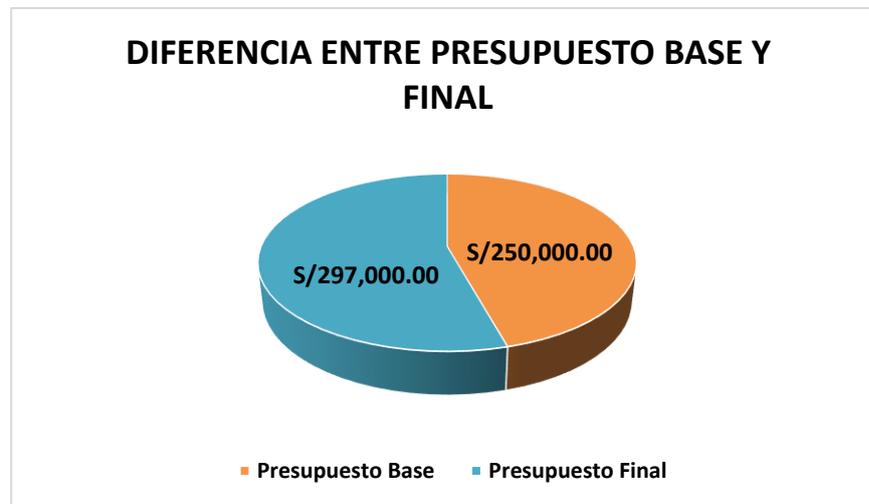


Gráfico 2. Diferencia de costo base y final del presupuesto.

Fuente: Microsoft Excel.

Se aprecia en el Gráfico 2 los resultados en cuanto a los presupuestos base y presupuesto final del proyecto. Estos fueron de S/ 250,000.00 para el presupuesto base y S/ 297,000.00 para el presupuesto final.

#### 3.3.1 Presupuesto base.

Para esta investigación, se tuvo como presupuesto base el proporcionado por el maestro de obra según su experiencia en construcción de edificaciones de este tipo. Según su experiencia el presupuesto base del proyecto será ejecutado en un plazo de 3 meses o 90 días y alcanza la suma de S/ 250,000.00 divididos en 4 partidas principales: Cimentación Primer Piso con un monto valorizado en S/ 90,000.00, Estructuras Primer Piso con un monto valorizado en S/ 85,000.00, Instalaciones Sanitarias: Red de Agua y Red Desagüe con un monto valorizado en S/ 45,000.00 e Instalaciones Eléctricas con un monto valorizado en S/

30,000.00. Este presupuesto se adjunta a continuación, el cual contiene la firma del maestro ejecutor del proyecto.

**PRESUPUESTO BASE**  
**CENTRO EDUCATIVO INICIAL - EDIFICACION URBANA INFORMAL DE USO VIVIENDA Y COMERCIO**

**PROPIETARIA:** MENDEZ CALDERON LILI MARINA

**FECHA:** 01/10/2021

ESPECIALIDADES	COSTO
01_CIMENTACION PRIMER PISO	S/ 90,000
02_ESTRUCTURAS PRIMER PISO	S/ 85,000
03_INSTALACIONES SANITARIAS: RED DE AGUA Y RED DESAGUE	S/ 45,000
04_INSTALACIONES ELECTRICAS	S/ 30,000
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 250,000.00</b>

El costo incluye materiales y mano de obra a todo Costo  
Duracion de la construccion de 3 meses

**MAESTRO DE OBRA:**

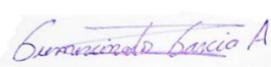
  
\_\_\_\_\_  
**GUMERCINDO GARCIA AGUIRRE**

Figura 143. Presupuesto base otorgado por el maestro de obra.

### 3.3.2 Presupuesto final.

Para esta investigación, se tuvo que realizar un presupuesto (ver anexo N° 20) en el software S10 Costos y Presupuestos, tomando en cuenta la realización inicial del modelado en los softwares Revit y Navisworks, asimismo, se elaboró el detalle de cada partida tomando en consideración la experticia de la entidad ejecutora “Constructora GMB S.A.C.” la cual certificó (ver anexo N°21) las partidas y sus respectivos valores en materia de costos unitarios según el valor del mercado en el momento de su elaboración.

Por otro lado, se elaboró un cronograma de obra (ver anexo N° 22) en el software S10 Costos y Presupuestos, en el cual se determinó que el tiempo de ejecución de obra debería ser de 2 meses o 60 días, mejorando notablemente los 3 meses impuestos por el maestro de obra.

Asimismo, la implicancia de realizar un proyecto bajo la aplicación de una tecnología de vanguardia en cuanto a construcción como es la tecnología BIM, acaece en un incremento significativo del mismo, pues se manifiestan con mayor detalle todos los procesos involucrados en la ejecución del proyecto. De esta manera tenemos: planos con mayores detalles en todas las especialidades, análisis de la edificación en cuanto a su predimensionamiento de sus principales elementos estructurales, cálculos estructurales de cada una de las especialidades para un correcto desempeño de la estructura, cuantificación exacta de los materiales requeridos, uso de herramientas de gestión de proyectos para evitar tiempos muertos por una mala planificación, evitar las interferencias que se pueden detectar en softwares sofisticados y que podrían generar más costes al momento de una post subsanación. Todos estos procesos y/o intervenciones se reflejan en un costo significativo y más acorde a la realidad para el desarrollo del proyecto de una manera más estable, sin complicaciones futuras y sinsabores por parte de sus agentes involucrados.

### 3.4 Planos Optimizados.

#### 3.4.1 Planos de Arquitectura.

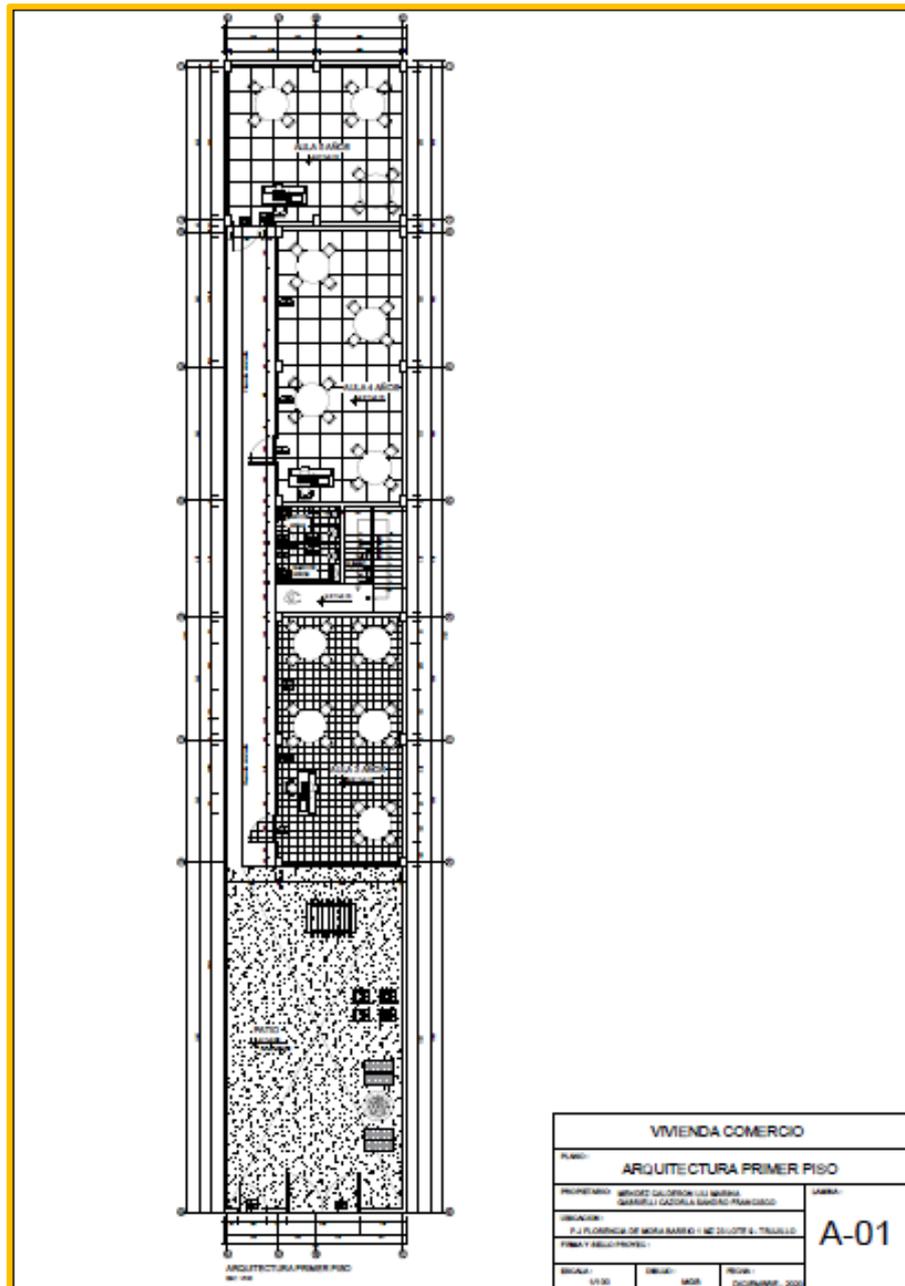


Figura 144. Plano optimizado de arquitectura del primer nivel.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 144 el diseño arquitectónico correspondiente al primer nivel, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto.

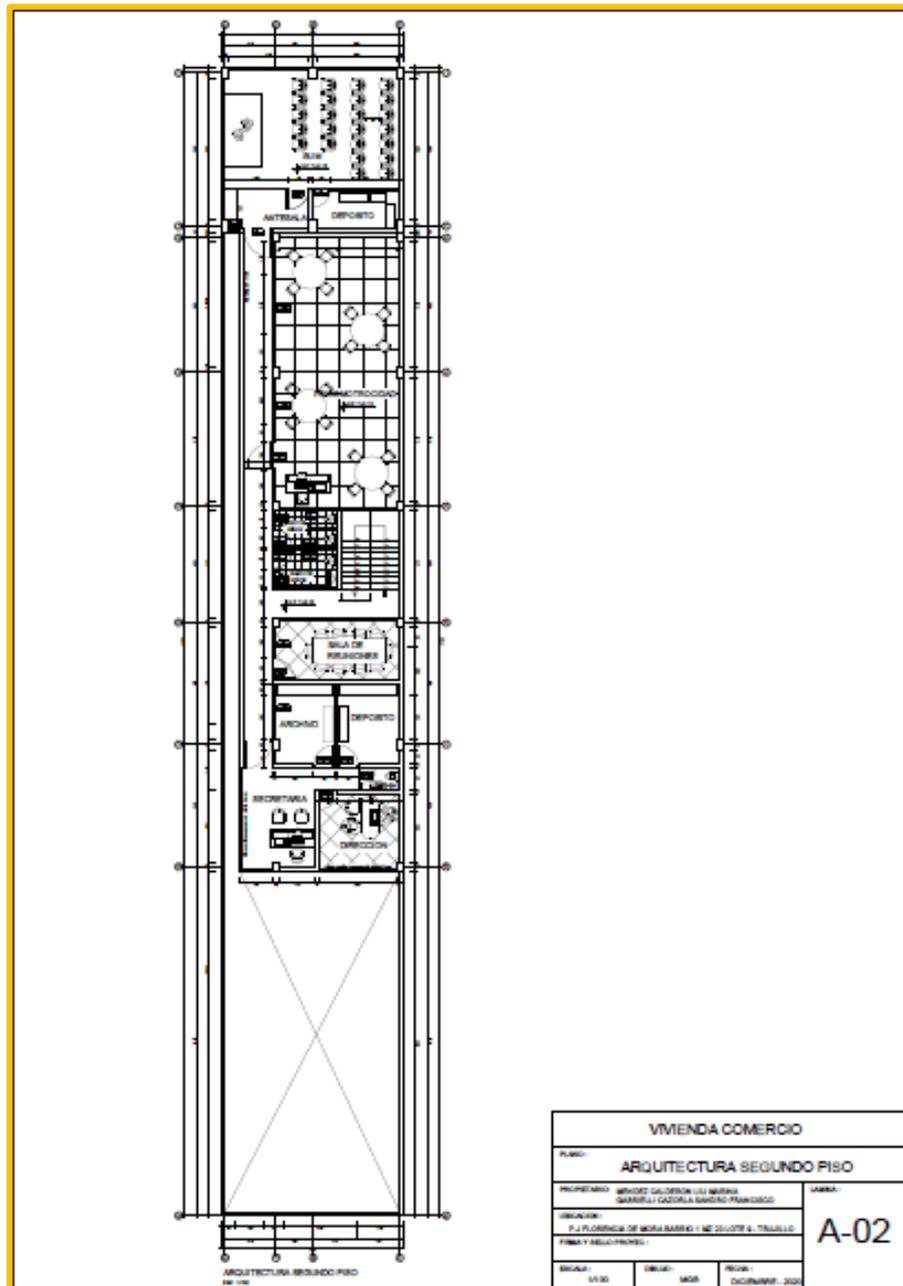


Figura 145. Plano optimizado de arquitectura del segundo nivel.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 145 el diseño arquitectónico correspondiente al segundo nivel, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto.

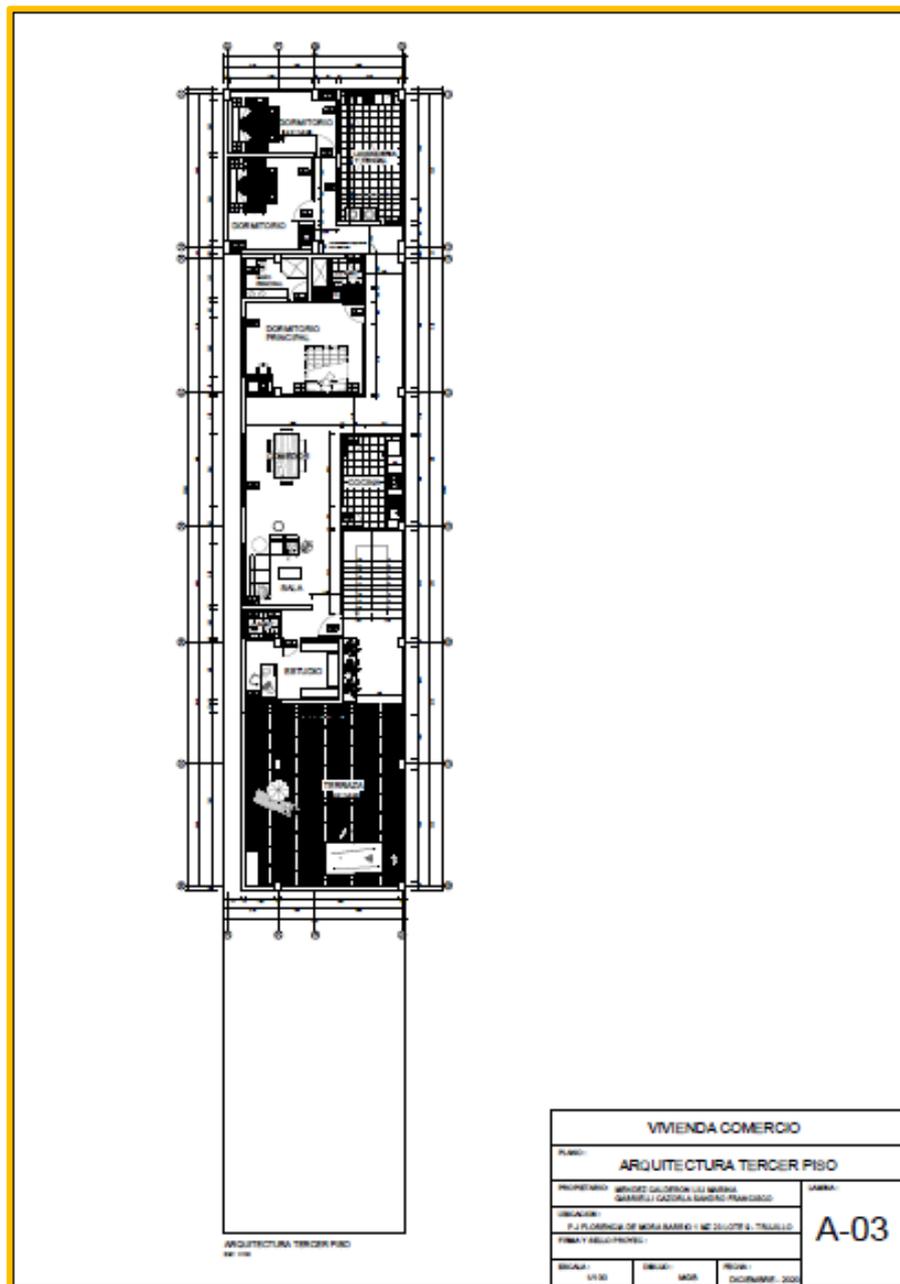


Figura 146. Plano optimizado de arquitectura del tercer nivel.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 146 el diseño arquitectónico correspondiente al tercer nivel, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto.

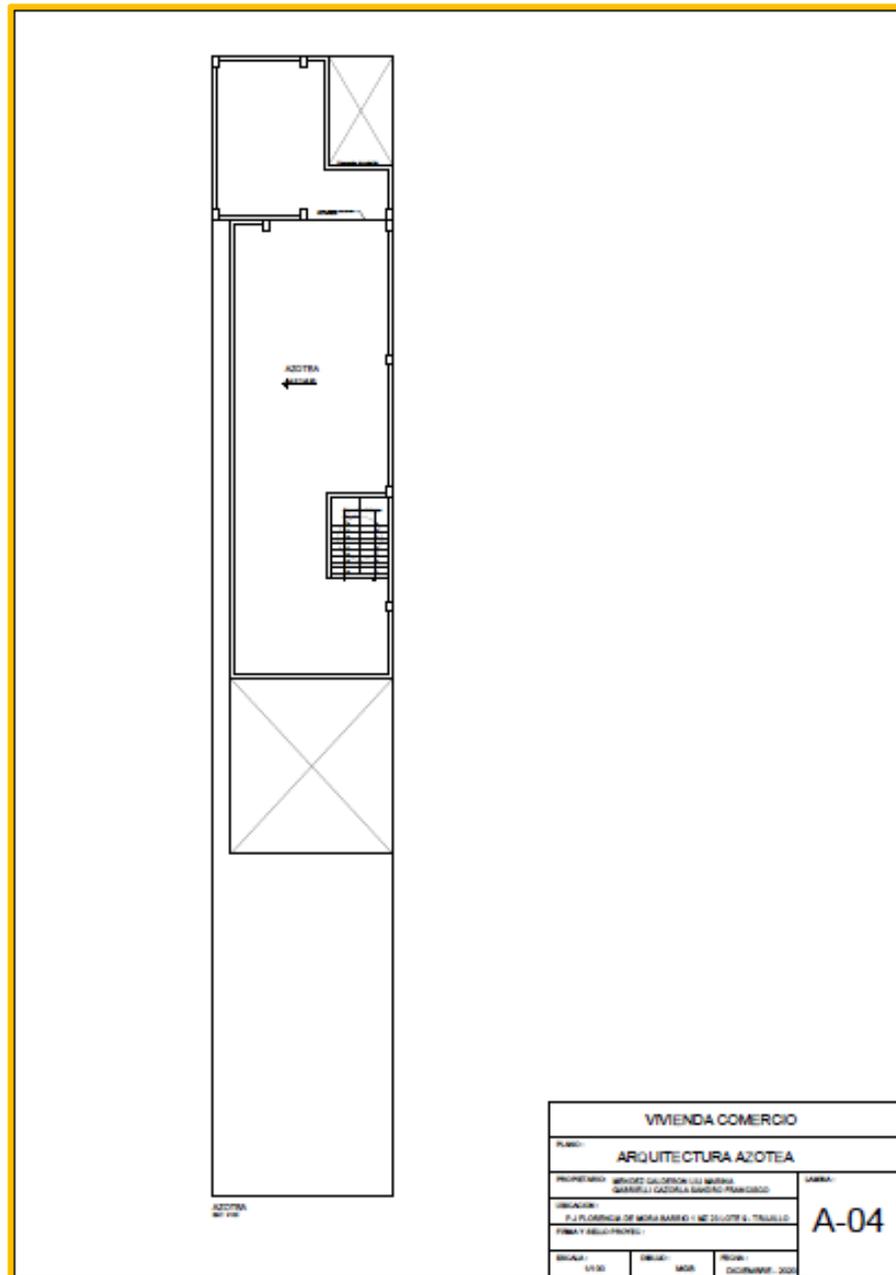


Figura 147. Plano optimizado de arquitectura de azotea.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 147 el diseño arquitectónico correspondiente a la azotea, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto.

### 3.4.2 Planos de Cimentación.

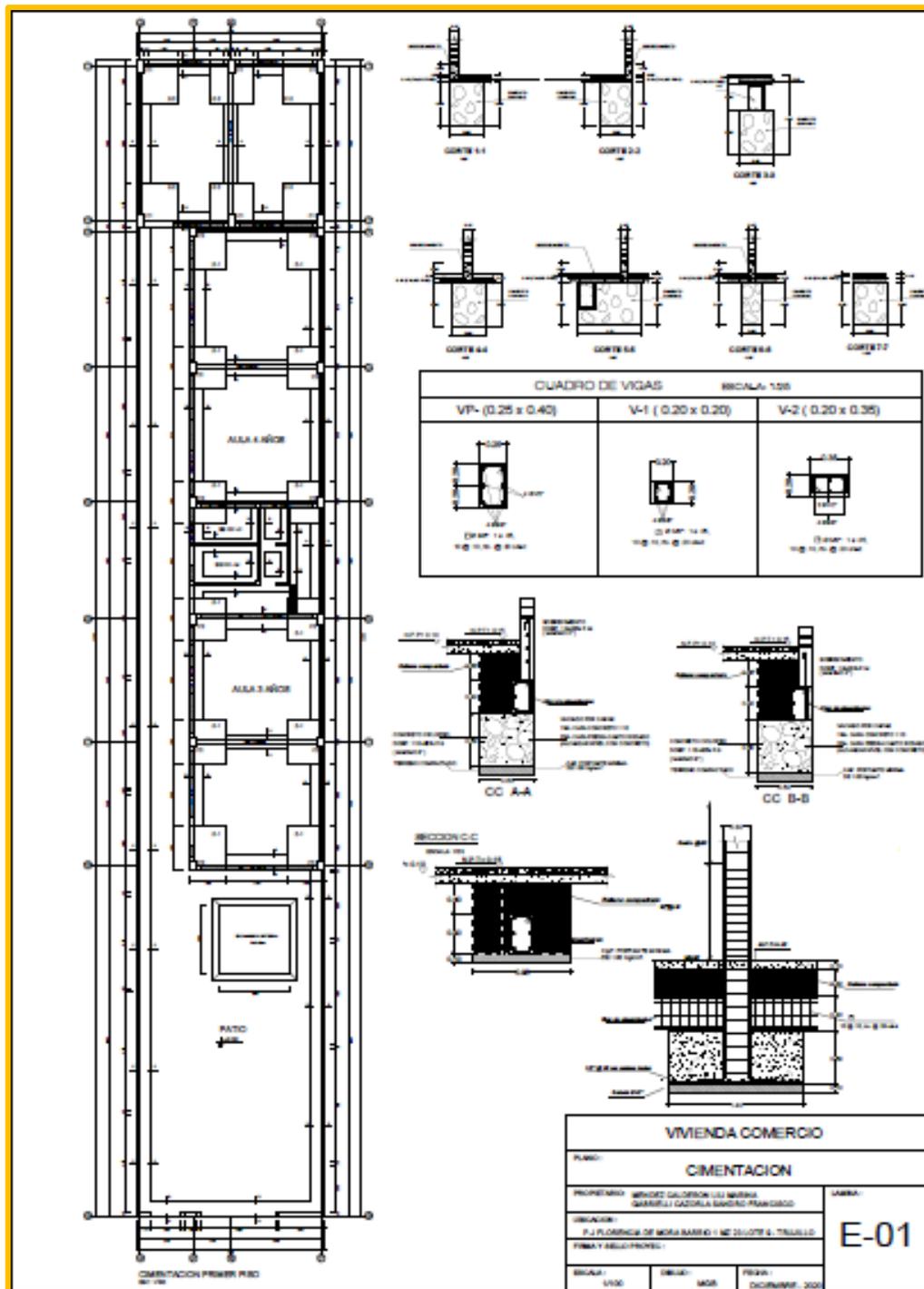


Figura 148. Plano optimizado de estructura-cimentación.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 148 el diseño de la cimentación, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto en cuanto a sus cortes.

### 3.4.3 Planos de Instalaciones Sanitarias – Red de Desagüe.

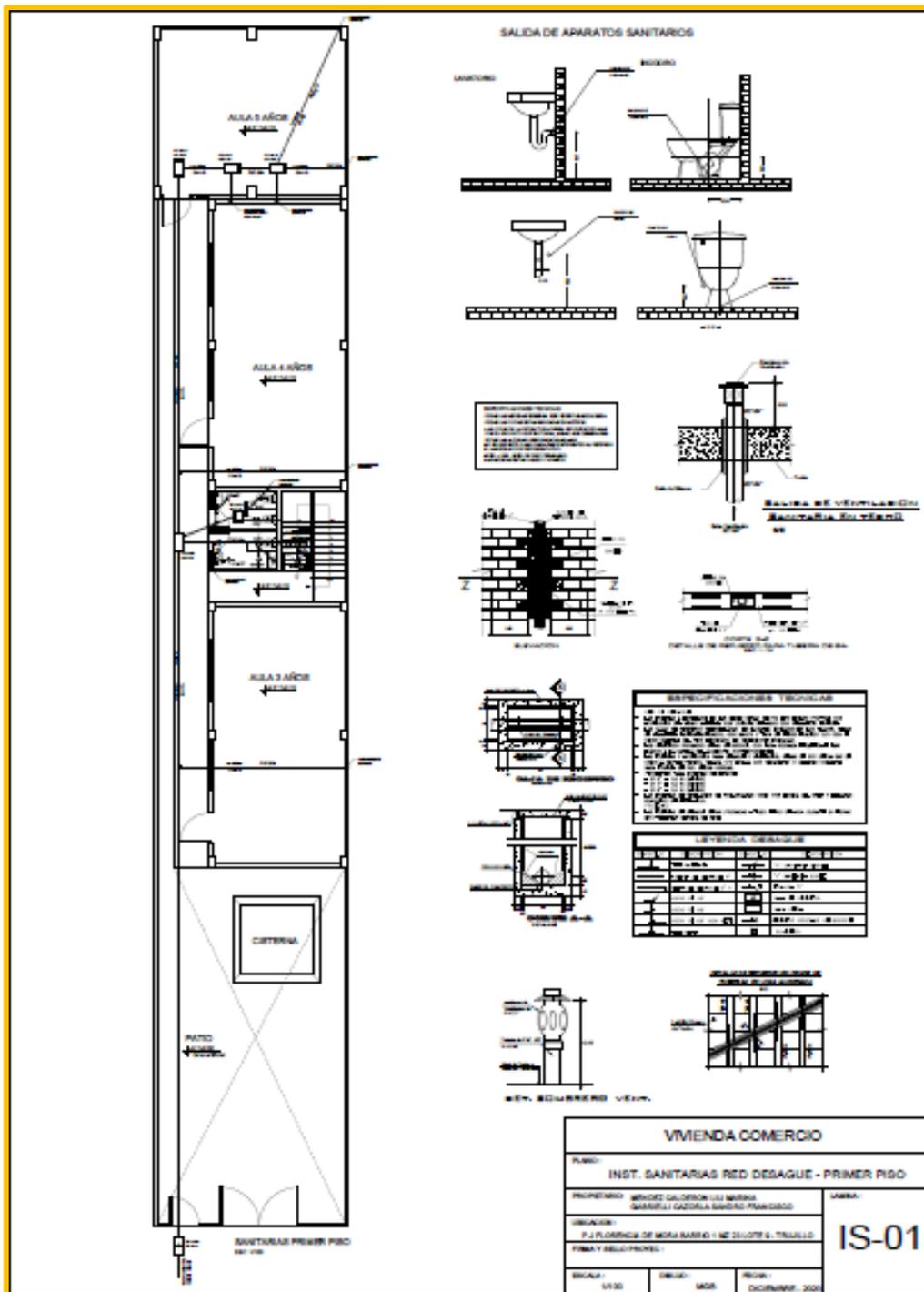


Figura 149. Plano optimizado de sanitarias red de desagüe del primer nivel.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 149 el diseño de la red de desagüe del primer nivel, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto en cuanto a sus conexiones.



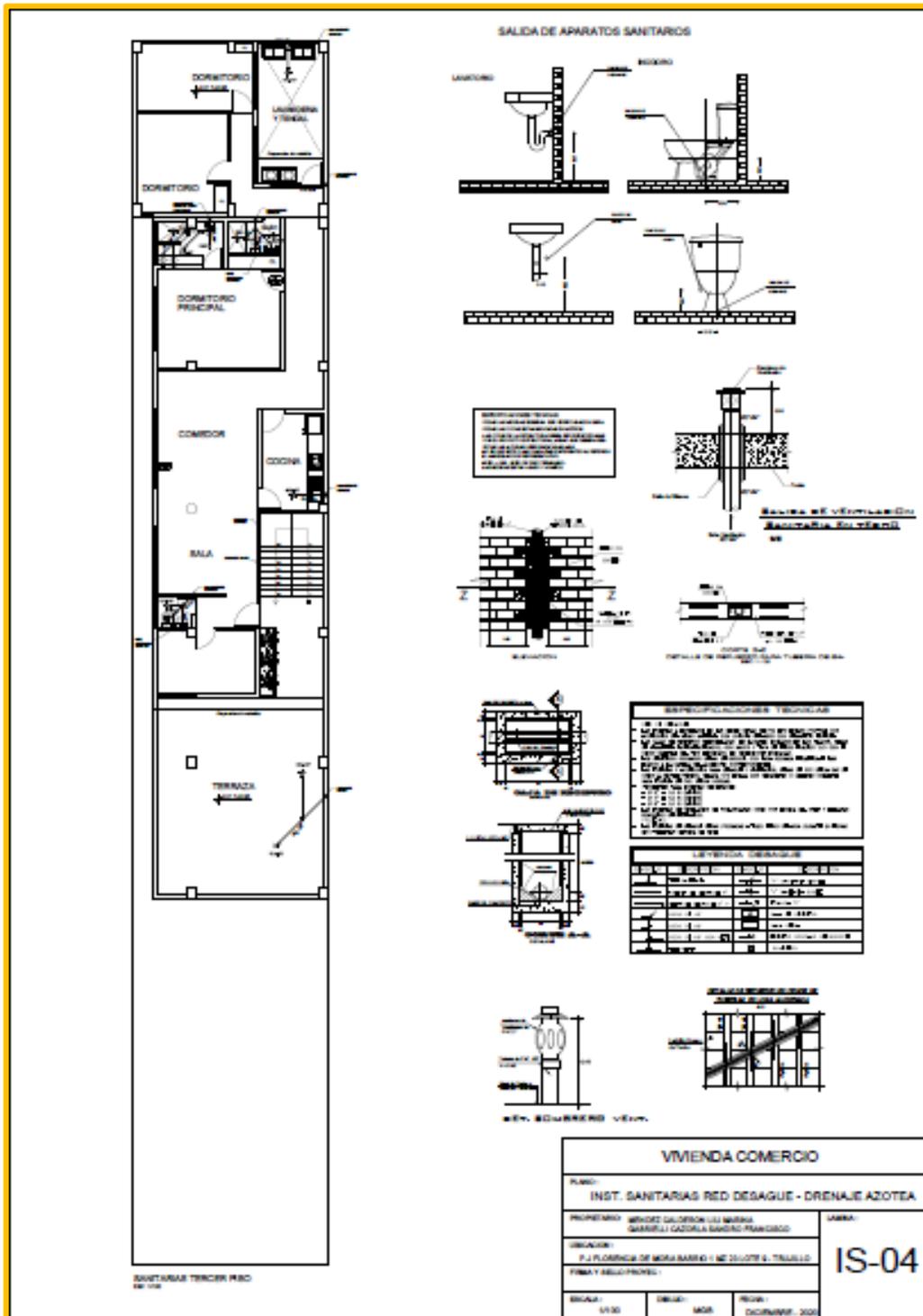


Figura 151. Plano optimizado de sanitarias red de desague del tercer nivel.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 151 el diseño de la red de desague del tercer nivel, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto en cuanto a sus conexiones.

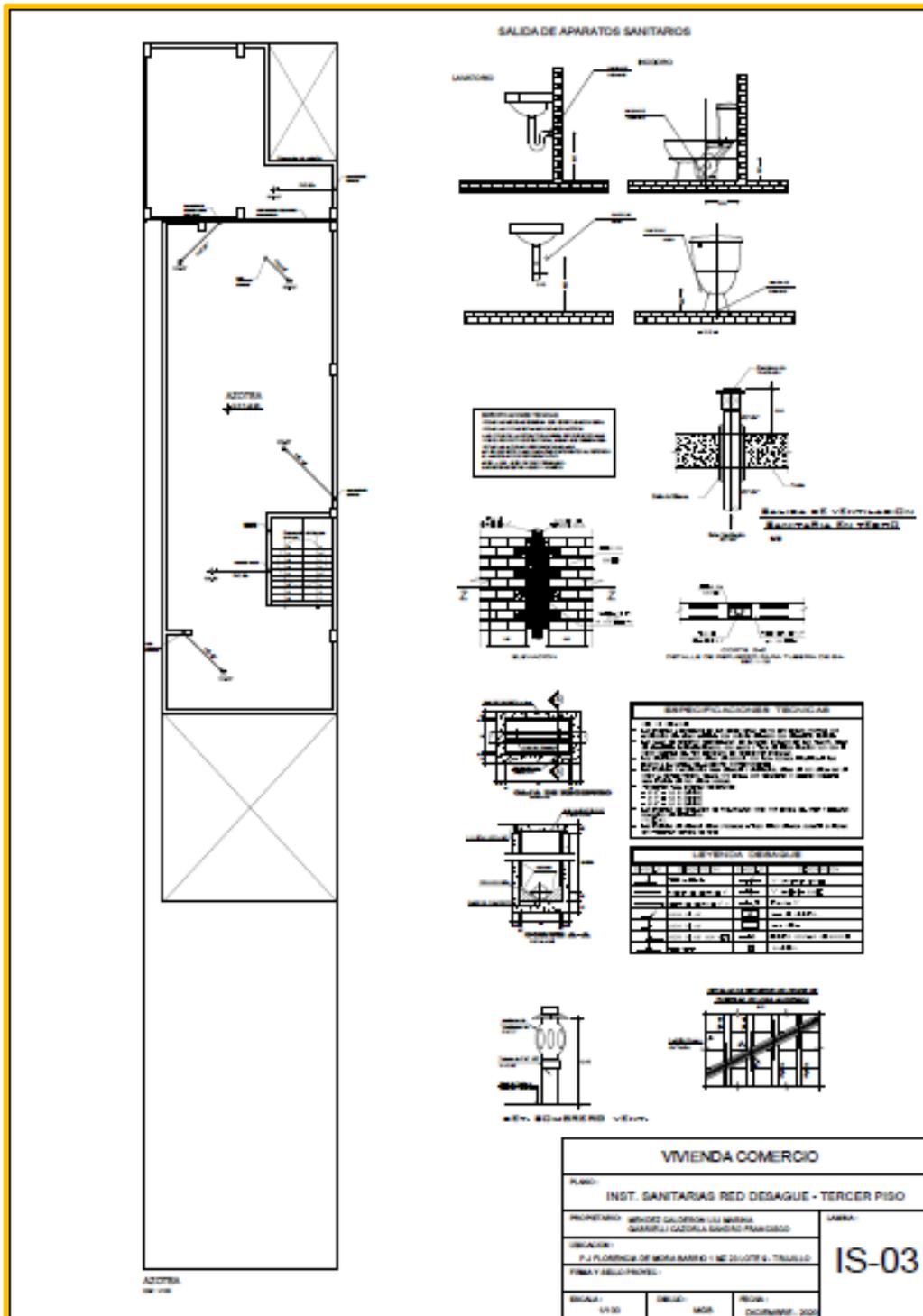
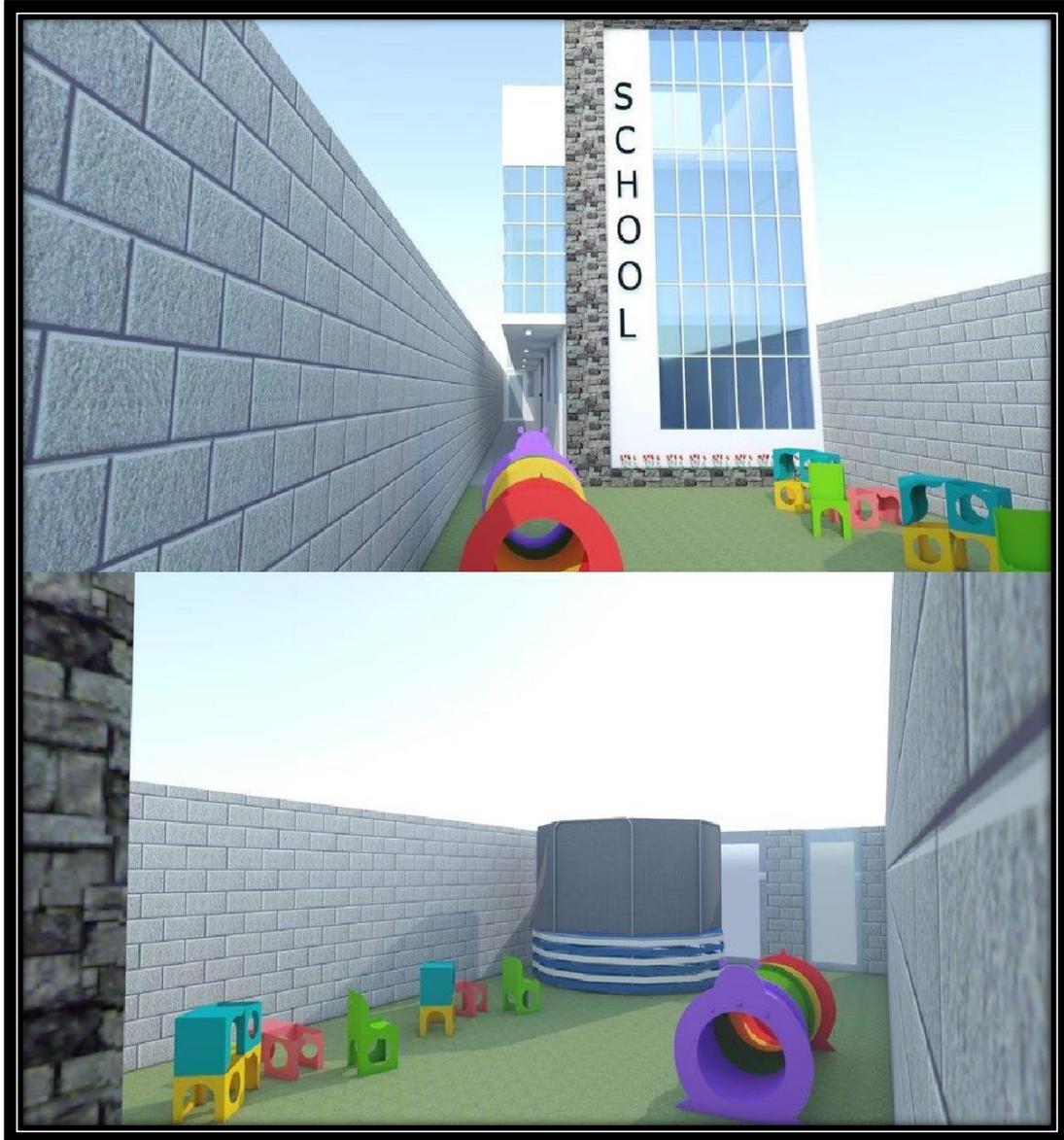


Figura 152. Plano optimizado de sanitarias red de desague del nivel de azotea.

Fuente: Adobe Acrobat PDF.

Se muestra en la Figura 152 el diseño de la red de desague del tercer nivel, el cual se logró optimizar mediante el uso del software Revit, mejorando satisfactoriamente cada detalle del proyecto en cuanto a sus conexiones.

### 3.5 Vistas fotorrealistas.



*Figura 153. Vista fotorrealista de elevación principal y patio con diseño optimizado.*

Fuente: Autodesk Revit.

Se muestra en la Figura 153 el diseño del proyecto en estudio, en el cual se aprecia de forma realista la concepción del mismo. Esta visualización en 3D permite tener una mejor conceptualización en cuanto a lo que se quiere ejecutar en base a la aplicación de tecnologías constructivas como lo es la tecnología BIM.

### 3.6 Modelo 3D.

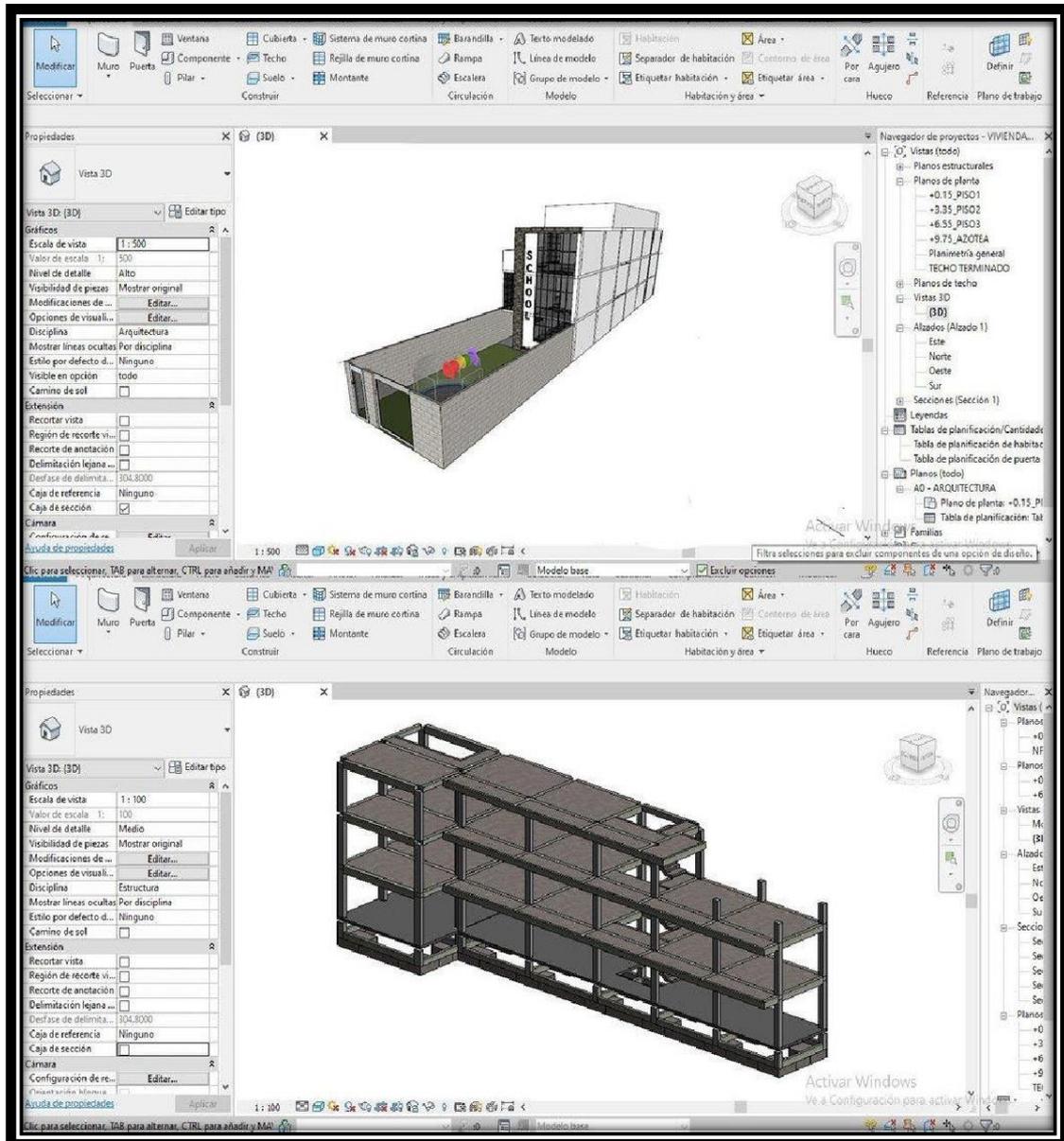


Figura 154. Modelo BIM de las especialidades de arquitectura y estructuras.

Fuente: Autodesk Revit.

Se muestra en la Figura 154 el diseño del modelado del proyecto en estudio en sus especialidades de arquitectura y estructuras elaborado bajo el software Revit, el cual nos permite lograr visualizar cada detalle de forma clara y entendible.

### 3.7 Nivel de satisfacción.

#### 3.7.1 Proyectista.

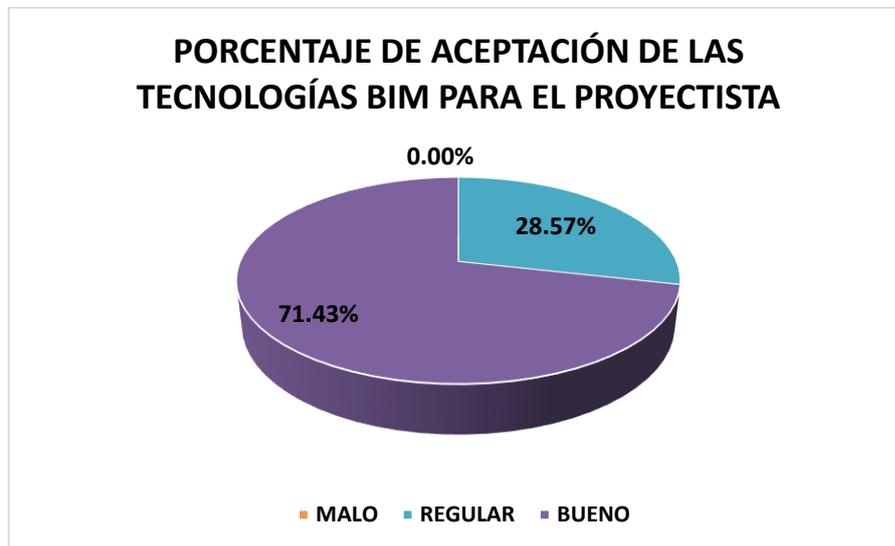
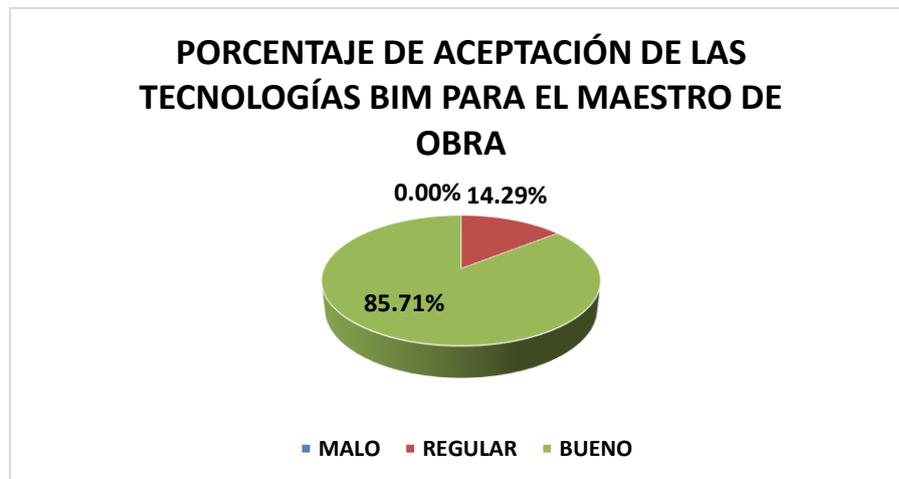


Gráfico 3. Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM para el proyectista.

Fuente: Microsoft Excel.

Como se aprecia en el gráfico 3, la aplicación de las tecnologías BIM para el proyectista tuvo una aceptación favorable de un 71.43%, siendo este valor correspondiente a la optimización de los tiempos, fluidez del trabajo, compatibilidad con programas CAD, metrados optimizados y rapidez en los diseños; en tanto se manifestó una aceptación regular en un 28.57%, siendo este valor correspondiente a la facilidad de entendimiento y la frecuencia de errores.

### 3.7.2 Maestro de obra.

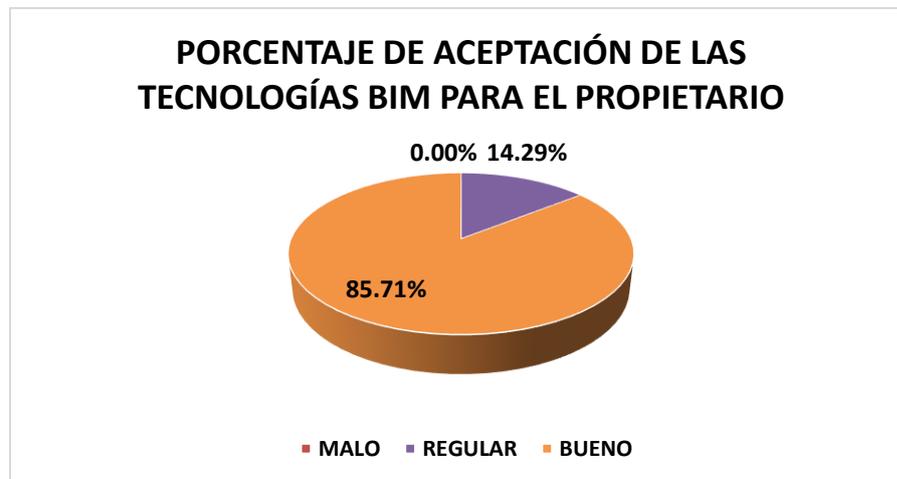


*Gráfico 4.* Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM para el maestro de obra.

Fuente: Microsoft Excel.

Como se aprecia en el gráfico 4, la aplicación de las tecnologías BIM para el maestro de obra tuvo una aceptación favorable de un 85.71%, siendo este valor correspondiente a que: ayuda a detectar las interferencias en corto tiempo, fluidez del trabajo, semejanza con los procesos constructivos, calidad visual, frecuencia de errores y rapidez para identificar las interferencias; en tanto se manifestó una aceptación regular en un 14.29%, siendo este valor correspondiente a la facilidad de entendimiento.

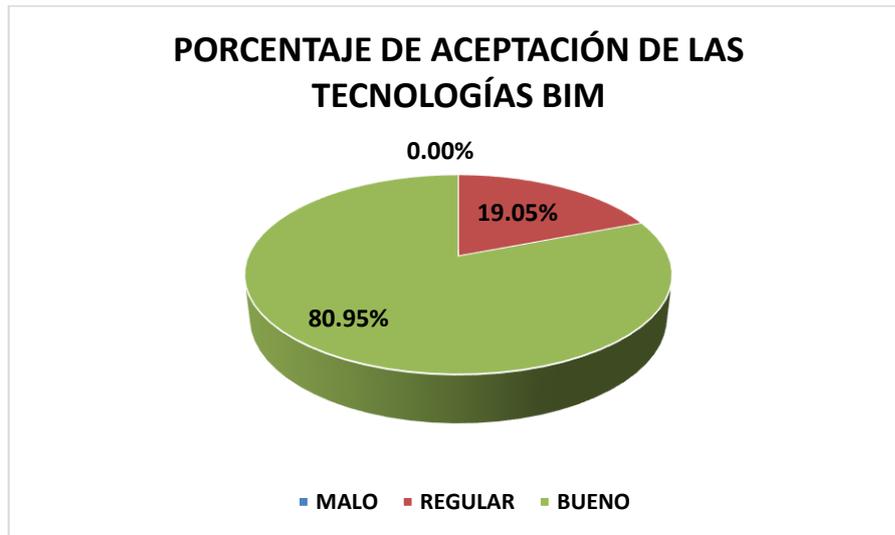
### 3.7.3 Propietario.



*Gráfico 5.* Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM para el propietario.

Fuente: Microsoft Excel.

Como se aprecia en el gráfico 5, la aplicación de las tecnologías BIM para el propietario tuvo una aceptación favorable de un 85.71%, siendo este valor correspondiente a que: ayuda a detectar las interferencias en corto tiempo, ayuda a disminuir los costos de la obra, se puede apreciar el acabado de los ambientes, proporciona una idea más realista del proyecto, se aprecia una calidad visual en los acabados y rapidez para identificar las interferencias; en tanto se manifestó una aceptación regular en un 14.29%, siendo este valor correspondiente al nivel de comprensión entre las especialidades.



*Gráfico 6.* Porcentaje de aceptación de las tecnologías BIM con los involucrados en la ejecución de la obra.

Fuente: Microsoft Excel.

Se aprecia en el Gráfico 3 los resultados en cuanto a la aceptación de las tecnologías BIM. La aplicación de esta tecnología tuvo una aceptación Buena con un valor de 80.95% y una aceptación Regular con un valor de 19.05%, siendo de esta manera nula (0.00%) su no aceptación.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

A partir de las series de resultados obtenidos en la presente investigación se da cumplimiento al **primer objetivo** en el cual se llegó a determinar que la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en la construcción de edificaciones urbanas informales tienen una influencia significativa de 15.8% en materia de un costo más real del presupuesto, y de un 33.33% de ahorro en cuanto al tiempo de ejecución, esto último gracias a una adecuada programación de la obra. Estos resultados se asemejan mucho a los manifestados por Tejedo (2018), quien en su investigación encontró una diferencia de 17.69% y 33.33% en presupuesto y tiempo, respectivamente. Asimismo, se tuvieron como limitantes el considerar la aplicación de esta tecnología tomando como muestra solo una edificación debido al costo que implica poder realizar más de una, y por temas del COVID, la escasez económica no fue ajena a los investigadores pues se tuvieron que suplir gastos de vital importancia para el desarrollo de la presente investigación, y por otro lado encontrar información relacionada sobre las tecnologías BIM de acuerdo al enfoque planteado en edificaciones informales, pues en su mayoría se manifiesta el uso de esta tecnología en proyectos de mayor envergadura y de carácter formal.

Por otro lado, se pudo dar cumplimiento al **segundo objetivo**, pues gracias al modelado realizado en Revit del proyecto en cuestión, se pudieron identificar las incompatibilidades en las especialidades de arquitectura e instalaciones sanitarias, estas fueron de 93 y 77, respectivamente. Estos resultados demuestran lo encontrado por Vallejos (2018), quien en su investigación concluyó que, gracias a la aplicación

de estas herramientas, se lograron identificar incompatibilidades entre las especialidades. De esto rescatamos la importancia e influencia de las tecnologías BIM en la detección de interferencias, incongruencias e incompatibilidades que pueda existir en el proyecto. Sin embargo, se manifestaron algunas limitaciones que fueron relevantes en el transcurso de esta investigación, como por ejemplo, contar con un equipo “robusto” que soporte los programas Revit y Navisworks, debido a que estos programas, dados sus requerimientos en cuanto a hardware, están acostumbrados a trabajar con equipos de mayor capacidad, esto fue un factor determinante, debido a que se tuvo que adquirir un equipo nuevo para tal fin, dado que el equipo con el que se contaba sufrió un desperfecto en cuanto a hardware (disco duro quemado) por la incapacidad de poder correr dichos programas y el forzar la utilización de estos conllevó a tal desperfecto.

En consecuencia, se pudo dar cumplimiento al **tercer objetivo**, pues gracias al modelado realizado en Revit y la colaboración del software Navisworks, no solo se pudieron identificar las incompatibilidades en las especialidades de arquitectura e instalaciones sanitarias, sino que lograron corregirse y realizar un diseño mucho más detallado, esto se manifestó en la realización de planos más optimizados en las especialidades ya mencionadas, obtener vistas fotorrealistas del proyecto en 3D, contar con un presupuesto más real y exacto del proyecto, así como su tiempo de ejecución; todo esto ayudó a contextualizar y optimizar el diseño inicial a un diseño más moderno y atractivo para el contexto actual. Complementado este planteamiento, Viñas (2015) señala que es de suma importancia que la contratista revise de forma temprana el proyecto antes de su construcción, ya que, de no hacerlo, estas deficiencias podrían generar adicionales y un impacto en los plazos de entrega.

Sin embargo, para el cumplimiento de este objetivo se tuvo como limitante considerar la aplicación de esta tecnología en el proyecto especificado en las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias, esta última por considerarse de mayor relevancia en cuanto a los cruces o contactos que se puedan dar con los principales elementos estructurales de la edificación, por tal motivo, no se consideró la especialidad de instalaciones eléctricas debido a que los contactos entre las tuberías y los elementos estructurales son menores.

Finalmente, se dio el cumplimiento del **cuarto objetivo**, pues dado el análisis de los resultados obtenidos, se pudo plasmar esto en las experiencias por parte de los involucrados en el proyecto como el proyectista, el maestro de obra y el propietario, quienes mostraron su apreciación respecto a la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling en la edificación, la apreciación de estos fue favorable con una aceptación buena de un 71.43% por parte del proyectista, 85.71% por parte del maestro de obra y 85.71% por parte del propietario. Estos resultados permiten demostrar a los lectores de esta investigación, evidenciar que la aplicación de la metodología BIM en el diseño, construcción y costos, satisface en sobremanera a todos sus involucrados, pues se refleja en la aceptación plena por parte de ellos. La limitante de este objetivo fue respecto a los costos del proyecto, esta se manifestó por la escasa información brindada por parte de los propietarios, quienes siempre consideraron un parcial hermetismo en cuanto a los costos que engloba el proyecto. De esta manera se realizó un alcance en cuanto a cada partida de las especialidades ya mencionadas según la experiencia de una entidad ejecutora a fin de poder determinar el valor de los costos finales. Esto implica aspectos técnicos y administrativos como el diseño de cada una de las especialidades de los planos, el

costo de los softwares, costos de saneamiento del predio, las licencias y las declaratorias de fábrica de lo ejecutado, conformidad de obra y declaratoria de edificación para la puesta en marcha para su ejecución.

#### **4.1.1 Interferencias.**

Según lo expresado en el Gráfico 1, nos indica que se localizaron 93 interferencias en la especialidad de arquitectura y 77 interferencias en la especialidad de instalaciones sanitarias en todo el proyecto.

#### **4.1.2 Costos.**

En el Gráfico 2 observamos la diferencia entre el presupuesto base y el presupuesto final, esto es de S/ 250,000.00 y S/ 297,000.00, respectivamente. La diferencia radica básicamente en que la aplicación de la tecnología BIM implica poner de manifiesto aspectos ya mencionados como la adquisición de licencias para la instalación de los softwares correspondientes, el diseño de los planos y modelado de estos por parte de una persona especializada en este rubro, asimismo, la cantidad exacta en cuanto al presupuesto los materiales y tiempo de ejecución, y finalmente, todos los trámites documentarios municipales para la adquisición de la licencia correspondiente.

#### **4.1.3 Planos optimizados.**

Tal como se muestran en las figuras 144 - 147 presenciamos los planos optimizados de arquitectura a los cuales se les agregó su respectivo acotamiento interno, anulación del ambiente que interfería con la escalera, alineamiento perpendicular de los muros y la creación de la planta de nivel de azotea el cual

no existía inicialmente; en la figura 148 visualizamos el plano de estructuras - cimentación optimizado con ejes en las coordenadas X , Y, además se le agregó el cuadro de columnas, zapatas y el cuadro de especificaciones técnicas; en las figuras 149 - 152 visualizamos los planos optimizados de la especialidad de sanitarias – red de desagüe, a ellos se le agregaron el etiquetado de los diámetros de las tuberías, se corrigieron las bajadas de las montantes y se creó el plano de azotea donde se elaboró la red de drenaje fluvial.

#### **4.1.4 Vistas fotorrealistas.**

En la figura 153 presenciamos las vistas fotorrealistas obtenidas al elaborar el proyecto con las tecnologías BIM, las vistas que se observan son las de ingreso principal y el patio, en los cuales se plantearon un diseño modernista en elevación. Se destaca que en esta vista se logró simular el espacio del mobiliario que se ocuparía.

#### **4.1.5 Modelo 3D.**

En la figura 154 observamos la obtención de los modelos BIM de arquitectura y estructura con las configuraciones optimizadas del proyecto. Estos modelos se trabajaron con parámetros reales, asimismo, el diseño elaborado posee las características según los cuadros normativos en los planos.

#### **4.1.6 Nivel de satisfacción.**

En los gráficos 3 - 5 observamos el nivel de satisfacción obtenido en cada uno de los involucrados del proyecto. Se aprecia una aceptación buena en cada uno

de ellos con un alto porcentaje, siendo estos valores de 71.43%, 85.71% y 85.71% para el proyectista, maestro de obra y propietario, respectivamente.

Contrastando nuestros resultados con otras investigaciones, encontramos a Núñez y Rabines (2015), quienes en su investigación demostraron que gracias a la implementación de las tecnologías BIM en el proyecto multifamiliar “Los Claveles”, tuvieron un incremento de eficiencia del 8% en todo el proyecto, en tanto que nuestros resultados arrojaron un incremento de la eficiencia del 15.8%, lo que refleja que la implementación de las tecnologías BIM en distintos proyectos llega a obtener resultados muy similares en cuanto al incremento de la eficiencia.

De la misma manera, en cuanto a las interferencias halladas, tenemos a Vallejos (2018), quien en su investigación al aplicar las tecnologías BIM en el proyecto “Palacio de la juventud de Puente Piedra” logró detectar 56 interferencias e incompatibilidades en las especialidades de arquitectura y estructuras; en tanto en nuestra investigación se hallaron 93 incompatibilidades en la especialidad de arquitectura y 77 incompatibilidades en la especialidad de instalaciones sanitarias, lo que refleja la similitud de eficiencia al emplear las tecnologías BIM en los proyectos.

Así también tenemos a Durand (2016), quien en su investigación acerca de la implementación de la tecnología BIM en la optimización de costo en la construcción del proyecto “Hotel y Aeropuerto en el Callao” produjo un ahorro de S/. 10,300.00 por identificación temprana de las incompatibilidades. Comparando nuestros resultados con esta investigación, encontramos que en nuestro proyecto se logró una diferencia significativa de S/ 47,000.00 por la identificación temprana de las

incompatibilidades, esto refleja la similitud de eficiencia al emplear las tecnologías BIM en los proyectos.

Por otro lado, respecto al uso de del software Revit como herramienta BIM para la elaboración de proyectos, Chacón y Cuervo (2017) demostraron en su investigación la versatilidad de este software, pues les ayudó a poder visualizar la culminación de su proyecto con detalles de acabados fotorrealistas, en el cual el cliente ve conceptualizado la magnitud de su proyecto en una escala tridimensional real. Estos resultados guardan mucha similitud con nuestro tema de investigación ya que gracias al apoyo de las tecnologías BIM mediante el desarrollo con el software Revit, se pudo diseñar y conceptualizar los espacios y acabados que se requerirán en el proyecto.

Finalmente, Medina (2018) en su trabajo de investigación implementación de la metodología BIM para la mejora de eficiencia de diseño, demostró que mediante el empleo de las herramientas computacionales Revit y Navisworks logró identificar diferentes incompatibilidades, lo que le ayudó a repotenciar su diseño arquitectónico, pues logró evidenciar las falencias que presentaba el proyecto, estos resultados también tienen similitud con nuestro tema de investigación ya que obtuvimos vistas fotorrealistas de nuestro modelo lo cual permitió tener una noción más clara de nuestros espacios y acabados del diseño al momento de concretarse.

Cabe indicar que las tecnologías BIM son herramientas muy útiles y versátiles al desarrollar cualquier tipo de edificación, llegando a obtener grandes resultados. Generalmente es conocido por identificar las incompatibilidades, lo cual se refleja

en ahorro, pero más que eso son herramientas colaborativas entre sí que nos ayudan a conceptualizar un proyecto con realidad tridimensional.

Los resultados obtenidos demuestran que al emplearse las tecnologías BIM en la construcción de edificaciones urbanas informales, se genera una diferencia significativa tanto en tiempo como en los costos, pues se detecta de forma precisa las interferencias que son los factores más importantes en el desarrollo de un proyecto. Así logramos delimitar nuestros tiempos de entrega y realizar un presupuesto final más acorde a la realidad.

## 4.2 Conclusiones

- a) Se logró determinar la influencia de la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora, concluyendo que se genera una influencia significativa de 15.8% en materia de un costo más real del presupuesto, y de un 33.33% de ahorro en cuanto al tiempo de ejecución.
- b) Se logró realizar y determinar el modelado de forma satisfactoria haciendo uso de las tecnologías BIM en las construcciones de edificaciones urbanas informales en el Distrito de Florencia de Mora, logrando identificar favorablemente las interferencias e incompatibilidades que puedan suscitarse en el proyecto antes de su ejecución, lo que genera una influencia bastante significativa en cuanto al costo de la obra.
- c) Con la aplicación e implementación de las tecnologías BIM se pudo optimizar el diseño del proyecto de manera satisfactoria, pues gracias a la interacción de las herramientas computacionales como Revit y Navisworks se lograron detectar a tiempo algunas

incongruencias en el desarrollo del proyecto que se manifestaron en las especialidades de arquitectura e instalaciones sanitarias, hallándose 93 interferencias y 77 incompatibilidades, respectivamente. Esto generó que se realice un replanteo en el diseño para su posterior construcción, subsanando de esta manera las incongruencias mencionadas.

- d) Después de la aplicación de las tecnologías BIM y analizar los resultados en los procesos de diseño y construcción se pudieron realizar el levantamiento de las incongruencias encontradas, procediendo en la creación de planos optimizados con vistas fotorrealistas en cuestión del acabado y entendimiento del proyecto. Asimismo, mediante una encuesta tomada a los involucrados como propietario, maestro de obra y entidad ejecutora, se concluyó que existe un 80.95% de aceptación sobre la implementación de las tecnologías BIM.

### **4.3 Recomendaciones**

- a) Se recomienda establecer parámetros de medición más sofisticados a fin de lograr un resultado más acorde a la realidad en cuanto al grado de influencia que genera la aplicación de estas tecnologías en proyectos de carácter urbano e informal. Esto se manifestará en una base que se podrá mostrar a los involucrados en el proyecto para decidir de forma temprana la implementación de la metodología BIM desde el inicio y/o concepción de su proyecto.
- b) Se recomienda estimular el uso de las aplicaciones BIM en cualquier proyecto de construcción civil, ya que dada la versatilidad de su entorno de trabajo se logrará el ahorro en cuanto a costos y tiempo, pues al encontrarse incongruencias entre cada

una de las especialidades, generará que no exista una fluidez, afectando de esta forma la conclusión del proyecto.

- c) Se recomienda también realizar capacitaciones en cuanto a los programas computacionales emergentes para el desarrollo de las tecnologías BIM como lo son Revit y Navisworks, pues como ya se mencionó, la interacción de estas herramientas aunado al conocimiento que el diseñador o ejecutor puedan tener en cuanto a procesos constructivos, costos y presupuestos, conllevará a que el proyecto desarrollado bajo esta plataforma se efectúe de la mejor manera, logrando la eficiencia en cada una de las etapas que comprende el proyecto.
- d) Finalmente, es recomendable plantear claramente la magnitud del proyecto con la finalidad de poder analizar y procesar los datos, lo que conllevará a un mejor control de la información y puesta en marcha de soluciones ante incongruencias que puedan presentarse. Asimismo, realizar evaluaciones opináticas a los agentes involucrados que engloba el proyecto para obtener información que se manifieste finalmente en la mejora continua y aceptación de estas tecnologías.

## REFERENCIAS

- Aliaga, G. (2012). Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinarios. Santiago de Chile.
- Bances, P. & Falla, S. (2016). La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles” en Trujillo - Perú (Tesis de Licenciatura). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2041>
- CBC. (2016). Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/.
- Culque, R. M. (2019). Nivel de implementación de la metodología BIM en empresas constructoras y consultoras de la ciudad de Cajamarca y plan de implementación (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/23082>
- Durand, J. (2017) Aplicación de la metodología BIM para optimizar los costos en la construcción del Hotel Aeropuerto en el Callao - 2016. (Tesis de Licenciatura). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Estados Unidos.
- Espinoza, J., García, K. & Pumayali, A. (2017) Diseño de un condominio en el AA. HH. Almirante Grau – Las Palmeras – II Etapa utilizando la metodología BIM – Piura 2019. (Tesis de Licenciatura). Universidad César Vallejo, Piura, Perú.
- Hernández, J. (2011). Vivienda Popular Autoconstruida. Instituto Politécnico Nacional, Tecamachalco, México.
- Miñín, F. (2018). Implementación del BIM en el edificio multifamiliar “Fanning” para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores – Lima 2018 (Tesis de

- Licenciatura). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38251>
- Norma Técnica G.040 (2021). Definiciones. Resolución Ministerial N° 029-2021-VIVIENDA “Modificación de la Norma Técnica G.040, Definiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones”. Perú. Diario Oficial El Peruano.
- Quispe, R. (2018). Construcción de vivienda informal y los perjuicios ocasionados a los ocupantes de la asociación 29 de enero, Centro Poblado de Chen Chen, Moquegua, 2018 (Tesis de Maestro). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28834>
- Ramírez, R. (2019). La informalidad en las construcciones como factor determinante de la vulnerabilidad física de las viviendas (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana Los Andes, Lima, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1696>
- Ramos, E. (2019). Metodología Building Information Modeling en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores - Lima (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana Los Andes, Lima, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1409>
- Rivas, J. (2020). Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa El Salvador, 2020 (Tesis de Licenciatura). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71813>
- Succar. (2009). Building information modeling framework A research and delivery foundation for industry stakeholders.pdf.
- Tejedo, F. (2018). Metodología BIM para mejorar la eficiencia del diseño – proyecto nueva sede de la UNTRM sede Utcubamba, Amazonas 2018 (Tesis de Licenciatura). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64755>
- Vallejos, E. (2018) La tecnología BIM para la mejora del proyecto del Palacio Municipal de la Juventud del distrito de Puente Piedra – Lima – 2018. (Tesis de Licenciatura). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Matriz de consistencia de la investigación.

Tabla 7. Matriz de consistencia de la investigación.

TÍTULO: “Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora, Trujillo, 2021”					
AUTORES: Miguel Jhony García Benites, Paul Carlos Fernández Villanueva					
Problema General	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
¿De qué manera la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) influyen en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora?	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Realizar el modelado BIM del proyecto e identificar las incompatibilidades encontradas entre sus especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias.</p> <p>b) Corregir las incompatibilidades y optimizar el diseño del proyecto con la aplicación de las tecnologías BIM.</p> <p>c) Analizar los resultados y exponer a la población las experiencias obtenidas al utilizar BIM en el diseño, construcción y costos.</p>	<p><b>Antecedentes Nacionales:</b></p> <p>A. (Vallejos, E., 2018) en su tesis titulada “La tecnología BIM para la mejora del proyecto del Palacio Municipal de la Juventud del distrito de Puente Piedra, Lima, 2018”.</p> <p>B. (Durand, J., 2017) en su tesis titulada “Aplicación de la metodología BIM para optimizar los costos en la construcción del hotel aeropuerto en el Callao – 2016”.</p> <p>C. (Espinoza, J., García, K. &amp; Pumayali, A., 2019) en su tesis titulada “Diseño de un condominio en el AA. HH. Almirante Grau – Las Palmeras – II Etapa utilizando la metodología BIM – Piura 2019”.</p> <p>D. (Culque, R., 2019) en su tesis titulada “Nivel de implementación de la metodología BIM en empresas constructoras y consultoras de la ciudad de Cajamarca y plan de implementación”.</p> <p>E. (Miñín, F., 2018) en su tesis titulada “Implementación del BIM en el edificio multifamiliar Fanning para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito de Miraflores – Lima 2018”.</p> <p>F. (Ramos, E., 2019) en su tesis titulada “Metodología Building Information Modeling en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima”.</p> <p>G. (Tejedo, F., 2018) en su tesis titulada “Metodología BIM para mejorar la eficiencia del diseño – proyecto nueva sede de la UNTRM sede Utcubamba, Amazonas 2018”.</p> <p>H. (Quispe, R., 2018) en su tesis titulada “Construcción de vivienda informal y los perjuicios ocasionados a los</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) influyen significativamente en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>a) El modelado BIM determinará si es posible identificar las incompatibilidades entre las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias del proyecto.</p> <p>b) Con la aplicación de las tecnologías BIM se puede llegar a corregir las incompatibilidades y optimizar el diseño del proyecto.</p> <p>c) Mediante el uso de las herramientas BIM en los procesos de diseño y construcción, es posible analizar los resultados y exponer las experiencias de sus involucrados a la población.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM): Es todo proceso enfocado en el desarrollo de un modelo computacional y hace uso de este para realizar simulaciones en cuanto a planeamientos iniciales, los diseños previos por cada especialidad, la construcción o ejecución, la operación y control de todo proyecto de edificación.</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Construcción: Es toda obra realizada sobre un determinado predio y que, previamente haya sido aprobado en un proyecto de edificación urbana. Asimismo, tiene como propósito fundamental darles albergue a las personas en beneficio de sus actividades.</p>	<p><b>Diseño de investigación:</b> Investigación de Diseño Experimental.</p> <p><b>Unidad de estudio:</b> La unidad de estudio corresponde a la vivienda ubicada en la Calle Manco Cápac, Mz. 23 Lote 9, del Distrito de Florencia de Mora en la Provincia de Trujillo.</p> <p><b>Población:</b> Conformada por todas las edificaciones urbanas del Distrito de Florencia de Mora en la Provincia de Trujillo en el año 2021.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra está determinada por la técnica de muestreo no probabilístico mediante la evaluación de juicio por expertos, por los ingenieros: Mg. Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento, con N° CIP 82596; MBA Ing. Marlon Robert Cubas Armas, con CIP N° 110039; y, Mg. Ing. Ricardo Fernando Figueroa Salazar, con CIP N° 134166, todos ellos expertos en el tema de construcción de edificaciones urbanas tanto como para entidades públicas y privadas, quienes determinaron que de acuerdo a su juicio como expertos, y dadas las dimensiones que engloba la investigación, se debe establecer una muestra representativa de 01 edificación con características de uso para vivienda, comercio y/o educación. Esta técnica de muestreo por juicio se caracteriza por ser de carácter económico, práctico y rápido.</p>

		<p>ocupantes de la asociación 29 de enero, Centro Poblado de Chen Chen, Moquegua 2018”.</p> <p>I. (Ramírez, R., 2019) en su tesis titulada “La informalidad en las construcciones como factor determinante de la vulnerabilidad física de las viviendas”.</p> <p>J. (Rivas, J., 2020) en su tesis titulada “Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa El Salvador 2020”.</p> <p><b>Antecedentes Locales:</b></p> <p>A. (Bances, P. &amp; Falla, S., 2016) en su tesis titulada “La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles” en Trujillo - Perú”.</p>			
--	--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 02:** Tabla de recolección de datos – Ficha de Resumen.

Tabla 8. *Instrumento Ficha de Resumen.*

<b>FICHAS DE RESUMEN</b>			
EMPRESA EJECUTORA:			
PROPIETARIOS:			
UBICACIÓN DEL PROYECTO			
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:</b>			
<b>DIMENSIONES DEL TERRENO</b>			
Largo:			
Ancho:			
Area Total:			
<b>NÚMERO DE PISOS</b>			
<b>ALTURAS DE PISO A TECHO</b>			
Primer piso:			
Segundo piso:			
Tercer piso:			
Altura Total:			
<b>NOMBRES DE LOS AMBIENTES</b>			
<b>ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>MEDIDAS DE PUERTAS</b>			
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	
<b>MEDIDAS DE VENTANAS</b>			
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Alfeizer (m)
<b>CROQUIS DEL PLANO:</b>			
Primer piso:			
Segundo piso:			
Tercer piso:			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 03:** Tabla de recolección de datos – Guía de Observación.

Tabla 9. *Instrumento Guía de Observación.*

GUIA DE OBSERVACIÓN				
Nombre de la empresa:				
Nombre del observador:				
Especialidad:				
Objetivo: Observar y evaluar los documentos alcanzados por la entidad ejecutora del proyecto en mención.				
N°	ASPECTOS A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 04:** Formato para test de encuesta.

Tabla 10. Encuesta de satisfacción al proyectista.

<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN</b>						
Nombre: Rios Duran Eduar						
Cargo: Proyectista						
Esta encuesta se logra obtener el nivel de satisfacción al emplear las tecnologías BIM en el desarrollo de un proyecto de edificación						
¿Cómo considerarías al BIM como una herramienta para reducción en los costos de una edificación?						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td></tr> </table>		X		Malo		
X						
	Regular					
	Bueno					
<b>Evalúanos conforme tu experiencia al implementar las herramientas BIM</b>						
	Malo	Regular	Bueno			
Optimiza los tiempos			X			
Fácil de entender		X				
Tiene fluidez de trabajo			X			
Es compatible con los programas CAD			X			
Metrados optimizados			X			
Frecuencia de errores		X				
Rapidez en diseñar			X			
¿ Recomendarias BIM para emplearse en los proyectos de edificación?						
Si lo recomendaría por los resultados obtenidos, además es impresionante la manera que podremos hacer el proyecto paralelamente, es decir los planos y obtener una vista 3D donde nos da noción de lo que estamos haciendo.						
Gracias por tu valioso tiempo, esperamos poder servirte nuevamente						
Fecha	10/10/2021					

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 11. Encuesta de satisfacción al maestro de obra.

<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN</b>							
Nombre: Gumercindo García Aguirre							
Cargo: Maestro de Obra							
Esta encuesta se logra obtener el nivel de satisfacción al emplear las tecnologías BIM en el desarrollo de un proyecto de edificación							
¿A escuchado hablar sobre las tecnologías BIM?							
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px; text-align: center;">X</td> <td style="padding: 2px;">NO</td> </tr> </table>					SI	X	NO
	SI						
X	NO						
Evaluáanos conforme tu experiencia al implementar las herramientas BIM							
	Malo	Regular	Bueno				
Ayuda detectar interferencia a corto tiempo			X				
Fácil de entender		X					
Tiene fluidez de trabajo			X				
Semejanza con los procesos constructivos			X				
Calidad visual			X				
Frecuencia de errores			X				
Rapidez en identificar las interferencias			X				
¿ Recomendarias BIM para emplearse en los proyectos de edificación?							
<p>Si lo recomendaría por los resultados, por su manera dinámica de mostrar la edificación. Yo como maestro de obra me fue más fácil ver lo que iba a ocurrir en la obra si se hubiera construido con los planos alcanzados, ya que con planos en papel no es muy acertado ver que cosas podrían fallar a pesar de la experiencia que tengo siempre en toda obra hay algo que replantear.</p>							
Gracias por tu valioso tiempo, esperamos poder servirte nuevamente							
Fecha		9/09/2021					

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 12. Encuesta de satisfacción al propietario.

<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN</b>			
Nombre: Méndez Calderón Lili Marina			
Cargo: Propietario			
Esta encuesta se logra obtener el nivel de satisfacción al emplear las tecnologías BIM en el desarrollo de un proyecto de edificación			
¿A escuchado hablar sobre las tecnologías BIM?			
<input type="checkbox"/>	SI		
<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
Evalúanos conforme tu experiencia al implementar las herramientas BIM			
	Malo	Regular	Bueno
Ayuda detectar interferencia a corto tiempo			X
Ayudó a disminuir el costo de obra			X
Determina acabados de los ambientes			X
Da una idea mas idealista sobre el proyecto			X
Calidad visual para acabados			X
Nivel de comprensión entre especialiades		X	
Rapidez en identificar las interferencias			X
¿ Recomendarias BIM para emplearse en los proyectos de edificación?			
Buena, como persona no muy involucrada en la rama de la construccion. Me pareció un programa novedoso en el sentido que pude ver mi vivienda idealizada y poner tener una noción de mis espacios, la ambientación de cada aula, los acabados de las habitaciones, en ese sentido es lo que más me impactó.			
Gracias por tu valioso tiempo, esperamos poder servirte nuevamente			
Fecha	1/10/2021		

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 05:** Formato Matriz de validación por juicio de experto.

Tabla 13. Formato de matriz de validación por juicio de experto N° 01.

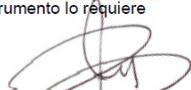
**MATRIZ DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**  
 “APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN CONSTRUCCIONES DE EDIFICACIONES URBANAS INFORMALES DEL DISTRITO DE FLORENCIA DE MORA, TRUJILLO, 2021”

**NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Cuestionario

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMES	Opción de respuesta		CRITERIOS DE EVALUACIÓN								OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
				SI	NO	Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y los ítems		Relación entre el ítem y la opción de respuesta		
						SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM)	Modelo BIM	Interferencias	1. Interferencias en los planos de Arquitectura.	x		x		x		x		x		
			2. Interferencias en los planos de Estructuras.	x		x		x		x		x		
			3. Interferencias en los planos de Instalaciones Sanitarias.	x		x		x		x		x		
		Costos	4. Presupuesto Base.	x		x		x		x		x		
	5. Presupuesto Actual.		x		x		x		x		x			
	Incompatibilidades	Planos Optimizados	6. Planos de Arquitectura.	x		x		x		x		x		
			7. Planos de Estructuras.	x		x		x		x		x		
			8. Planos de Instalaciones Sanitarias.	x		x		x		x		x		
			9. Diseños Optimizados.	x		x		x		x		x		
	Optimización del Diseño	Modelo 3D	10. Modelado Arquitectónico.	x		x		x		x		x		
			11. Modelado Estructural.	x		x		x		x		x		
			12. Modelado de Inst. Sanitarias.	x		x		x		x		x		
13. Satisfacción Mala.				x	x		x		x		x			
Construcción	Experiencias y Resultados	Nivel de Satisfacción	14. Satisfacción Regular.		x	x		x		x		x		
			15. Satisfacción Buena.	x		x		x		x		x		

Nota: Insertar más columnas, en opciones de respuesta si el instrumento lo requiere

  
 Mg. Tito Alfredo Burgos Sarmiento  
 DNI: 42141206

**RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Cuestionario  
 OBJETIVO : Validación del instrumento  
 DIRIGIDO A : Bach. García Benites Miguel Jhony  
 Bach. Fernández Villanueva Paul Carlos

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR : BURGOS SARMIENTO TITO ALFREDO  
 GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : MAESTRO

  
 Mg. Tito Alfredo Burgos Sarmiento  
 DNI: 42141206

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignar una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 14. *Formato de matriz de validación por juicio de experto N° 02.*

**MATRIZ DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

“APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN CONSTRUCCIONES DE EDIFICACIONES URBANAS INFORMALES DEL DISTRITO DE FLORENCIA DE MORA, TRUJILLO, 2021”

**NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Cuestionario**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	Opción de respuesta		CRITERIOS DE EVALUACIÓN								OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES	
				SI	NO	Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y los ítems		Relación entre el ítem y la opción de respuesta			
						SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM)	Modelo BIM	Interferencias	1. Interferencias en los planos de Arquitectura.	x		x		x		x		x			
			2. Interferencias en los planos de Estructuras.	x		x		x		x		x			
			3. Interferencias en los planos de Instalaciones Sanitarias.	x		x		x		x		x			
		Costos	4. Presupuesto Base.	x		x		x		x		x			
			5. Presupuesto Actual.	x		x		x		x		x			
	Incompatibilidades	Planos Optimizados	6. Planos de Arquitectura.	x		x		x		x		x			
			7. Planos de Estructuras.	x		x		x		x		x			
			8. Planos de Instalaciones Sanitarias.	x		x		x		x		x			
	Optimización del Diseño	Vistas Fotorrealistas	9. Diseños Optimizados.	x		x		x		x		x			
			10. Modelado Arquitectónico.	x		x		x		x		x			
		Modelo 3D	11. Modelado Estructural.	x		x		x		x		x			
			12. Modelado de Inst. Sanitarias.	x		x		x		x		x			
			13. Satisfacción Mala.		x		x		x		x		x		
	Construcción	Experiencias y Resultados	Nivel de Satisfacción	14. Satisfacción Regular.		x		x		x		x			
				15. Satisfacción Buena.	x		x		x		x		x		

Nota: Insertar más columnas, en opciones de respuesta si el instrumento lo requiere

  
Mg. Cubas Armas Marlon Robert  
DNI: 43238974

**RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Cuestionario  
 OBJETIVO : Validación del instrumento  
 DIRIGIDO A : Bach. García Benites Miguel Jhony  
 Bach. Fernández Villanueva Paul Carlos

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR : CUBAS ARMAS MARLON ROBERT  
 GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : MAESTRO

  
Mg. Cubas Armas Marlon Robert  
DNI: 43238974

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignar una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 15. Formato de matriz de validación por juicio de experto N° 03.

**MATRIZ DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO**

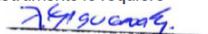
**TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

“APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN CONSTRUCCIONES DE EDIFICACIONES URBANAS INFORMALES DEL DISTRITO DE FLORENCIA DE MORA, TRUJILLO, 2021”

**NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Cuestionario**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	Opción de respuesta		CRITERIOS DE EVALUACIÓN								OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
				SI	NO	Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y los ítems		Relación entre el ítem y la opción de respuesta		
						SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM)	Modelo BIM	Interferencias	1. Interferencias en los planos de Arquitectura.	x		x		x		x		x		
			2. Interferencias en los planos de Estructuras.	x		x		x		x		x		
			3. Interferencias en los planos de Instalaciones Sanitarias.	x		x		x		x		x		
	Incompatibilidades	Costos	4. Presupuesto Base.	x		x		x		x		x		
			5. Presupuesto Actual.	x		x		x		x		x		
		Planos Optimizados	6. Planos de Arquitectura.	x		x		x		x		x		
			7. Planos de Estructuras.	x		x		x		x		x		
			8. Planos de Instalaciones Sanitarias.	x		x		x		x		x		
			9. Diseños Optimizados.	x		x		x		x		x		
	Optimización del Diseño	Modelo 3D	10. Modelado Arquitectónico.	x		x		x		x		x		
			11. Modelado Estructural.	x		x		x		x		x		
			12. Modelado de Inst. Sanitarias.	x		x		x		x		x		
Construcción	Experiencias y Resultados	Nivel de Satisfacción	13. Satisfacción Mala.		x		x		x		x			
			14. Satisfacción Regular.		x		x		x		x			
			15. Satisfacción Buena.	x		x		x		x		x		

Nota: Insertar más columnas, en opciones de respuesta si el instrumento lo requiere

  
 RICARDO FERNANDO FIGUEROA SALAZAR  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 134166  
 Mg. Figueroa Salazar Ricardo Fernando  
 DNI: 40246089

**RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Cuestionario  
 OBJETIVO : Validación del instrumento  
 DIRIGIDO A : Bach. García Benites Miguel Jhony  
 Bach. Fernández Villanueva Paul Carlos

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR : FIGUEROA SALAZAR RICARDO FERNANDO  
 GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : MAESTRO

  
 RICARDO FERNANDO FIGUEROA SALAZAR  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 134166

Mg. Figueroa Salazar Ricardo Fernando  
 DNI: 40246089

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignar una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 06: Informe de juicio de experto.**

**INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS**

**I. DATOS INFORMATIVOS DEL INFORMANTE**

- I.1. Apellidos y Nombres: Tito Alfredo Burgos Sarmiento
- I.2. Grado Académico: Maestro
- I.3. Cargo e Institución donde labora: Docente Universitario Universidad Nacional de Trujillo y la Universidad Privada Antenor Orrego
- I.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: **ENCUESTA**
- I.5. Autor del instrumento: Bach. Miguel Jhony García Benites  
Bach. Paul Carlos Fernández Villanueva

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**II.1. DE LOS ÍTEMS**

Ítems	Valoración			Observación (se sugiere como debería ser)
	Adecuado 3	Modificar 2	Inadecuado 1	
1. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Arquitectura?	X			
2. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Estructuras?	X			
3. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Inst. Sanitarias?	X			
4. ¿Cuánto fue el Presupuesto Base sin la aplicación BIM?	X			
5. ¿Cuánto fue el Presupuesto Actual con la aplicación BIM?	X			
6. ¿Qué se optimizó en los Planos de Arquitectura?	X			
7. ¿Qué se optimizó en los Planos de Estructuras?	X			
8. ¿Qué se optimizó en los Planos de Inst. Sanitarias?	X			
9. ¿Las imágenes fotorrealistas le ayudaron a entender la metodología BIM?	X			
10. ¿El Modelado Arquitectónico en el software Revit fue óptimo?	X			
10. ¿El Modelado Estructural en el software Revit fue óptimo?	X			
12. ¿El Modelado de Inst. Sanitarias en el software Revit fue óptimo?	X			
13. ¿Calificaría de “Mala” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			
14. ¿Calificaría de “Regular” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			
15. ¿Calificaría de “Buena” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			

Figura 155. Informe de juicio de experto N° 01-A.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## II.2. DEL INSTRUMENTO

Indicadores	Criterios	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<u>Claridad</u>	Está formulado con lenguaje apropiado																		X		
<u>Objetividad</u>	Está expresado en preguntas objetivas-observables																			X	
<u>Actualidad</u>	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología																		X		
<u>Organización</u>	Tienen una organización lógica																		X		
<u>Suficiencia</u>	Comprende los aspectos en calidad y cantidad																		X		
<u>Intencionalidad</u>	Responde a los objetivos de la investigación																		X		
<u>Consistencia</u>	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos																		X		
<u>Coherencia</u>	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices																		X		
<u>Metodología</u>	Responde a la operacionalización de la variable																		X		
<u>Pertinencia</u>	Es útil para la investigación																		X		

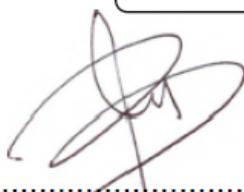
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento es válido puede ser aplicado

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93



.....  
Mg. Tito Alfredo Burgos Sarmiento

DNI: 42141206  
Teléfono: 949342779  
Lugar y Fecha: Trujillo 11 de agosto del 2022

Figura 156. Informe de juicio de experto N° 01-B.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. DATOS INFORMATIVO DEL INFORMANTE

- I.1. Apellidos y Nombres: Tito Alfredo Burgos Sarmiento
- I.2. Grado Académico: Maestro
- IV.1. Cargo e Institución donde labora: Docente Universitario Universidad Nacional de Trujillo y la Universidad Privada Antenor Orrego.
- I.3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: ENCUESTA
- IV.2. Autor del instrumento: Bach. Miguel Jhony García Benites  
Bach. Paul Carlos Fernández Villanueva

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

#### II.1. DE LOS ÍTEMS

Ítems	Valoración			Observación (se sugiere como debería ser)
	Adecuado 3	Modificar 2	Inadecuado 1	
1. Interferencias en los planos de Arquitectura.	X			
2. Interferencias en los planos de Estructuras.	X			
3. Interferencias en los planos de Instalaciones Sanitarias.	X			
4. Presupuesto Base.	X			
5. Presupuesto Actual.	X			
6. Planos de Arquitectura.	X			
7. Planos de Estructuras.	X			
8. Planos de Instalaciones Sanitarias.	X			
9. Diseños Optimizados.	X			
10. Modelado Arquitectónico.	X			
11. Modelado Estructural.	X			
12. Modelado de Inst. Sanitarias.	X			
13. Satisfacción Mala.	X			
14. Satisfacción Regular.	X			
15. Satisfacción Buena.	X			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 157. Informe de juicio de experto N° 01-C.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## II.2. DEL INSTRUMENTO

Indicadores	Criterios	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<u>Claridad</u>	Está formulado con lenguaje apropiado																				X
<u>Objetividad</u>	Está expresado en preguntas objetivas-observables																		X		
<u>Actualidad</u>	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología																				X
<u>Organización</u>	Tienen una organización lógica																		X		
<u>Suficiencia</u>	Comprende los aspectos en calidad y cantidad																				X
<u>Intencionalidad</u>	Responde a los objetivos de la investigación																		X		
<u>Consistencia</u>	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos																				X
<u>Coherencia</u>	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices																		X		
<u>Metodología</u>	Responde a la operacionalización de la variable																			X	
<u>Pertinencia</u>	Es útil para la investigación																				X

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento es válido puede ser aplicado

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

93



Mg. Tito Alfredo Burgos Sarmiento

DNI: 42141206

Teléfono: 949342779

Lugar y Fecha: Trujillo 11 de agosto del 2022

Figura 158. Informe de juicio de experto N° 01-D.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. DATOS INFORMATIVOS DEL INFORMANTE

- I.1. Apellidos y Nombres: Cubas Armas Marlon Robert
- I.2. Grado Académico: Maestro
- I.3. Cargo e Institución donde labora: Docente Universitario Universidad Cesar Vallejo
- I.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: ENCUESTA
- I.5. Autor del instrumento: Bach. Miguel Jhony García Benites  
Bach. Paul Carlos Fernández Villanueva

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

#### II.1. DE LOS ÍTEMS

Ítems	Valoración			Observación (se sugiere como debería ser)
	Adecuado 3	Modificar 2	Inadecuado 1	
1. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Arquitectura?	X			
2. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Estructuras?	X			
3. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Inst. Sanitarias?	X			
4. ¿Cuánto fue el Presupuesto Base sin la aplicación BIM?	X			
5. ¿Cuánto fue el Presupuesto Actual con la aplicación BIM?	X			
6. ¿Qué se optimizó en los Planos de Arquitectura?	X			
7. ¿Qué se optimizó en los Planos de Estructuras?	X			
8. ¿Qué se optimizó en los Planos de Inst. Sanitarias?	X			
9. ¿Las imágenes fotorrealistas le ayudaron a entender la metodología BIM?	X			
10. ¿El Modelado Arquitectónico en el software Revit fue óptimo?	X			
10. ¿El Modelado Estructural en el software Revit fue óptimo?	X			
12. ¿El Modelado de Inst. Sanitarias en el software Revit fue óptimo?	X			
13. ¿Calificaría de “Mala” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			
14. ¿Calificaría de “Regular” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			
15. ¿Calificaría de “Buena” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			

Figura 159. Informe de juicio de experto N° 02-A.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## II.2. DEL INSTRUMENTO

Indicadores	Criterios	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<b>Claridad</b>	Está formulado con lenguaje apropiado																		X		
<b>Objetividad</b>	Está expresado en preguntas objetivas-observables																			X	
<b>Actualidad</b>	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología																				X
<b>Organización</b>	Tienen una organización lógica																		X		
<b>Suficiencia</b>	Comprende los aspectos en calidad y cantidad																			X	
<b>Intencionalidad</b>	Responde a los objetivos de la investigación																		X		
<b>Consistencia</b>	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos																			X	
<b>Coherencia</b>	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices																			X	
<b>Metodología</b>	Responde a la operacionalización de la variable																			X	
<b>Pertinencia</b>	Es útil para la investigación																		X		

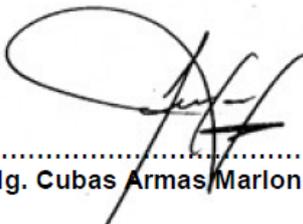
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento es válido puede ser aplicado

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

94



.....  
Mg. Cubas Armas Marlon Robert

DNI: 43238974

Teléfono: 969925223

Lugar y Fecha: Trujillo 10 de agosto del 2022

Figura 160. Informe de juicio de experto N° 02-B.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. DATOS INFORMATIVO DEL INFORMANTE

- I.1. Apellidos y Nombres: Cubas Armas Marlon Robert
- I.2. Grado Académico: Maestro
- IV.1. Cargo e Institución donde labora: Docente Universitario Universidad Cesar Vallejo
- I.3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: **ENCUESTA**
- IV.2. Autor del instrumento: Bach. Miguel Jhony García Benites  
Bach. Paul Carlos Fernández Villanueva

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

#### II.1. DE LOS ÍTEMS

Ítems	Valoración			Observación (se sugiere como debería ser)
	Adecuado 3	Modificar 2	Inadecuado 1	
1. Interferencias en los planos de Arquitectura.	X			
2. Interferencias en los planos de Estructuras.	X			
3. Interferencias en los planos de Instalaciones Sanitarias.	X			
4. Presupuesto Base.	X			
5. Presupuesto Actual.	X			
6. Planos de Arquitectura.	X			
7. Planos de Estructuras.	X			
8. Planos de Instalaciones Sanitarias.	X			
9. Diseños Optimizados.	X			
10. Modelado Arquitectónico.	X			
11. Modelado Estructural.	X			
12. Modelado de Inst. Sanitarias.	X			
13. Satisfacción Mala.	X			
14. Satisfacción Regular.	X			
15. Satisfacción Buena.	X			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

*Figura 161. Informe de juicio de experto N° 02-C.*

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## II.2. DEL INSTRUMENTO

Indicadores	Criterios	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<u>Claridad</u>	Está formulado con lenguaje apropiado																		X		
<u>Objetividad</u>	Está expresado en preguntas objetivas-observables																				X
<u>Actualidad</u>	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología																		X		
<u>Organización</u>	Tienen una organización lógica																				X
<u>Suficiencia</u>	Comprende los aspectos en calidad y cantidad																				X
<u>Intencionalidad</u>	Responde a los objetivos de la investigación																		X		
<u>Consistencia</u>	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos																				X
<u>Coherencia</u>	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices																				X
<u>Metodología</u>	Responde a la operacionalización de la variable																				X
<u>Pertinencia</u>	Es útil para la investigación																		X		

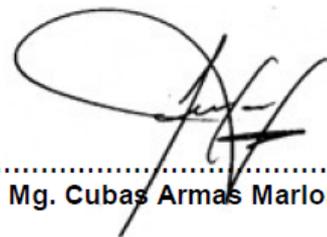
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento es válido puede ser aplicado

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

93



Mg. Cubas Armas Marlon Robert

DNI: 43238974

Teléfono: 969925223

Lugar y Fecha: Trujillo 11 de agosto del 2022

Figura 162. Informe de juicio de experto N° 02-D.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. DATOS INFORMATIVOS DEL INFORMANTE

- I.1. Apellidos y Nombres: Figueroa Salazar Ricardo Fernando
- I.2. Grado Académico: Maestro
- I.3. Cargo e Institución donde labora: Ingeniero Supervisor - FONCODES
- I.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: ENCUESTA
- I.5. Autor del instrumento: Bach. Miguel Jhony García Benites  
Bach. Paul Carlos Fernández Villanueva

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

#### II.1. DE LOS ÍTEMS

Ítems	Valoración			Observación (se sugiere como debería ser)
	Adecuado 3	Modificar 2	Inadecuado 1	
1. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Arquitectura?	X			
2. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Estructuras?	X			
3. ¿Se encontraron interferencias en los planos de Inst. Sanitarias?	X			
4. ¿Cuánto fue el Presupuesto Base sin la aplicación BIM?	X			
5. ¿Cuánto fue el Presupuesto Actual con la aplicación BIM?	X			
6. ¿Qué se optimizó en los Planos de ¿Arquitectura?	X			
7. ¿Qué se optimizó en los Planos de ¿Estructuras?	X			
8. ¿Qué se optimizó en los Planos de Inst. Sanitarias?	X			
9. ¿Las imágenes fotorrealistas le ayudaron a entender la metodología BIM?	X			
10. ¿El Modelado Arquitectónico en el software Revit fue óptimo?	X			
10. ¿El Modelado Estructural en el software Revit fue óptimo?	X			
12. ¿El Modelado de Inst. Sanitarias en el software Revit fue óptimo?	X			
13. ¿Calificaría de “Mala” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			
14. ¿Calificaría de “Regular” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			
15. ¿Calificaría de “Buena” su nivel de Satisfacción respecto a los resultados obtenidos en relación a la aplicación BIM?	X			

Figura 163. Informe de juicio de experto N° 03-A.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## II.2. DEL INSTRUMENTO

Indicadores	Criterios	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<u>Claridad</u>	Está formulado con lenguaje apropiado																		X		
<u>Objetividad</u>	Está expresado en preguntas objetivas-observables																		X		
<u>Actualidad</u>	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología																			X	
<u>Organización</u>	Tienen una organización lógica																		X		
<u>Suficiencia</u>	Comprende los aspectos en calidad y cantidad																		X		
<u>Intencionalidad</u>	Responde a los objetivos de la investigación																			X	
<u>Consistencia</u>	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos																		X		
<u>Coherencia</u>	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices																		X		
<u>Metodología</u>	Responde a la operacionalización de la variable																		X		
<u>Pertinencia</u>	Es útil para la investigación																		X		

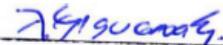
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento es válido puede ser aplicado

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

91

  
 RICARDO FERNANDO FIGUEROA SALAZAR  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 134166

.....  
**Mg. Figueroa Salazar Ricardo Fernando**

DNI: 40246089

Teléfono: 972517489

Lugar y Fecha: Trujillo 11 de agosto del 2022

Figura 164. Informe de juicio de experto N° 03-B.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. DATOS INFORMATIVO DEL INFORMANTE

- I.1. Apellidos y Nombres: Figueroa Salazar Ricardo Fernando  
 I.2. Grado Académico: Maestro  
 I.3. Cargo e Institución donde labora: Ingeniero Supervisor - FONCODES  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: **ENCUESTA**  
 IV.1. Autor del instrumento: Bach. Miguel Jhony García Benites  
 Bach. Paul Carlos Fernández Villanueva

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

#### II.1. DE LOS ÍTEMS

Ítems	Valoración			Observación (se sugiere como debería ser)
	Adecuado 3	Modificar 2	Inadecuado 1	
1. Interferencias en los planos de Arquitectura.	X			
2. Interferencias en los planos de Estructuras.	X			
3. Interferencias en los planos de Instalaciones Sanitarias.	X			
4. Presupuesto Base.	X			
5. Presupuesto Actual.	X			
6. Planos de Arquitectura.	X			
7. Planos de Estructuras.	X			
8. Planos de Instalaciones Sanitarias.	X			
9. Diseños Optimizados.	X			
10. Modelado Arquitectónico.	X			
11. Modelado Estructural.	X			
12. Modelado de Inst. Sanitarias.	X			
13. Satisfacción Mala.	X			
14. Satisfacción Regular.	X			
15. Satisfacción Buena.	X			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

*Figura 165. Informe de juicio de experto N° 03-C.*

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## II.2. DEL INSTRUMENTO

Indicadores	Criterios	Deficiente				Regular				Bueno				Muy bueno				Excelente			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<u>Claridad</u>	Está formulado con lenguaje apropiado																		X		
<u>Objetividad</u>	Está expresado en preguntas objetivas-observables																		X		
<u>Actualidad</u>	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología																			X	
<u>Organización</u>	Tienen una organización lógica																		X		
<u>Suficiencia</u>	Comprende los aspectos en calidad y cantidad																		X		
<u>Intencionalidad</u>	Responde a los objetivos de la investigación																			X	
<u>Consistencia</u>	Está basado en aspectos teóricos, científicos y técnicos																		X		
<u>Coherencia</u>	Entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices																		X		
<u>Metodología</u>	Responde a la operacionalización de la variable																		X		
<u>Pertinencia</u>	Es útil para la investigación																		X		

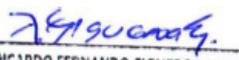
Fuente: Elaboración propia, 2022.

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento es válido puede ser aplicado

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

91

  
 RICARDO FERNANDO FIGUEROA SALAZAR  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 134166

.....  
**Mg. Figueroa Salazar Ricardo Fernando**

DNI: 40246089

Teléfono: 972517489

Lugar y Fecha: Trujillo 11 de agosto del 2022

Figura 166. Informe de juicio de experto N° 03-D.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 07:** Llenado de formato ficha resumen de expediente técnico.

Tabla 16. Llenado de formato ficha resumen de expediente técnico.

<b>FICHA RESUMEN DE EXPEDIENTE TÉCNICO</b>	
<b>EMPRESA EJECUTORA:</b>	
Construcciones Generales MG	
<b>PROPIETARIOS:</b>	
Mendez Calderon Lili Marina Gabielli Cazorla Sandro Francisco	
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>	
P.J Florencia de Mora - Barrio 1, Mz 23 Lote 9	
<b>EXPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>Arquitectura:</b>	
La arquitectura será conformada por muros de ladrillo de arcilla artesanal, asentado con mortero de dosificación 1:8 con un espesor de junta de 1.5 cm. Las paredes serán enlucidas con mortero en una proporción 1:10, serán pintadas de color blanco humo, los pisos de las aulas serán de cemento con acabado semi pulido, los baños tendrán enchapado de cerámica en en piso con un contrazócalo de 0.20 m y enchapado en pared a una altura de 1.50 m.	
<b>Sanitarias:</b>	
Las instalaciones sanitarias consta de instalaciones de agua potable y de agua servidas (red de desagüe). Las instalaciones para agua serán de tubería de 1" para la matriz que abastece desde la cisterna al tanque elevado. Las bajadas para la alimentación de los pisos será de 3/4" y sus derivaciones con tubería de 1/2" empleando sus accesorios correspondiente para su instalación. Para las instalaciones de red de desagüe se emplearán tubería pesada de clase 10, con diámetros de 4" para la matriz principal (recolector) y para las montantes que reciben de los pisos superiores, asimismo para los inodoros con salidas de 4" y, para las ramificaciones destinadas a lavatorios, sumideros, lavaplatos y duchas serán de 2" y se emplearán accesorios según el diámetro de tubería que lo contenga.	
<b>PRESUPUESTO</b>	
El presupuesto base es de	S/ 250,000.00
<b>METRADOS BASE</b>	
CIMENTACIÓN PRIMER PISO	S/ 90,000.00
ESTRUCTURAS PRIMER PISO	S/ 85,000.00
INSTALACIONES SANITARIAS	S/ 45,000.00
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	S/ 30,000.00
<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>	
El plazo de ejecución es de 90 días calendarios	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 08:** Llenado de formato de guía de observación de arquitectura.

Tabla 17. *Llenado de formato de guía de observación de arquitectura.*

GUÍA DE OBSERVACIÓN				
Nombre de la empresa: SERVICIOS GENERALES MG				
Nombre del observador: GARCÍA BENITES MIGUEL JHONY Y FERNÁNDEZ VILLANUEVA PAUL CARLOS				
Especialidad: ARQUITECTURA				
Objetivo: Observar y evaluar los documentos alcanzados por la entidad ejecutora del proyecto en mención.				
N°	ASPECTOS A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Cuadro de vanos	x		
2	Especificaciones técnicas		x	
3	Planos de secciones y elevaciones	x		Solo posee corte longitudinal y transversal
4	Acotado perimetral	x		Faltas algunas cotas intermedias
5	Acotado interno	x		Faltas algunas cotas intermedias
6	Especifica escalas	x		No coinciden con la medición del escalímetro
7	Niveles de N.P.T - N.T.T	x		Falta N.T.T
8	Cuadro de acabados en baños		x	
9	Cuadro de carpintería	x		
10	Cuadro de carpintería metálica		x	
11	Expresión gráfica	x		Expresión carente de valorización según plano de corte
12	Rotulado en plano	x		

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 09:** Llenado de ficha resumen de arquitectura.

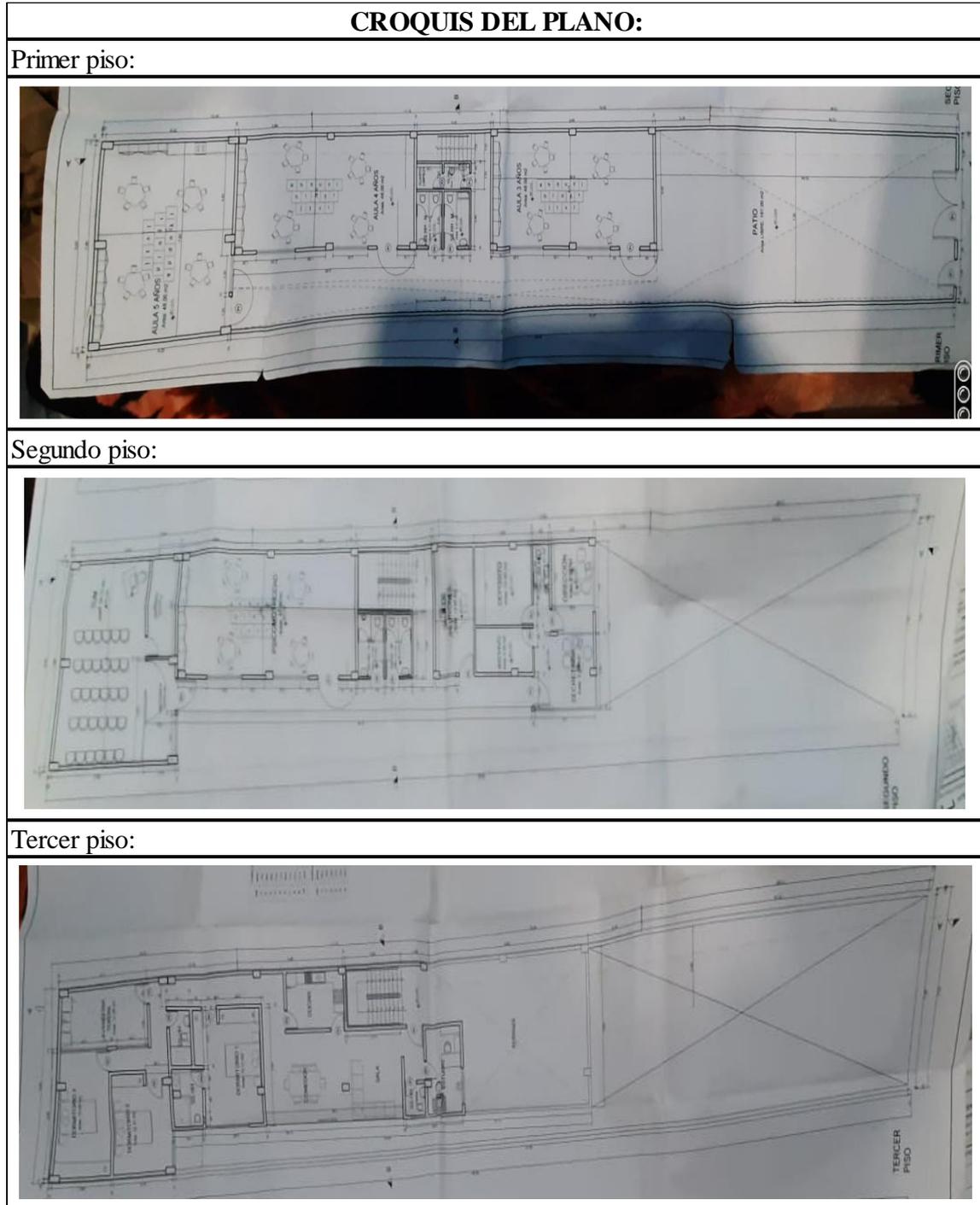
Tabla 18. Llenado de ficha resumen de arquitectura.

<b>FICHA DE RESUMEN - ARQUITECTURA</b>							
<b>EMPRESA EJECUTORA:</b>							
Construcciones Generales MG							
<b>PROPIETARIOS:</b>							
Mendez Calderon Lili Marina Gabielli Cazorla Sandro Francisco							
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>							
P.J Florencia de Mora - Barrio 1, Mz 23 Lote 9							
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:</b>							
El proyecto es destinado para uso de comercio y vivienda, lo cual para su uso comercial está destinado en la creación de aulas particulares en los niveles 1 y 2 de la edificación y, los niveles 3 y azotea son destinado para su uso de vivienda de los propietarios.							
<b>DIMENSIONES DEL TERRENO</b>							
Largo:	48.10 m						
Ancho:	7.60 m						
Area total:	365.56 m <sup>2</sup>						
<b>NÚMERO DE PISOS</b>							
3 pisos mas azotea							
<b>ALTURAS DE PISO A TECHO</b>							
Primer piso:	3.35 m			Tercer piso:	3.20 m		
Segundo piso:	3.20 m			Altura Total:	9.75 m		
<b>NOMBRES DE LOS AMBIENTES</b>							
Primer piso:	Patio, aula de 3 años, cuarto de limpieza, 3 baños, aula de 4 años y aula de 5 años.						
Segundo piso:	Secretaría, dirección, SSHH, depósito, archivo, sala de reuniones, 2 baños, aula de psicomotricidad, depósito, antesala y SUM.						
Tercer piso:	Terraza, estudio, sala, cocina, comedor, 3 dormitorios, 2 baños, lavandería y tendal.						
<b>ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>							
Los elementos que lo conforman son: muros de arcilla artesanal, enlucidos en muros, acabados de pisos de aula con cemento pulido, acabados en baños con cerámica, acabados en tercer piso con enchapado de porcelanato en pisos y en baños con cerámica.							
<b>MEDIDAS DE PUERTAS</b>							
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)		Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	
P1	1.20	2.40		P6	0.90	2.20	
P2	3.00	2.40		P7	2.75	2.40	
P3	0.80	2.10		P8	2.22	2.40	
P4	0.70	2.10		P9	3.17	2.40	
P5	2.15	2.20		P10	1.90	2.40	
<b>MEDIDAS DE VENTANAS</b>							
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Alfeizer (m)	Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Alfeizer (m)
V1	0.80	0.60	1.90	V10	0.725	0.60	1.90
V2	1.53	1.60	0.90	V11	1.39	2.40	0.90
V3	1.90	1.60	0.90	V12	1.30	1.60	0.90
V4	2.15	1.60	0.90	V13	1.60	1.60	0.90
V5	1.50	1.60	0.90	V14	2.65	1.60	0.90
V6	2.35	1.60	0.90	V15	2.27	1.60	0.90
V7	1.33	1.60	0.90	V16	1.60	0.60	1.90
V8	2.79	1.60	0.90	V17	0.90	0.60	1.90
V9	2.00	1.60	0.90				

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 10: Croquis de planos de arquitectura.**

Tabla 19. *Croquis de planos de arquitectura.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 11:** Llenado de formato de guía de observación de estructuras.

Tabla 20. *Llenado de formato de guía de observación de estructuras.*

GUÍA DE OBSERVACIÓN				
Nombre de la empresa:		SERVICIOS GENERALES MG		
Nombre del observador:		GARCÍA BENITES MIGUEL JHONY Y FERNÁNDEZ VILLANUEVA PAUL CARLOS		
Especialidad:		ESTRUCTURAS		
Objetivo: Observar y evaluar los documentos alcanzados por la entidad ejecutora del proyecto en mención.				
N°	ASPECTOS A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Especificaciones técnicas		x	
2	Detalles de estructuras		x	
3	Detalle de viga principal		x	
4	Detalle de tipo enconfrado de losas		x	
5	Detalle de escaleras	x		
6	Niveles de cimentación	x		
7	Cuadro de columnas	x		Falta N.T.T
8	Ejes en planta	x		
9	Ubicación de cisterna	x		
10	Tipo de edificación		x	
11	Parámetros sísmicos		x	
12	Detalle de cisterna		x	
13	Expresión gráfica	x		Expresión carente de valorización según plano de corte
14	Rotulado en plano	x		

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 12:** Llenado de ficha resumen de estructuras.

Tabla 21. Llenado de ficha de resumen de estructuras.

<b>FICHA DE RESUMEN - ESTRUCTURAS</b>			
<b>EMPRESA EJECUTORA:</b>			
Construcciones Generales MG			
<b>PROPIETARIOS:</b>			
Mendez Calderon Lili Marina Gabrielli Cazorla Sandro Francisco			
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>			
P.J Florencia de Mora - Barrio 1, Mz 23 Lote 9			
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:</b>			
El proyecto es destinado para uso de comercio y vivienda, lo cual para su uso comercial está destinado en la creación de aulas particulares en los niveles 1 y 2 de la edificación y, los niveles 3 y azotea son destinado para su uso de vivienda de los propietarios.			
<b>DIMENSIONES DEL TERRENO</b>			
Largo:	48.10 m		
Ancho:	7.60 m		
Area total:	365.56 m <sup>2</sup>		
<b>NÚMERO DE PISOS</b>			
3 pisos mas azotea			
<b>ALTURAS DE PISO A TECHO</b>			
Primer piso:	3.35 m	Tercer piso:	3.20 m
Segundo piso:	3.20 m	Altura Total:	9.75 m
<b>NOMBRES DE LOS AMBIENTES</b>			
Primer piso:	Patio, aula de 3 años, cuarto de limpieza, 3 baños, aula de 4 años y aula de 5 años.		
Segundo piso:	Secretaría, dirección, SSHH, depósito, archivo, sala de reuniones, 2 baños, aula de psicomotricidad, depósito, antesala y SUM.		
Tercer piso:	Terraza, estudio, sala, cocina, comedor, 3 dormitorios, 2 baños, lavandería y tendal.		
<b>ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>			
La edificación está conformado desde sus cimientos con zapatas, columnas, cimientos corridos, losa aligerada. Es una edificación del tipo aporticada, donde toda la carga y momentos sísmicos son soportados por las columnas y vigas peraltadas. Se emplea una dosificación de concreto de 175 kg/cm <sup>2</sup> para las zapatas, 110 kg/cm <sup>2</sup> para los cimientos corridos y un concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> para columnas, vigas y losa aligerada.			
<b>DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>			
Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
Zapatas Z1	1.80	1.50	0.50
Zapatas Z2	1.80	1.70	0.50
Viga Cimentación VC-01		0.20	0.40
Viga Cimentación VC-02		0.20	0.35
Columna C1		0.30	0.50
Columna C2		0.30	0.40
<b>VIGAS EN TECHO</b>	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
VP-1		0.25	0.30
VP-2		0.25	0.40
VA-2		0.25	0.35
VA-3		0.15	0.40
VA-1		0.25	0.30
VS		0.15	0.20

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 13:** Croquis de planos en planta de estructuras.

Tabla 22. Croquis de planos de estructuras – cimentación y encofrados.

<b>CROQUIS DEL PLANO:</b>
<b>PLANO CIMENTACION</b>
<b>ENCOFRADO PRIMER PISO</b>
<b>ENCOFRADO SEGUNDO PISO</b>
<b>ENCOFRADO TERCER PISO</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 14:** Croquis de detalles columnas y zapatas.

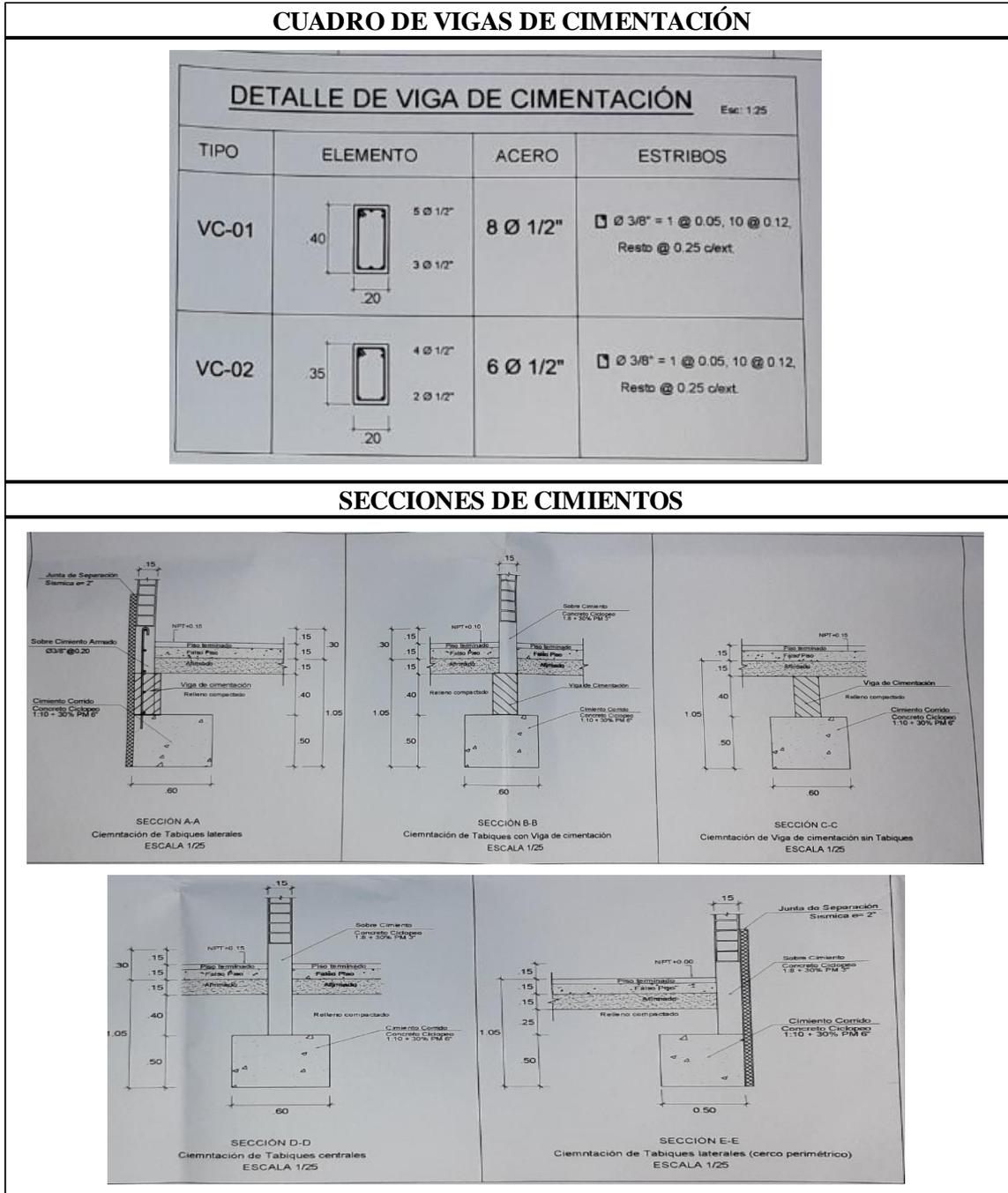
Tabla 23. *Detalles de planos de estructuras – columnas y zapatas.*

CUADRO DE COLUMNAS					
CUADRO DE ZAPATAS					
CIMENTACION					
Tipo de zapata	Largo m	Ancho m	Altura m	Acero Longitudinal	Niveles de fondo solado de zapatas (m)
<b>Z1</b>	<b>1.80</b>	<b>1.50</b>	<b>0.50</b>	<b>Ø 5/8" @ 0.15 en c/d (arriba)</b> <b>Ø 5/8" @ 0.15 en c/d (abajo)</b>	<b>1.50</b>
<b>Z2</b>	<b>1.80</b>	<b>1.70</b>	<b>0.50</b>	<b>Ø 5/8" @ 0.15 en c/d (arriba)</b> <b>Ø 5/8" @ 0.15 en c/d (abajo)</b>	<b>1.50</b>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 15:** Croquis de detalles vigas y cimientos.

Tabla 24. *Detalles de planos de estructuras – vigas de cimentación y secciones de cimientos.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 16:** Llenado de formato de guía de observación de sanitarias.

Tabla 25. Llenado de formato de guía de observación de sanitarias.

GUÍA DE OBSERVACIÓN				
Nombre de la empresa: SERVICIOS GENERALES MG				
Nombre del observador: GARCÍA BENITES MIGUEL JHONY Y FERNÁNDEZ VILLANUEVA PAUL CARLOS				
Especialidad: SANITARIAS				
Objetivo: Observar y evaluar los documentos alcanzados por la entidad ejecutora				
N°	ASPECTOS A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Gráficas pendientes de tuberías	x		
2	Tipos de tubería		x	
3	Leyenda en plano	x		
4	Distancias entre cajas		x	
5	Especificación de montantes		x	
6	Especificaciones técnicas		x	
7	Cuadro de accesorios	x		
8	Cálculo de caudales		x	
9	Expresión gráfica	x		
10	Rotulado en plano	x		

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 17:** Llenado de ficha resumen de sanitarias.

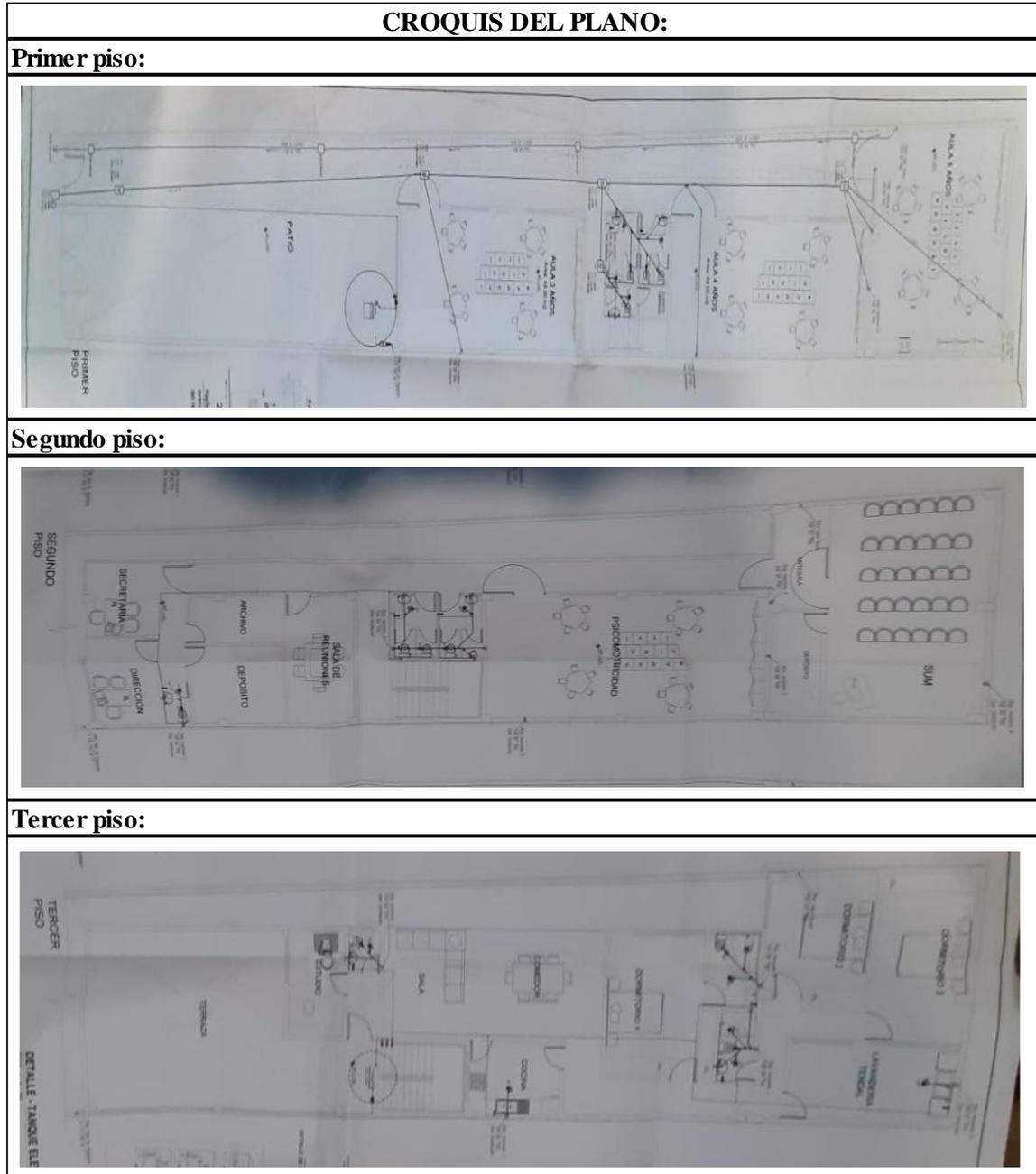
Tabla 26. Llenado de ficha de resumen de sanitarias.

<b>FICHA DE RESUMEN - RED SANITARIA - DESAGUE</b>			
<b>EMPRESA EJECUTORA:</b>			
Construcciones Generales MG			
<b>PROPIETARIOS:</b>			
Mendez Calderon Lili Marina Gabrielli Cazorla Sandro Francisco			
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>			
P.J Florencia de Mora - Barrio 1, Mz 23 Lote 9			
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:</b>			
El proyecto es destinado para uso de comercio y vivienda, lo cual para su uso comercial está destinado en la creación de aulas particulares en los niveles 1 y 2 de la edificación y, los niveles 3 y azotea son destinado para su uso de vivienda de los propietarios.			
<b>DIMENSIONES DEL TERRENO</b>			
Largo:	48.10 m		
Ancho:	7.60 m		
Area total:	365.56 m <sup>2</sup>		
<b>NÚMERO DE PISOS</b>			
3 pisos mas azotea			
<b>ALTURAS DE PISO A TECHO</b>			
Primer piso:	3.35 m	Tercer piso:	3.20 m
Segundo piso:	3.20 m	Altura Total:	9.75 m
<b>NOMBRES DE LOS AMBIENTES</b>			
Primer piso:	Patio, aula de 3 años, cuarto de limpieza, 3 baños, aula de 4 años y aula de 5 años.		
Segundo piso:	Secretaría, dirección, SSHH, depósito, archivo, sala de reuniones, 2 baños, aula de psicomotricidad, depósito, antesala y SUM.		
Tercer piso:	Terraza, estudio, sala, cocina, comedor, 3 dormitorios, 2 baños, lavandería y tendal.		
<b>ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>			
Los elementos empleados para la instalaciones de red de desague fueron tuberías pesadas clase 10, los diámetros varían de acuerdo a la función. Se emplearon diámetros de 4" para las montantes, matrices de recolección, inodoros y tuberías con diametro de 2" fueron empleados para los accesorios de lavatorios, sumideros, lavaplatos y duchas. Asimismo, se emplearon accesorios tipos Y, codos de 45°, accesorios tipo T y cajas de registro.			
<b>ACCESORIOS</b>			
Tuberías de PVC SAP 4" Tuberías de PVC SAP 2" Accesorio tipo Y Accesorio tipo T Codo de 45° Curva de 45°			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 18:** Croquis de planos de sanitarias.

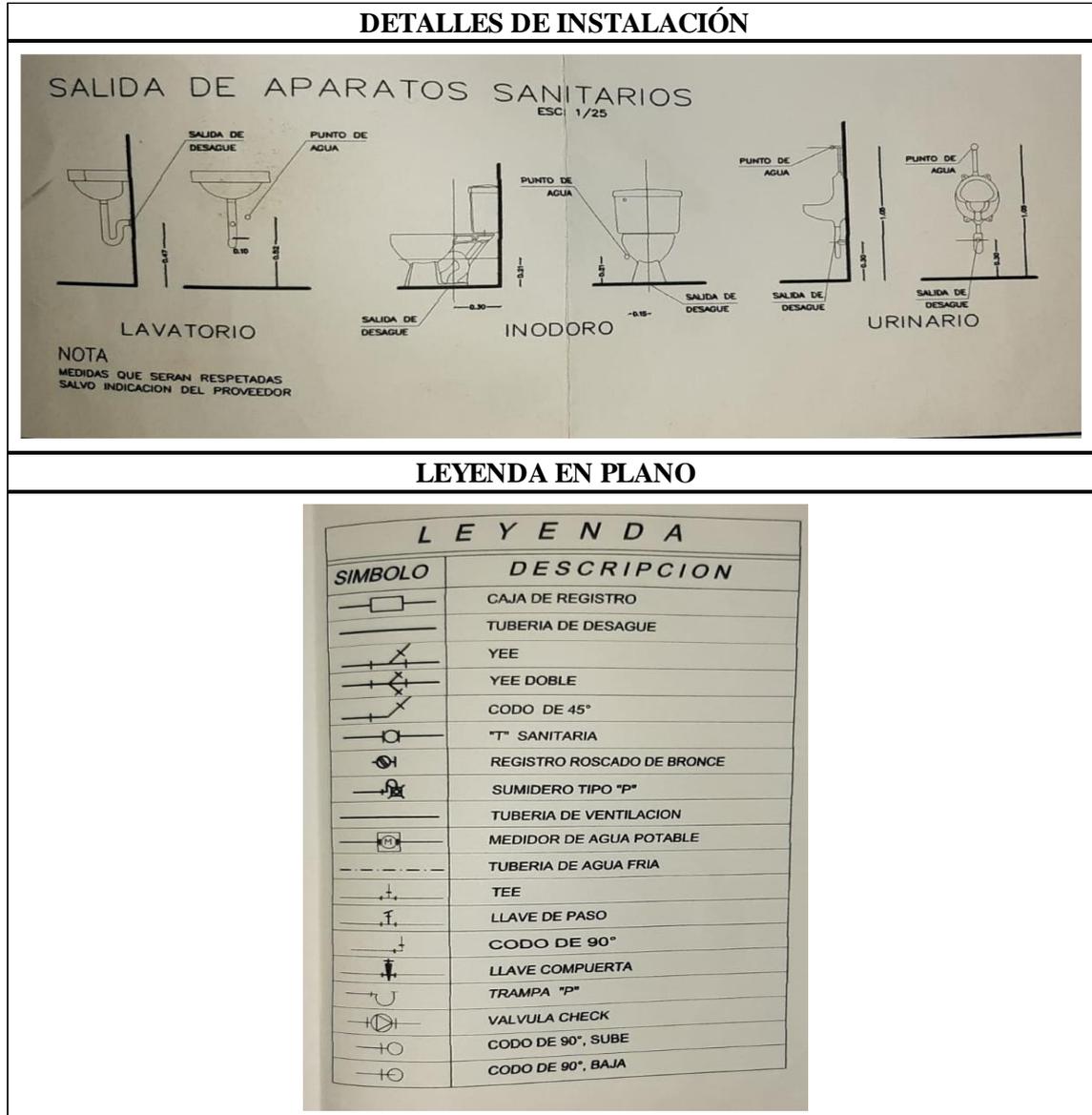
Tabla 27. *Croquis de planos de sanitarias.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Anexo N° 19:** Croquis de detalles de sanitarias.

Tabla 28. *Detalles de planos de sanitarias – detalles de instalación y leyenda en plano.*



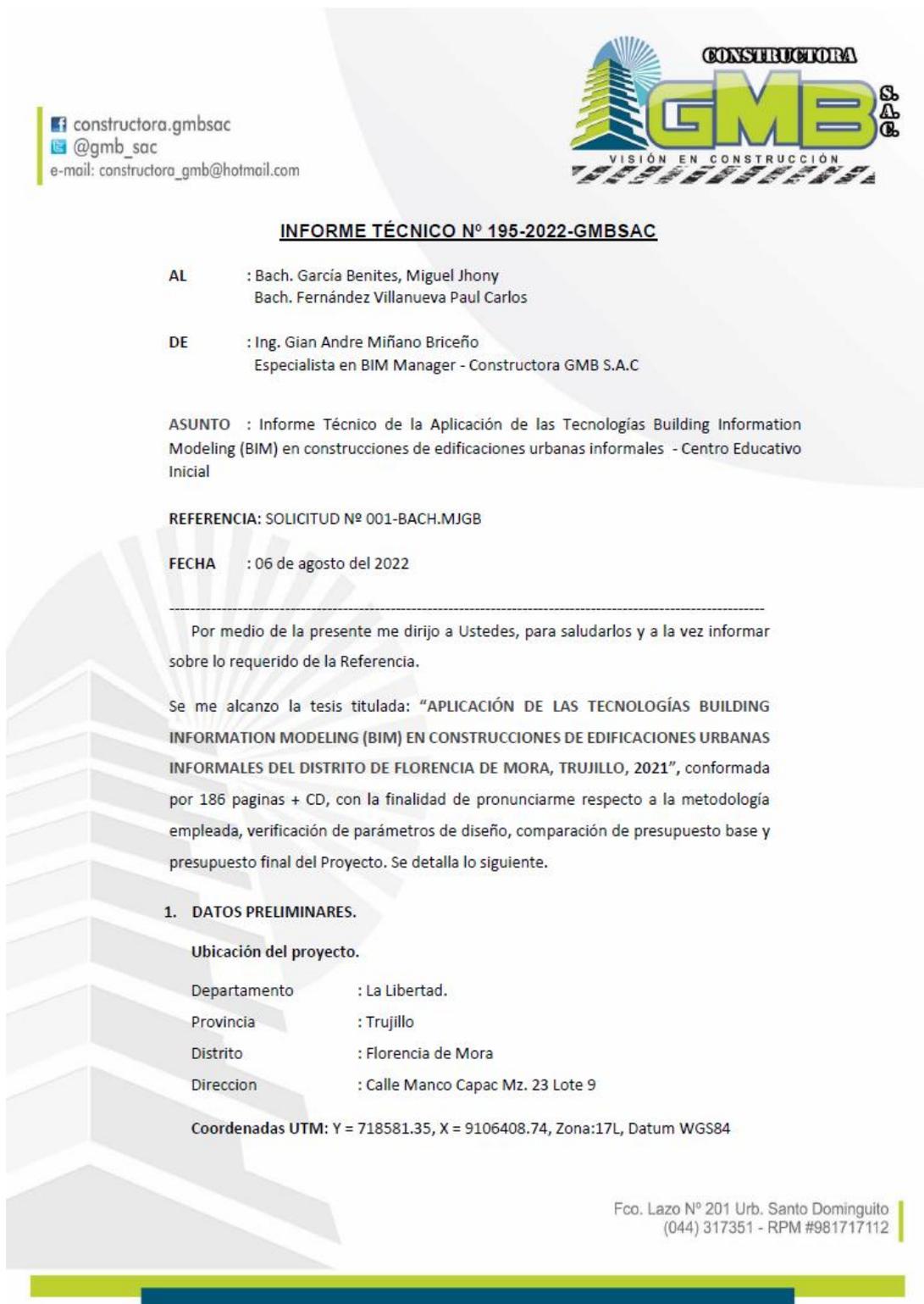
Fuente: Elaboración propia, 2022.

## Anexo N° 20: Presupuesto final del proyecto.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES Y ESTRUCTURAS				9074.157
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01.01	OFICINA Y ALMACEN DE OBRAS	mes	2.00	650.00	1300.00
01.01.01.02	CASETA DE GUARDIANIA	m2	2.25	195.40	439.65
01.01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 6.00X4.00M	und	1.00	1500.00	1500.00
01.01.01.04	SERVICIOS HIGIENICOS PORTATIL PARA LA OBRA	mes	2.00	450.00	900.00
01.01.01.05	CERCO PROVISIONAL DE TRIPLAY	m	55.50	56.26	3122.43
01.01.02	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	395.65	2.59	1024.73
01.01.02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	395.65	1.99	787.34
02	ARQUITECTURA				53843.52
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				
02.01.01	TABIQUE DE ALBAÑILERIA				
02.01.01.001	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS TIPO IV SOGA	m2	793.45	67.86	53843.52
03	ESTRUCTURAS				133252.30
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01.01	EXCAVACION Y PERFILADO DE TERRENO EN ZANJA, ZAPATAS, VIGAS DE CIMENTACION CON MAQUINARIA	m3	122.92	42.67	5245.00
03.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	41.61	18.07	751.89
03.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	97.44	58.65	5714.86
03.01.04	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA	m3	81.31	19.20	1561.15
03.02	CONCRETO SIMPLE				
03.02.01	SOLADO C:H 1:12, e=10cm	m2	44.64	23.03	1028.06
03.02.02	CIMIENTO CORRIDO - CONCRETO CICLOPEO 1:10+30%PG	m3	48.06	172.30	8280.74
03.02.03	CONCRETO PARA FALSO PISO, MEZCLA 1:6 C:H	m3	16.13	240.68	3882.17
03.03	CONCRETO ARMADO				
03.03.01	ZAPATAS				
03.03.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	25.38	480.79	12202.45
03.03.01.02	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	1860.48	5.05	9395.42
03.03.02	VIGAS DE CIMENTACION				
03.03.02.01	VIGAS DE CIMENTACION : CONCRETO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	7.87	480.79	3783.82
03.03.02.02	VIGAS DE CIMENTACION : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	39.37	49.25	1938.97
03.03.02.03	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	2988.76	5.05	15093.24
03.03.03	SOBRECIMENTOS ARMADOS				
03.03.03.01	SOBRECIMIENTO ARMADO:CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	2.81	325.91	915.81
03.03.03.02	SOBRECIMIENTO ARMADO : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	298.71	49.25	14711.47
03.03.03.03	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	2959.22	5.05	14944.06
03.03.04	COLUMNAS				
03.03.04.01	COLUMNAS : CONCRETO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	9.07	480.79	4360.77
03.03.04.02	COLUMNAS : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	99.36	49.25	4893.48
03.03.04.03	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	4861.18	5.05	24548.96
04	INSTALACIONES ELECTRICAS				7855.30
04.01	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES				
04.01.01	SALIDA PARA ARTEFACTO BRAQUETE	pto	8.00	47.40	379.20
04.01.02	SALIDA PARA LUMINARIA DE EMERGENCIA	pto	10.00	39.84	398.40
04.01.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE	pto	5.00	49.55	247.75
04.01.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE	pto	5.00	49.55	247.75
04.01.05	SALIDA PARA INTERRUPTOR DOBLE	pto	2.00	50.55	101.10
04.01.06	SALIDA PARA INTERRUPTOR TRIPLE	pto	2.00	55.55	111.10
04.02	TUBERIAS DE PVC				
04.02.01	TUBERIAS DE PVC DE 3/4"	m	650.00	9.80	6370.00
05	INSTALACIONES SANITARIAS				2282.03
05.01	SISTEMA DE AGUA FRIA				
05.01.01	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC 1/2"	m	125.00	7.31	913.75
05.01.02	SALIDA DE AGUA FRIA - Ø = 1/2" PVC SAP	pto	8.00	97.55	780.40
05.02	SISTEMA DE DESAGUE				
05.02.01	SALIDA DE DESAGUE TUBERIA PVC SAP Ø2"	pto	7.00	44.53	311.71
05.02.02	SALIDA DE DESAGUE TUBERIA PVC SAP Ø DE 4"	pto	4.00	56.43	225.72
05.02.03	SALIDA DE VENTILACION EN PVC SAP Ø DE 2"	pto	1.00	50.45	50.45
	COSTO DIRECTO				S/ 206,307.31
	GASTO GENERALES (12%)				S/ 24,756.88
	UTILIDAD (10%)				S/ 20,630.73
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>S/ 251,694.92</b>
	IGV (18%)				S/ 45,305.08
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>S/ 297,000.00</b>
	SON: Doscientos noventa y siete mil y 00/100 soles				

Fuente: Software S10 Costos y Presupuestos, 2022.

## Anexo N° 21: Certificación de “Constructora GMB S.A.C.”



**constructora.gmbsac**  
**@gmb\_sac**  
e-mail: constructora\_gmb@hotmail.com



**CONSTRUCTORA**  
**GMB** S.A.C.  
VISIÓN EN CONSTRUCCIÓN

**INFORME TÉCNICO N° 195-2022-GMBSAC**

**AL** : Bach. García Benites, Miguel Jhony  
Bach. Fernández Villanueva Paul Carlos

**DE** : Ing. Gian Andre Miñano Briceño  
Especialista en BIM Manager - Constructora GMB S.A.C

**ASUNTO** : Informe Técnico de la Aplicación de las Tecnologías Building Information Modeling (BIM) en construcciones de edificaciones urbanas informales - Centro Educativo Inicial

**REFERENCIA:** SOLICITUD N° 001-BACH.MJGB

**FECHA** : 06 de agosto del 2022

Por medio de la presente me dirijo a Ustedes, para saludarlos y a la vez informar sobre lo requerido de la Referencia.

Se me alcanzo la tesis titulada: “APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN CONSTRUCCIONES DE EDIFICACIONES URBANAS INFORMALES DEL DISTRITO DE FLORENCIA DE MORA, TRUJILLO, 2021”, conformada por 186 paginas + CD, con la finalidad de pronunciarne respecto a la metodología empleada, verificación de parámetros de diseño, comparación de presupuesto base y presupuesto final del Proyecto. Se detalla lo siguiente.

**1. DATOS PRELIMINARES.**

**Ubicación del proyecto.**

Departamento : La Libertad.  
Provincia : Trujillo  
Distrito : Florencia de Mora  
Direccion : Calle Manco Capac Mz. 23 Lote 9

**Coordenadas UTM:** Y = 718581.35, X = 9106408.74, Zona:17L, Datum WGS84

Fco. Lazo N° 201 Urb. Santo Dominguito  
(044) 317351 - RPM #981717112

Figura 167. Informe técnico GMB SAC - 01.

Fuente: Constructora GMB S.A.C.

 constructora.gmb.sac  
 @gmb\_sac  
 e-mail: constructora\_gmb@hotmail.com



## 2. PROCEDIMIENTO

Se procedió con la revisión de la metodología BIM aplicada a la investigación en la cual se observa los principios de ubicuidad del aprendizaje de la Gestión de BIM aplicada correctamente debido a que contempla una serie de herramientas que trabajan en conjunto para optimizar recursos en cuanto al tiempo, costo, productividad y mantenimiento, ofreciendo ideas más conceptualizadas de lo que quieren hacer y hacia dónde quieren llegar. Las cuales se detallan a continuación.

### EJECUCIÓN SIN BIM Y CON BIM

	SIN BIN	CON BIM
DOCUMENTACIÓN	Word	Word + Fichas Resumen y Guía de Observación
PRESUPUESTO	Excel	Excel - S10
CRONOGRAMA DE OBRA	X	Ms Project
PLANOS	AutoCAD 2D	AutoCAD 3D – Revit - Navisworks
INTEGRACIÓN PROYECTO	NO EXISTE	IPD

Respecto a los presupuestos de Obra se ubican 02 los cuales se detallan a continuación:

1.- **Presupuesto Base:** Realizado por el Maestro de Obra Gumerindo García Aguirre en cual se incluye las especialidades de Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias contemplando un monto a todo costo de S/. 250,000.00 soles.

2.- **Presupuesto Actual:** Elaborado por los Bachilleres Miguel García y Pool Fernández en la cual contemplan el presupuesto de obra detallando las partidas de: Obras provisionales, trabajos preliminares, arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias tiene un Costo Directo de: S/. 206,307.31 soles, incluye Gastos Generales al 12% (S/. 24,756.88), utilidad del 10% (S/. 20,630.73), IGV del 18% (S/. 45,305.08), teniendo como presupuesto total la suma de S/. 297,000.00 soles.

Al respecto la diferencia económica de los presupuestos corresponde a la suma de S/. 47,000.00 soles, las cuales se suscitan debido

- Incompatibilidades en el Diseño base del proyecto en la proyección del modelado 3D.

Fco. Lazo N° 201 Urb. Santo Dominguito  
(044) 317351 - RPM #981717112

Figura 168. Informe técnico GMB SAC - 02.

Fuente: Constructora GMB S.A.C.

facebook icon constructora.gmb\_sac  
twitter icon @gmb\_sac  
e-mail: constructora\_gmb@hotmail.com



- Colisiones con imprecisión detectados por el Software Navisworks generando un análisis de aquellos elementos que son útiles para coordinar el proyecto y evitar futuros errores en obra.
- Detección de interferencias detectados por los visores del Software Autodesk Revit fundamentando que la metodología BIM exige un estudio más riguroso respecto a las simulaciones 3D.
- Optimización en el control del cronograma de obra, mediciones y actualización de los costos del proyecto se perciben como costos elevados debido a la adquisición de software, la adquisición de recursos que incluyen la formación y el tiempo de aprendizaje para adecuar los procesos internos de la I.E Inicial a la metodología BIM, todo esto hay que cuantificarlo y equilibrarlo de forma natural según la oferta y demanda en el costo de implementar BIM.

**CONCLUSIÓN:**

El Especialista BIM Manager Ing. Gian Andre Miñano Briceño con CIP N° 091970 en uso de sus atribuciones, luego de la revisión realizada concluye que la presente investigación cumple con el objeto de determinar la influencia de la aplicación de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) en las construcciones de edificaciones urbanas informales del Distrito de Florencia de Mora. Teniendo en cuenta que la Aplicación de la Metodología BIM colabora con el propietario a comunicarse con el equipo de diseño y entender el proyecto con mayor facilidad., teniendo una estrategia de menor consumo energético desde fases tempranas, pudiendo influir activamente en el diseño al reducir la barrera técnica que anteriormente generaban los planos en 2D. Cuesta cambiar de una forma tradicional de gestionar proyectos a una que involucre un mayor esfuerzo en la planificación inicial en las etapas tempranas del proyecto. Sin embargo, en la presente investigación se aprecia que se ha dejando de lado las barreras para usar BIM.

Por lo que procedo a la certificación y aprobación de la presente investigación, sin haber incurrido en errores, siendo las 10:45 horas del día 06 de agosto del 2022 en la Ciudad de Trujillo.

  
  
Gian A. Miñano Briceño  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 091970  
Ing. Gian Andre Miñano Briceño  
Ing. Especialista BIM Manager  
CIP: 091970

Fco. Lazo N° 201 Urb. Santo Dominguito  
(044) 317351 - RPM #981717112

Figura 169. Informe técnico GMB SAC - 03.

Fuente: Constructora GMB S.A.C.



**Anexo N° 23:** Ubicación del proyecto.

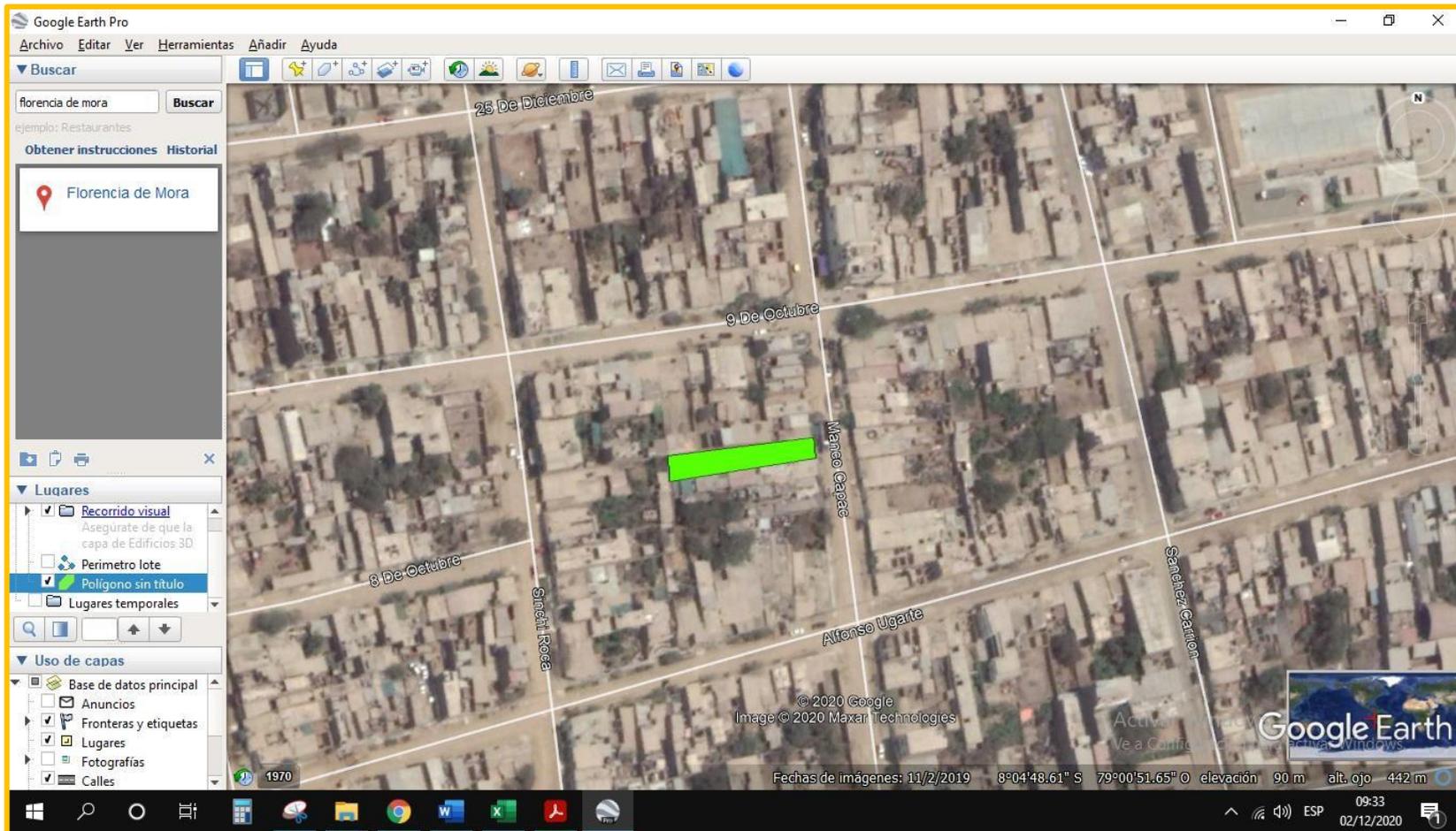


Figura 171. Ubicación del proyecto.

Fuente: Google Earth Pro.

**Anexo N° 24:** Fachada de la ubicación del predio.



*Figura 172. Fachada principal de la edificación en estudio.*

Fuente: Base de datos fotográfica.

**Anexo N° 25:** Fotografías del proyecto.



*Figura 173. Levantamiento de armadura de columnas.*

Fuente: Base de datos fotográfica.



*Figura 174. Detalle de armadura de zapata y columna.*

Fuente: Base de datos fotográfica.



*Figura 175. Detalle de armadura de columna y columneta.*

Fuente: Base de datos fotográfica.