



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR-EXTENSIÓN LOJA
FACULTAD PARA LA CIUDAD, EL PAISAJE Y LA ARQUITECTURA

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

*Aplicación de la Metodología Building Information Modeling (BIM), en un
caso de estudio de vivienda de interés social que aporte al desarrollo
sustentable de la ciudad de Loja.*

Autor

Marlon Josué Quevedo Guamán

Director

Ing. Wilson Jaramillo

Loja, Ecuador

2021

Yo, Marlon Josue Quevedo Guaman, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se encuentra respaldado con la respectiva bibliografía.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que el presente trabajo sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual y demás disposiciones legales.



Marlon Josue Quevedo Guaman

Yo, Wilson Eduardo Jaramillo, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad, autenticidad, como de su contenido.



Ing. Wilson Eduardo Jaramillo

Director de Tesis

*A Dios,
A mis padres, mi esposa y mi hijo;
A mi familia y amigos,
por ser un pilar fundamental;
por su apoyo, consejos, motivación,
no solo en mis estudios universitarios;
sino en la vida.*

*Al Ing. Wilson Jaramillo y
a la Arq. Claudia Costa,
por compartir su guía, conocimientos,
paciencia y consejos; para la culminación
de la presente investigación.*

Josué Quevedo Guamán

Tabla de contenidos

Introducción	1
Problemática	3
Justificación	5
Objetivos	7
Metodología	8
Revisión de literatura	12
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	12
1. Contexto de Loja	12
2. Características de la Vivienda en la ciudad de Loja	18
2.1. Tipos de la Vivienda	18
2.2. Techo o Cubierta	19
2.3. Paredes Exteriores	20
2.4. Material del Piso	21
2.5. Tipo de servicio higiénico o escusado	22
2.6. Procedencia de luz eléctrica	22
2.7. Tenencia de medidor de energía eléctrica	23
2.8. Eliminación de la Basura	23
2.9. Viviendas con remesas	24
2.10. Servicios Higiénicos o escusados del hogar	24
2.11. Instalaciones o duchas para bañarse	25
2.12. Disponibilidad de teléfono convencional	26
2.13. Disponibilidad de teléfono celular	26
2.14. Disponibilidad de internet en la vivienda	27

2.15.	Disponibilidad de televisión por cable	27
3.	CAD 28	
4.	Building Information Modeling	31
4.1.	Software donde se puede aplicar el BIM.....	38
4.2.	Autodesk Revit	39
5.	Materiales utilizados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Loja	42
5.1.	Aglomerantes	42
5.2.	Pétreos	42
5.3.	Metálicos	43
5.4.	Mampostería	44
6.	Sistemas Constructivos empleados en las construcciones de la ciudad de Loja.....	46
6.1.	El Hormigón como método constructivo	46
6.2.	El Acero como método constructivo	47
6.3.	La Madera como sistema constructivo	48
7.	Políticas de vivienda en el Ecuador y en la ciudad de Loja	49
7.1.	El Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida.....	49
7.2.	PDOT cantón Loja POU	51
8.	Base legal y normativas aplicadas en la construcción de viviendas	58
8.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	58
8.2.	Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y su reglamento de aplicación.....	59
 CAPÍTULO 2: MODELADO BIM DE PROYECTO DE VIVIENDA “CUIDAD VICTORIA” VIVEM LOJA.....		
		61
 CAPÍTULO 3: COMPARACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS CAD Y LA METODOLOGÍA BIM.....		
		117
 CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		
		173
 Bibliografía		
		178

Anexos	181
--------------	-----

Índice de tablas

Tabla 1. Unidades de análisis de investigación	9
Tabla 2. Temperatura media mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas	12
Tabla 3. Tipos de Vivienda	18
Tabla 4. Materiales del techo o cubierta	19
Tabla 5. Estado del techo	19
Tabla 6. Material de paredes exteriores	20
Tabla 7. Estado de la mampostería exterior.....	20
Tabla 8. Material del piso	21
Tabla 9. Estado del piso	21
Tabla 10. Tipos de servicio higiénico o escusado.....	22
Tabla 11. Procedencia de luz eléctrica	22
Tabla 12. Tenencia de medidor de energía eléctrica.....	23
Tabla 13. Eliminación de la basura	24
Tabla 14. Viviendas con remesas	24
Tabla 15. Servicio higiénico o escusado del hogar	25
Tabla 16. Instalaciones o duchas para bañarse	25
Tabla 17. Disponibilidad de teléfono convencional.....	26
Tabla 18. Disponibilidad de teléfono celular	26
Tabla 19. Disponibilidad de internet	27
Tabla 20. Dispone de televisión por cable	27
Tabla 21. Soluciones de vivienda en el área urbana.	52
Tabla 22. Soluciones de vivienda en el área rural	52
Tabla 23. Tenencia de la vivienda por hogares.....	52
Tabla 24. Tipología Funcional	54
Tabla 25. Tipología constructiva	56
Tabla 26. Cantidades de Obra; Mampostería de Bloque.....	145
Tabla 27. Cantidades de Obra; Revestido.....	145

Tabla 28. Cantidades de Obra; Empastado Exterior.	145
Tabla 29. Cantidades de Obra; Empastado Interior.	146
Tabla 30. Cantidades de Obra; Pintura Exterior.	146
Tabla 31. Cantidades de Obra; Pintura Interior.	146
Tabla 32. Cantidades de Obra; Cerámica de Pared para baños.	147
Tabla 33. Cantidades de Obra; Mesón de hormigón armando.	147
Tabla 34. Cantidades de Obra; Granito para mesón.	147
Tabla 35. Cantidades de Obra; Piso flotante.	148
Tabla 36. Cantidades de Obra; Cerámica Baño.	148
Tabla 37. Cantidades de Obra; Piso Laminado.	148
Tabla 38. Cantidades de Obra; Ventana corrediza de 6mm.	149
Tabla 39. Cantidades de Obra; Puerta principal 90 x 205 cm.	149
Tabla 40. Cantidades de Obra; Puerta baños 70 x 205 cm.	150
Tabla 41. Cantidades de Obra; Puerta bodega 70 x 105 cm.	150
Tabla 42. Cantidades de Obra; Puerta 85 x 210 cm.	150
Tabla 43. Cantidades de Obra; Ducha.	151
Tabla 44. Cantidades de Obra; Inodoro de porcelanato blanco.	151
Tabla 45. Cantidades de Obra; Lavamanos con pedestal.	151
Tabla 46. Cantidades de Obra; Fregadero de acero inoxidable 1 pozo.	152
Tabla 47. Cantidades de Obra; Acero de refuerzo.	152
Tabla 48. Cantidades de Obra; Contrapiso hormigón simple fc 210 kg/cm ²	154
Tabla 49. Cantidades de Obra; Hormigon Cadenas fc 210 kg/cm ²	154
Tabla 50. Cantidades de Obra; Zapatas fc 210kg/cm ²	155
Tabla 51. Cantidades de Obra; Hormigón Pilares fc 210kg/cm ²	155
Tabla 52. Cantidades de Obra; Hormigón escaleras 210kg/cm ²	156
Tabla 53. Cantidades de Obra; Punto de iluminación simple.	156
Tabla 54. Cantidades de Obra; Puntos de toma corrientes 110v.	156
Tabla 55. Cantidades de Obra; Cable 2#12 AWG.	157

Tabla 56. Cantidades de Obra; Cable 2#12 + 1#14 AWG.	157
Tabla 57. Cantidades de Obra; Punto de Agua.	158
Tabla 58. Cantidades de Obra; Punto de agua servida 50mm.	159
Tabla 59. Cantidades de Obra; Punto de agua servida 75mm.	159
Tabla 60. Cantidades de Obra; Punto de agua servida 110mm.	159
Tabla 61. Cantidades de Obra; Tubería PVC 110mm.	160
Tabla 62. Cantidades de Obra; Tubería PVC 75mm.	160
Tabla 63. Cantidades de Obra; Tubería PVC 50mm.	160
Tabla 64. Cantidades de Obra; Tubería PVC 19mm.	161
Tabla 65. Cantidades de Obra; Tubería PVC 12.7mm.	161
Tabla 66. Cantidades de Obra; Accesorios Sanitarios.	162
Tabla 67. Rubros de Presupuesto.	163
Tabla 68. Resumen de la comparación entre CAD y BIM Rubros de Presupuesto.	170

Índice de gráficos

Gráfico 1. Cadena de Custodia	9
Gráfico 2. Esquema de proceso de investigación.	11
Gráfico 3. Temperatura media mensual (mm)	13
Gráfico 4. Rango Altimétrico del cantón Loja.....	15
Gráfico 5. Comparación de metodologías, en valor de la información	34
Gráfico 6. Proceso BIM.....	36
Gráfico 7. Niveles de Desarrollo BIM.....	37
Gráfico 8. Interfaz Archicad (1)	38
Gráfico 9. Interfaz Archicad (2)	39
Gráfico 10. Interfaz Revit (1)	41
Gráfico 11. Interfaz Revit (2)	41
Gráfico 12. Hogares con vivienda propia	53
Gráfico 13. Porcentaje de tipo de vivienda	54
Gráfico 14. Clasificación de materiales en la vivienda con precariedad	57
Gráfico 155. Diagrama de Proceso Modelado BIM	61
Gráfico 166. Documentación Caso de Estudio.	62
Gráfico 17. Ventana de Inicio de Revit, selección de plantillas.....	64
Gráfico 18. Selección plantilla de trabajo.....	65
Gráfico 19. Interfaz de Revit.....	65
Gráfico 20. Ventana de Archivo Revit	66
Gráfico 21. Barra de Acceso Rápido Revit.....	67
Gráfico 22. Barra Infocenter Revit	67
Gráfico 23. Ribbon de Revit.....	67
Gráfico 24. Ventana Propiedades	68
Gráfico 25. Navegador de proyecto.....	69
Gráfico 26. Barra de control de vista.....	69
Gráfico 27. Herramientas de la plantilla estructural	70

Gráfico 28. Configuración de ejes y líneas de nivel	70
Gráfico 29. Modelado de los elementos estructurales, Plintos.....	71
Gráfico 30. Modelado de los elementos estructurales, Armado Estructural Plinto 1	72
Gráfico 31. Modelado de los elementos estructurales, Armado Estructural Plinto 2	72
Gráfico 32. Modelado de los elementos estructurales, Armado Estructural Plinto 3	73
Gráfico 33. Modelado de los elementos estructurales, Plintos, detalle visión 3D.....	73
Gráfico 34. Modelado de los elementos estructurales, Plintos, visión 3D	73
Gráfico 35. Modelado de los elementos estructurales, Cuello de Columna.....	74
Gráfico 36. Modelado de los elementos estructurales, Cuello de Columna, visión 3D.....	75
Gráfico 37. Modelado de los elementos estructurales, Cadenas, visión 2D y 3D	75
Gráfico 38. Planta de Cimentación, desarrollada en software Revit	76
Gráfico 39. Modelado de los elementos estructurales, Columnas Planta Baja, visión 2D y 3D 77	
Gráfico 40. Modelado de los elementos estructurales, Vigas y Loza intermedia, visión 3D	78
Gráfico 41. Modelado de estructura de vivienda de interés social completa, visión 3D	78
Gráfico 42. Herramienta Recubrimiento	92
Gráfico 43. Herramienta Armadura.....	93
Gráfico 44. Herramienta Armadura, selección y configuración del hierro	93
Gráfico 45. Herramienta Armadura, selección y configuración del hierro en elemento columna	94
Gráfico 46. Herramienta Armadura, selección y configuración de los estribos en el elemento columna.....	95
Gráfico 47. Herramientas de la plantilla arquitectónica.....	95
Gráfico 48. Vinculación de modelado estructural, al modelado arquitectónico.....	96
Gráfico 49. Modelado de las escaleras, visión 2D y 3D	97
Gráfico 50. Modelado armado estructural de las escaleras, visión 3D.....	97
Gráfico 51. Características Muro Básico 03	99
Gráfico 52. Características Muro Básico 04	99
Gráfico 53. Características Muro Básico 05	100
Gráfico 54. Características Muro Básico 07	100

Gráfico 55. Características Muro Básico 09	101
Gráfico 56. Modelado de la mampostería interna y externa Planta Baja, visión 2D y 3D	101
Gráfico 57. Modelado de la mampostería interna y externa Planta Alta, visión 2D y 3D.....	102
Gráfico 58. Modelado de las ventanas y puertas internas y externas, visión 2D y 3D.....	102
Gráfico 59. Modelado del mobiliario, visión 2D y 3D	103
Gráfico 60. Plantas arquitectónicas, desarrollada en software Revit	104
Gráfico 61. Corte Arquitectónico y Estructural (A – A) (C – C) , desarrollado en el Software Revit.....	105
Gráfico 62. Herramientas de la plantilla mecánica.	106
Gráfico 63. Productos Plastigama modelados para su uso en el software Revit	107
Gráfico 64. Cuadro de configuración mecánica. Agua potable y Sanitaria.....	108
Gráfico 65. Configuración de las tuberías, propiedades y preferencias de enrutamiento.....	109
Gráfico 66. Colocación de los aparatos sanitarios Planta Baja	110
Gráfico 67. Colocación de los aparatos sanitarios Planta Alta.....	110
Gráfico 68. Modelado de instalaciones de agua potable y sanitaria, Visión 2D.....	111
Gráfico 69. Modelado instalaciones de agua potable y sanitarias, Visión 3D	112
Gráfico 70. Zoom hacia las instalaciones de agua potable y sanitarias, Visión 3D.....	112
Gráfico 71. Herramientas de la plantilla mecánica.	113
Gráfico 72. Cuadro de Configuración mecánica eléctricas.	114
Gráfico 73. Colocación de las luminarias e interruptores.	115
Gráfico 74. Circuito eléctrico de iluminación y tomacorrientes.	116
Gráfico 75. Tiempo total de desarrollo del proyecto entre CAD y BIM	117
Gráfico 76. Evolución de la búsqueda del término CAD a nivel mundial	118
Gráfico 77. Evolución de la búsqueda del término BIM a nivel mundial	118
Gráfico 78. Comparativo de los términos CAD y BIM, a nivel mundial.	119
Gráfico 79. Esfuerzo tiempo del proceso de gestión de proyecto.	120
Gráfico 80. Esquema del Proceso de Diseño y Comparación	123
Gráfico 81. Plantas Arquitectónicas obtenidas del software AutoCAD.....	124

Gráfico 82. Planta Arquitectónica obtenida por el software Revit.....	124
Gráfico 83. Perspectiva planta baja, obtenida por el software Revit.....	125
Gráfico 84. Perspectiva planta alta, obtenida por el software Revit	126
Gráfico 85. Emplazamiento y Elevaciones obtenidos por el software AutoCAD	126
Gráfico 86. Emplazamiento y Elevaciones obtenidos por el software Revit	127
Gráfico 87. Planta de Cimentación y detalles estructurales, por el software AutoCAD	127
Grafico 88. Planta de Cimentación y detalles estructurales 1, por el software Revit	128
Grafico 89. Planta de Cimentación y detalles estructurales 2, por el software Revit	128
Gráfico 90. Plinto 1, detalle estructural obtenido en el software Revit.....	129
Gráfico 91. Plinto 2, detalle estructural obtenido en el software Revit.....	129
Gráfico 92. Plinto 3, detalle estructural obtenido en el software Revit.....	129
Gráfico 93. Detalle Empotrado Malla – Cadena, obtenido con el software Revit.....	130
Gráfico 94. Detalle Armado de Viga – Caja de Gradadas, obtenido con el software Revit.....	130
Gráfico 95. Detalle Armado de Gradadas, obtenido con el software Revit.	131
Gráfico 96. Detalle Armado de Gradadas, obtenido con el software Revit.	132
Gráfico 97. Detalle Estructural de la Vivienda, obtenido con el software Revit.....	133
Gráfico 98. Secciones Constructivas “A–A” y “B-B”, obtenidas con el software AutoCAD..	134
Gráfico 99. Sección Constructivas “C - C”, obtenidas con el software AutoCAD	135
Gráfico 100. Sección Constructivas “A - A”, obtenidas con el software Revit	135
Gráfico 101. Sección Constructivas “B – B”, obtenidas con el software Revit	136
Gráfico 102. Sección Constructiva “C – C”, obtenidas con el software Revit.....	136
Gráfico 103. Armado de Loza nivel +2.50, obtenido del software AutoCAD	137
Gráfico 104. Armado de Loza nivel +2.50, + 2.58 obtenido del software Revit.....	138
Gráfico 105. Armado de Losa cubierta, obtenido del software Autocad	138
Gráfico 106. Armado de Losa cubierta, obtenido del software Revit	139
Gráfico 107. Instalaciones Sanitarias, obtenidas del software AutoCAD	140
Gráfico 108. Instalaciones Agua Potable, Obtenido del Software AutoCAD	140
Gráfico 109. Instalaciones de Agua potable y Sanitarias, obtenidas del Software Revit	141

Gráfico 110. Perspectiva Instalaciones de Agua Potable y Sanitarias, obtenidas en el software Revit.....	142
Gráfico 111. Instalaciones Eléctricas, obtenidas en el software AutoCAD	143
Gráfico 112. Instalaciones Eléctricas Tomacorrientes, obtenidas en el software Revit	143
Gráfico 113. Ejemplo de Cantidades de Obra generadas en el software Revit.	144
Gráfico 114. Metodología Tradicional	165
Gráfico 115. Metodología BIM.....	166
Gráfico 116. Comparación de la Herramienta CAD y la Metodología BIM.....	167
Gráfico 117. Lamina. Plantas arquitectónicas	183
Gráfico 118. Lamina. Plantas de cubiertas y fachada	184
Gráfico 119. Lamina. Secciones arquitectónicas	185
Gráfico 120. Lamina. Planta de cimentación Armado de losa detalles constructivos	186
Gráfico 121. Lamina. Armado de losa Cubierta, detalles de armado de escalera, Detalles constructivos	187
Gráfico 122. Lamina. Instalaciones eléctricas	188
Gráfico 123. Lamina. Instalaciones sanitarias	189
Gráfico 124. Lamina Plantas Arquitectónicas	190
Gráfico 125. Lamina Emplazamiento, Elevación Frontal y Posterior.....	191
Gráfico 126. Lamina Corte A-A, Corte B-B	192
Gráfico 127. Lamina Corte C-C	193
Gráfico 128. Planta de Cimentación.....	194
Gráfico 129. Lamina Armado de losa nivel +2,584.....	195
Gráfico 130. Lamina Armado de losa cubierta.....	196
Gráfico 131. Lamina Instalaciones Sanitarias	197
Gráfico 132. Lamina Instalaciones Agua Potable.....	198
Gráfico 133. Lamina Instalaciones Eléctricas	199

Introducción

En nuestro mundo globalizado y cambiante donde el avance de la tecnología es constante, el campo de la construcción no se queda atrás; cada vez son más exigentes los requerimientos técnicos y los periodos de tiempo se acortan, por lo cual; es necesario buscar nuevas metodologías que nos permitan cumplir y realizar de una manera más eficiente, las diferentes actividades dentro del campo de la construcción.

De una forma desafortunada o conformista, el sector de la construcción en muchos aspectos; sigue estancada en el pasado, reflejado en la falta de automatización e industrialización en el proceso de diseño; en donde los softwares utilizados, si bien ayudan al desarrollo del mismo, no contienen la información necesaria o no permiten realizar un trabajo con los requerimientos técnicos y lapsos de tiempos demandados. Por ejemplo: la tecnología CAD emerge por la necesidad de representar los diseños trazados a mano a un sistema computarizado; en el cual, se puede modificar y adaptar los diseños según los requerimientos de la obra; partiendo de la idea de que el software AutoCAD, es la evolución o cambio del tablero de dibujo a un entorno de dibujo digital. Las herramientas y funciones básicas que AutoCAD permite utilizar, son la representación de la forma de uso del tablero de dibujo; dando como una característica principal que es un software de dibujo asistido por computadora.

Sin embargo, las nuevas tecnologías y en este caso metodologías como lo es BIM (Building Information Modeling), proporcionan un método de trabajo diferente y evolucionado; permitiendo ejecutar las obras de una manera más eficiente, por lo que el modelado del diseño dentro de la metodología BIM; integra las diferentes fases que forman parte del proyecto desde el diseño hasta su ejecución.

El propósito de esta investigación es migrar de la tecnología CAD a la metodología BIM, permitiendo así dejar atrás el uso y diseño de obra mediante las líneas, para trabajar

con objetos paramétricos e inteligentes. Este salto de CAD a BIM con un caso de estudio seleccionado como referente para la aplicación de la metodología, permitirá discernir las semejanzas y diferencias entre el sistema tradicional y el BIM. En consecuencia, se podrá lograr adaptarse en menos tiempo a un nuevo entorno de trabajo.

Capítulo 1: Marco Teórico

Para el desarrollo de esta investigación, dentro del marco teórico se encuentra la información necesaria; para cumplir con el propósito de la investigación: diagnosticar y entender el proceso de construcción, materiales y sistemas de construcción de la vivienda, la base legal, políticas para la misma y la metodología que se va a utilizar para el proyecto de investigación.

Capítulo 2: Modelado BIM de proyecto de Vivienda Vivem Loja

Se desarrolla el modelado del caso de estudio, Vivienda “Cuidad Victoria”, aplicando un software que forme parte de la Metodología BIM; creando directrices que aporten para el diseño y ejecución de esta obra, indicando el proceso que se llevó a cabo para el modelado.

Capítulo 3: Comparación de la gestión de la construcción, aplicando herramientas CAD y la metodología BIM. Se genera una comparación del producto que se consigue con la herramienta CAD, en este caso el Software AutoCAD, y el producto que se consiguió con la metodología BIM, aplicado en el software Revit, explicando cada una de sus diferencias, y el aporte de la metodóloga para el diseño y ejecución de este referente.

Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones.

Problemática

Según Santacruz (2018) en el Ecuador no existe un estándar de implementación BIM, aunque desde su punto de vista en eso radica la belleza del BIM; en poder implementarlo a medida de las necesidades del proyecto y en base a estándares corporativos de cada empresa, incluyendo todo el ciclo de vida del proyecto; la metodología BIM según (EDITECA, 2018), se aplica en Ecuador básicamente a nivel de empresa privada, no existe aún una política de estado que gestione o de luces sobre la necesidad o implementación de soluciones BIM.

El uso de esta metodología, en lo que se refiere a instituciones públicas dirigidas a la construcción; es nulo, dejando así múltiples vacíos en la información del proyecto de construcción y obligando a que estos proyectos se trabajen de manera fragmentada. Es decir, los involucrados en las distintas áreas del proyecto; ya sean arquitectos o ingenieros; desarrollen sus actividades de manera individual, solamente enfocados en su área asignada. Esto sumado a la falta de comunicación y coordinación, provoca un cruce de información entre las distintas fases del proyecto; genera un incremento en el tiempo de la concepción del diseño, múltiples diferencias entre el diseño y lo construido e incluso el incremento del costo final del proyecto.

A escala de la ciudad de Loja, la utilización de esta metodología; no es requerida en el Municipio, Consejo Provincial y en ninguna otra institución del sector público. En el sector privado, su uso es mínimo; ya que aún predomina el sistema tradicional de la elaboración de planos y presupuestos de obras en programas básicos como el AutoCAD y Excel.

Mediante una encuesta realizada a arquitectos que trabajan en una institución pública y arquitectos del campo particular, arroja el siguiente resultado. El 90% de los funcionarios públicos indicó, que no utiliza esta metodología en su desempeño

profesional; mientras que un 70% de los arquitectos dedicados al ámbito particular, indicaron no utilizar esta metodología. Del total de encuestados un 80% indicó desconocer la existencia de esta metodología. Por otro lado, el 80% desconocía los beneficios que puede traer su uso, un 80% de los encuestados no sabía que significaba las cifras BIM y mientras que el 80% no se encontraba preparado, para aplicar la metodología BIM en su trabajo.

La estadística antes mencionada, pone en evidencia la necesidad de emprender en proyectos que se constituyan en referentes; para que profesionales locales puedan aprovechar las bondades que genera el uso de esta metodología, para la planificación, ejecución, mantenimiento y remodelación de una edificación.

Los softwares de CAD han mejorado de acuerdo a las necesidades de los usuarios, actualizando las herramientas de sus programas, pero aún no han eliminado el origen del problema; que es la información suelta del proyecto. Por lo tanto, es necesario implementar nuevas metodologías; programas y aplicaciones que nos permitan trabajar con una base de datos, contribuyendo con objetos paramétricos que contienen una información multidisciplinar. Esta base de datos se conoce como modelos de información central que la metodología BIM ofrece. (Rojas R. , 2011)

El propósito es sustituir estas múltiples representaciones y crear un modelo único que contenga toda la información requerida, las cuales serán diferentes tipos de vistas del modelo central y toda la información que se requiera para la ejecución de la obra. (Rojas R. , 2011)

Para el desarrollo de esta investigación, el caso de estudio seleccionado; será la vivienda de interés social de la empresa municipal VIVEM Loja “Ciudad Victoria”; ya que cuenta con las características necesarias y la información completa como: planos

arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios, eléctricos, etc., que facilitará la implementación de la metodología BIM.

Justificación.

Como parte del proceso de titulación en la carrera de arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador, es requisito emprender en un proyecto de investigación que aporte de manera favorable a la sociedad; debido a los conocimientos adquiridos durante los distintos periodos de preparación. Se posee las capacidades y los conocimientos, para desarrollar un tema de investigación que promueva y oriente la aplicación del método BIM en el Ecuador, específicamente en la ciudad de Loja.

El uso de la metodología BIM en los proyectos de vivienda de interés social, permitirá mejorar la prestación de los servicios sociales; al aprovechar las bondades de la dirección integral del proyecto, fortaleciendo la gestión de todo el ciclo de vida; el cual, contempla la concepción, planificación, ejecución, operación y desactivación.

En la actualidad, la empresa de vivienda del municipio de Loja; se encuentra emprendiendo en nuevos proyectos de vivienda de interés social, los mismos que tienen gran acogida por parte de la población; generándose una fuerte expectativa, lo que justifica aplicar técnicas probadas a nivel mundial que permitan optimizar los recursos de tiempo y dinero.

La aplicación de la metodología BIM, permitirá crear un modelo útil de proyectos basados en la sustentabilidad: controlando el consumo interno de recursos y presupuestos; mejorar la organización, seguimiento y evaluación de la obra; visualizar cambios de manera simultánea, observando resultados y repercusiones en las distintas áreas, evitando la improvisación, aumentando la efectividad; evitar costos innecesarios, controlando el avance y desarrollo, aprovechando mejor los recursos; valorizar el tiempo, generando integración y cooperación entre las distintas partes técnicas. Evaluando permanentemente

la sustentabilidad de la obra: Consumo, ahorro energético y amabilidad con el medio ambiente.

Objetivos

Objetivo General

Demostrar que la metodología Building Information Modeling (BIM), puede ser aplicada a un proyecto de Vivienda de Interés Social, diseñado en AutoCAD y ejecutado por la empresa pública municipal de vivienda VIVEM Loja.

Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico que permita comprender el estado y proceso constructivo de la vivienda de interés social, caso de estudio “Ciudad Victoria” VIVEM Loja.
- Definir el procedimiento de diseño aplicado en la vivienda de interés social de la ciudad de Loja, utilizando un software que forme parte de la metodología BIM, para el desarrollo de la investigación.
- Establecer las ventajas que tiene el BIM frente a los procesos “tradicionales” de planificación/gestión del proyecto, para determinar la eficiencia de la metodología.
- Demostrar que la aplicación de la metodología BIM en la gestión del proyecto, tiene mejores resultados; a través de la simulación de la gestión del proyecto analizado en el caso de estudio con metodología BIM.
- Proponer directrices para el diseño y ejecución de proyectos de vivienda de interés social, implementando un software que forme parte de la metodología BIM.

Metodología

Para llevar a cabo la investigación, se identificó a la ciudad de Loja; como entorno laboral en el Municipio de Loja, a través de la Empresa Pública Municipal de Vivienda VIVEM Loja; la cual tiene como misión, combatir el déficit de vivienda en el cantón Loja; a través de la promoción y construcción de viviendas. Las oficinas donde funciona VIVEM Loja están ubicadas en calle Sucre y Av. Universitaria, cerca a la Puerta de la Ciudad en donde trabajan aproximadamente veinte personas, cumpliendo diversas actividades administrativas, técnicas, operativas y de mantenimiento.

Con la finalidad de solucionar las preguntas investigativas y cumplir con el objetivo del estudio, se empleó un enfoque de investigación de tipo cualitativo y el diseño de investigación denominado según Hernández (2010) “investigación –acción”, el cual considera como:

Una visión de la ciencia tecnológica, cuyo modelo consiste en un conjunto de decisiones en espiral; basadas en ciclos repetidos de análisis, conceptualizando y redefiniendo problemas una y otra vez, combinando el trabajo con sucesivas etapas de acción: planificación, identificación de hechos, Análisis, implementación y evaluación.

Ver Gráfico 1

Durante la ejecución de cada una de las actividades, se recopiló en una bitácora de campo; toda la información estadística generada referente al caso de estudio. El resultado del análisis de la información recabada, permitió evaluar la efectividad de cada una de las actividades emprendidas en relación a la aplicación de la metodología BIM en el proyecto de vivienda de interés social; ejecutado por VIVEM Loja y a la vez, implementar las mejoras pertinentes en una nueva etapa de diseño y planificación, generando una nueva y mejorada versión de cómo diseñar un proyecto de vivienda, para

en lo posterior ponerlo en la práctica, conduciendo el proceso de retroalimentación a un nuevo diagnóstico y a una nueva espiral de reflexión y acción.

Gráfico 1.

Cadena de Custodia



Fuente: (Hernández, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

La aplicación y concepto de la cadena de custodia, permite integrar proyectos futuros, similares o con un alcance mayor, dando como guía el procedimiento aplicado en la investigación; para su desarrollo. En la siguiente tabla se ubican las fases de la cadena de custodia que corresponden al proceso de la investigación.

Tabla 1.

Unidades de análisis de investigación

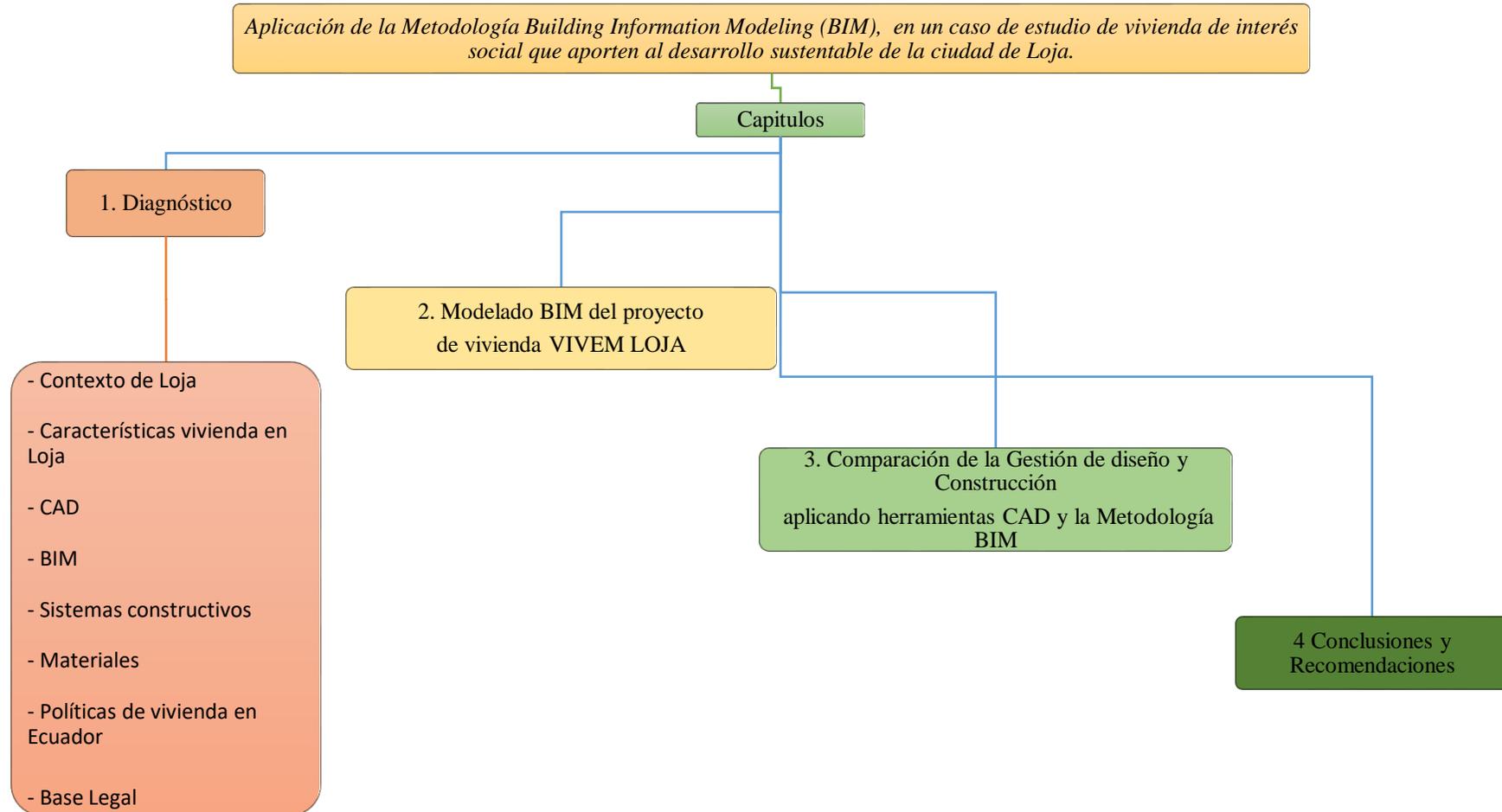
PATRÓN	Capítulos	TEMAS	TIPOS DE UNIDADES DE ANÁLISIS
Aplicación de la Metodología Building Information Modeling (BIM), en un caso de estudio de vivienda de interés social que aporten al desarrollo sustentable de la ciudad de Loja.	1. Diagnóstico (planificación, identificación de hechos y análisis)	Contexto de Loja	Datos generales de Loja Clima Isometría Altimetría, etc
		Características de vivienda en Loja	Tipos de Vivienda Estado de los elementos de la vivienda Materiales, etc
		CAD	Historia Definiciones Proceso
		BIM	Revit arquitectura

		Revit structure Revit mep Archicad
	Sistemas constructivos	Hormigón armado Metal Madera
	Materiales	Aglomerantes Materiales pétreos Materiales metálicos Cerámica Mampostería
	Políticas de vivienda en Ecuador	Plan nacional de desarrollo toda una vida Pdot cantón Loja POU
	Base legal	Constitución de la república Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública y su reglamento de aplicación
2. Modelado BIM del proyecto de vivienda VIVEM LOJA (ejecutar planificación operativa)		
3. Comparación de la Gestión de diseño y Construcción aplicando herramientas CAD y la Metodología BIM (inmersión en el campo y recopilación de datos)		
4. Conclusiones y Recomendaciones (evaluación)		

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 2.

Esquema de proceso de investigación.



Elaborado por: Marlon Quevedo

Revisión de literatura

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1. Contexto de Loja.

El cantón Loja se encuentra en la región sur del Ecuador, cuenta con una extensión de 1.895,53 Km², distribuida en trece parroquias rurales y seis urbanas. Se encuentra geográficamente ubicado en 9501249 y 9594638 de latitud Sur, y 661421 y 711075 de longitud Oeste. La altitud del cantón oscila entre 2100 y 2135 m.s.n.m de altitud en la provincia, lo cual combinado con otras características geográficas le brindan un clima templado con una temperatura que promedia entre 16° y 21° C.

La temperatura media anual a nivel de cantón Loja es de 15°C, el valor más alto registrado es de 23°C. Loja es uno de los cantones donde se registra el valor más bajo con 9°C, esto se da principalmente por la topografía predominante debido a la presencia de la cordillera de los Andes.

Tabla 2.

Temperatura media mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas

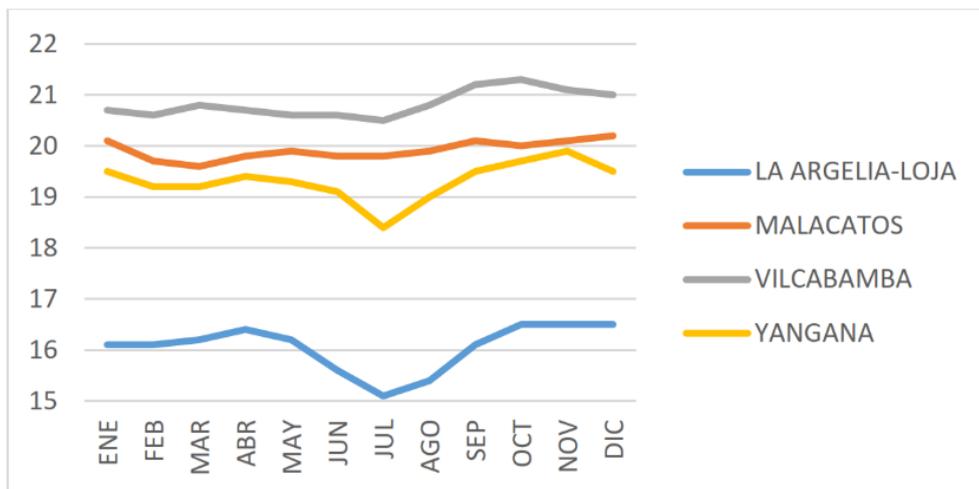
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
LA ARGELIA-LOJA	16,1	16,1	16,2	16,4	16,2	15,6	15,1	15,4	16,1	16,5	16,5	16,5	16,1
MALACATOS	20,1	19,7	19,6	19,8	19,9	19,8	19,8	19,9	20,1	20	20,1	20,2	19,9
VILCABAMBA	20,7	20,6	20,8	20,7	20,6	20,6	20,5	20,8	21,2	21,3	21,1	21	20,8
YANGANA	19,5	19,2	19,2	19,4	19,3	19,1	18,4	19	19,5	19,7	19,9	19,5	19,3

Fuente: (CLIRSEN-MAGAP, 2012)

Elaborado por: Equipo Técnico del PDOT – cantón Loja.

Gráfico 3.

Temperatura media mensual (mm)



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013)

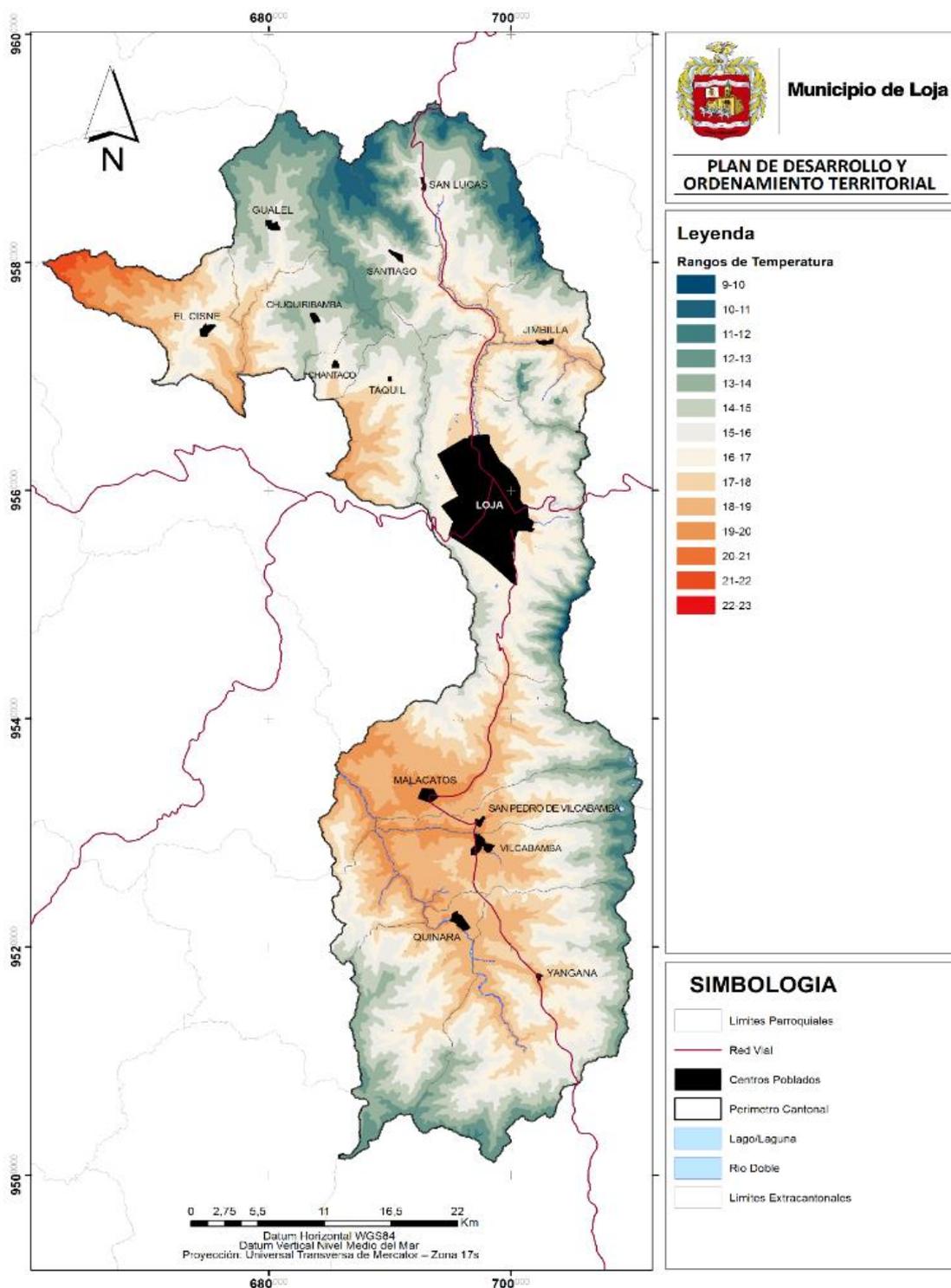
Elaboración: Equipo Técnico del PDOT – cantón Loja.

En el Mapa (1) se observa las zonas donde la temperatura es más alta, se encuentra identificada en los valles, las cuales son Loja, Malacatos y Vilcabamba, la zona de veda es el Cisne, y las zonas más frías se encuentran al norte de la parroquia Santiago, Gualiel y San Lucas.

Como resultado anual de la velocidad tenemos un valor de tres metros por segundo; velocidad que no causa ningún daño, existe mayor fuerza del viento en los meses de junio, julio y agosto con valores máximos entre 9 y 1 metros por segundo, pero la velocidad del viento en general se mantiene alrededor con un 40% con dirección, noreste a sureste.

Mapa 1.

Isotermas del Cantón Loja



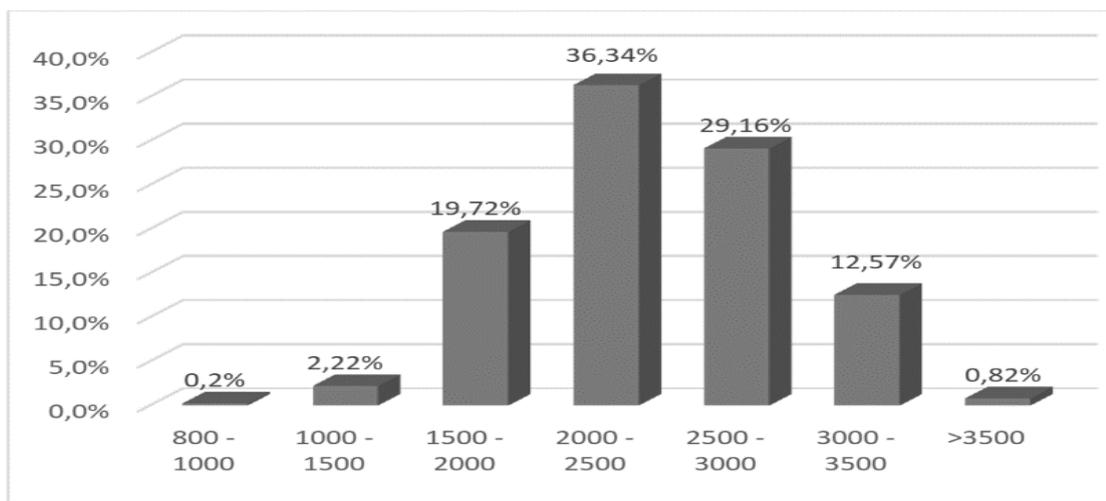
Fuente: (Instituto Espacial Ecuatoriano, 2012)

Elaboración: Equipo PDOT 2014

En la Morfometría, Geología y Geomorfología del cantón, Loja se encuentra en la Sierra Austral del Ecuador. El terreno es montañoso con altitudes que varían de 1200 a 3800 msnm, está influenciado por la presencia de la Cordillera de los Andes que lo atraviesa; los rangos más representativos van entre 2000 y 3500 msnm.

Gráfico 4.

Rango Altimétrico del cantón Loja.



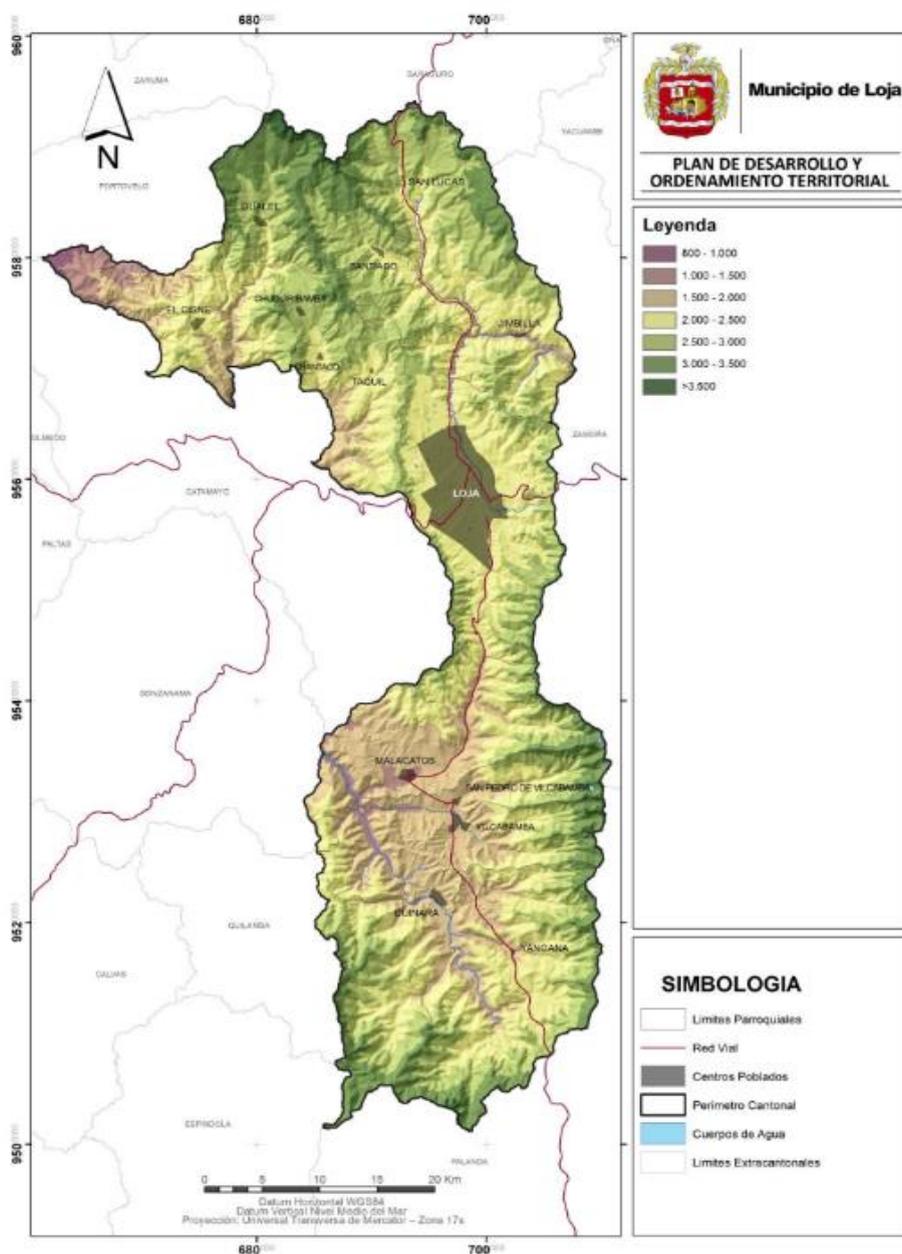
Fuente: SEMPLADES

Elaboración: (Equipo Técnico de PDOT – cantón Loja, 2014)

Estas variaciones en el relieve, permiten tener diversos tipos de climas que a su vez; permiten tener diversos tipos de temperaturas, precipitaciones entre otros; factores predominantes en el desarrollo de actividades productivas.

Mapa 2.

Altimetría Cantón Loja.



Fuente: (Instituto Espacial Ecuatoriano, 2012)

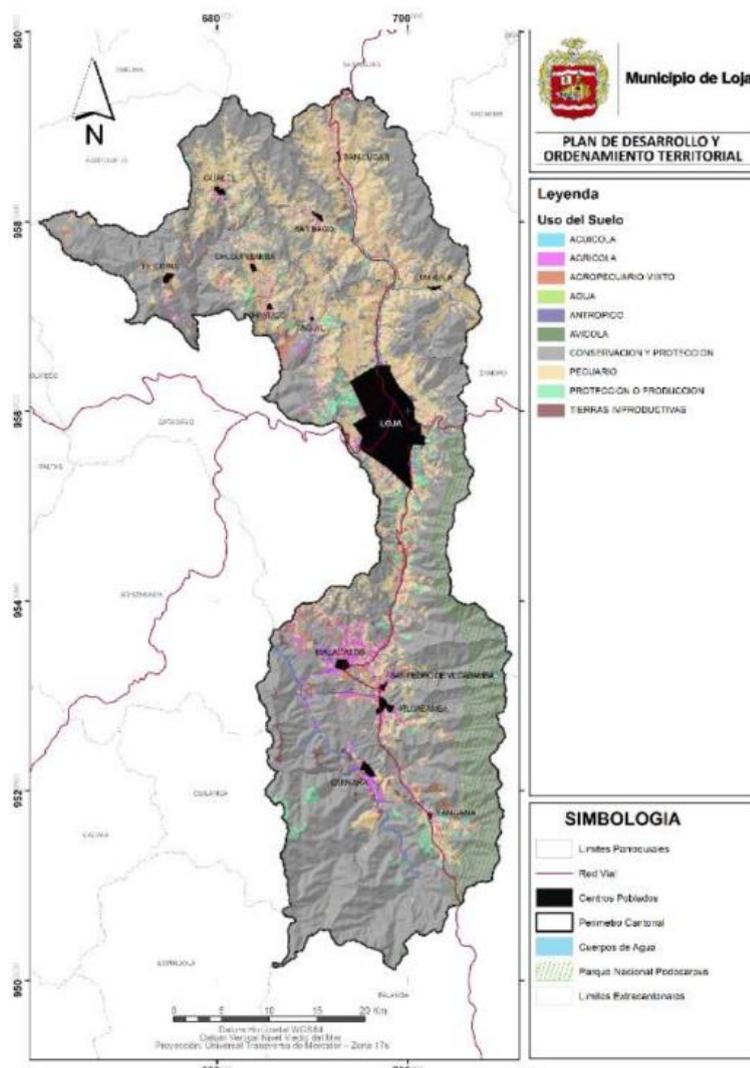
Elaboración: Equipo PDOT 2014

La clasificación agrológica de los usos de suelos del cantón Loja, más de la mitad del territorio actualmente; se encuentra en conservación y protección correspondiendo al 66.9 % del territorio que son 126 582 hectáreas aproximadamente, esto especialmente por

la presencia en el cantón de áreas protegidas como el Parque Nacional Podocarpus y Bosques protectores como el Colombo- Yacuri, el Bosque, Corazón de Oro, entre otros.

Mapa 3.

Uso de Suelos del Cantón Loja.



Fuente: (Instituto Espacial Ecuatoriano, 2012)

Elaboración: Equipo PDOT 2014

Existe un total de 155.308 viviendas particulares y colectivas registradas. De las cuales se conforman un total de 45595 hogares estudiados, en los que el 96.6% de los casos existen un hogar por vivienda y en el 3.37% existen más de uno.

2. Características de la Vivienda en la ciudad de Loja

Las características de vivienda en la ciudad de Loja, permite comprender la documentación arquitectónica, estructural, hidrosanitaria y eléctrica; para la elaboración de los rubros y materiales que se usan con más frecuencia en el campo de la construcción de viviendas en la ciudad de Loja.

2.1. Tipos de la Vivienda

La mayoría de las viviendas en la ciudad de Loja, tienen características aceptables de habitabilidad; en donde el tipo de vivienda Casa/Villa es el predominante con un 78,6%, seguido de los departamentos con un 4,2% (INEC-2010); en donde los estados de cada parte de la vivienda y los materiales utilizados en estas, se encuentran especificados en las siguientes tablas.

Tabla 3.

Tipos de Vivienda

Tipo de la vivienda	Casos	%	Acumulado %
1. Casa/Villa	121940	78.51%	78.51%
2. Departamento en casa o edificio	12593	8.11%	86.62%
3. Cuarto(s) en casa de inquilinato	7428	4.78%	91.40%
4. Mediagua	8056	5.19%	96.59%
5. Rancho	1393	0.90%	97.48%
6. Covacha	1680	1.08%	98.57%
7. Choza	1351	0.87%	99.44%
8. Otra vivienda particular	605	0.39%	99.83%
9. Hotel, pensión, residencial u hostel	75	0.05%	99.87%
10. Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	59	0.04%	99.91%
11. Centro de rehabilitación social/Cárcel	9	0.01%	99.92%
12. Centro de acogida y protección para niños y niñas, mujeres e indigentes	7	0.00%	99.92%
13. Hospital, clínica, etc.	25	0.02%	99.94%
14. Convento o institución religiosa	54	0.03%	99.97%
15. Asilo de ancianos u orfanato	9	0.01%	99.98%
16. Otra vivienda colectiva	24	0.02%	99.99%
17. Sin Vivienda	9	0.01%	100.00%
Total	155317	100.00%	100.00%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.2.Techo o Cubierta

En los siguientes cuadros podemos apreciar el material implementado, para el desarrollo de las cubiertas y su estado de conservación dentro de Loja.

Tabla 4.

Materiales del techo o cubierta

ÁREA # 110150	LOJA			
	Material del techo o cubierta	Casos	%	Acumulado %
	1. Hormigón (losa, cemento)	23839	52.28%	52.28%
	2. Asbesto (eternit, eurolit)	6221	13.64%	65.93%
	3. Zinc	6039	13.24%	79.17%
	4. Teja	9414	20.65%	99.82%
	5. Palma, paja u hoja	26	0.06%	99.88%
	6. Otros materiales	56	0.12%	100.00%
	Total	45595	100.00%	100.00%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 5.

Estado del techo

ÁREA # 110150	LOJA			
	Estado del techo	Casos	%	Acumulado %
	1. Bueno	25393	56%	56%
	2. Regular	15320	34%	89%
	3. Malo	4882	11%	100%
	Total	45595	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.3.Paredes Exteriores

En los siguientes cuadros podemos apreciar el material implementado, para la construcción de las paredes exteriores de las viviendas y su estado de conservación en Loja.

Tabla 6.

Material de paredes exteriores

ÁREA # 110150	LOJA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
1. Hormigón	5665	12.4%	12.4%
2. Ladrillo o bloque	32539	71.4%	83.8%
3. Adobe o tapia	4894	10.7%	94.5%
4. Madera	2226	4.9%	99.4%
5. Caña revestida o bahareque	204	0.4%	99.9%
6. Caña no revestida	20	0.0%	99.9%
7. Otros materiales	47	0.1%	100.0%
Total	45595	100.0%	100.0%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 7.

Estado de la mampostería exterior

ÁREA # 110150	LOJA		
Estado de la mampostería exterior	Casos	%	Acumulado %
1. Buenas	27627	60.6%	60.6%
2. Regulares	14975	32.8%	93.4%
3. Malas	2993	6.6%	100.0%
Total	45595	1	1

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.4. Material del Piso

Los materiales utilizados para la construcción del piso en la ciudad de Loja y su estado de conservación son los siguientes:

Tabla 8.

Material del piso

ÁREA # 110150	LOJA			
	Material del piso	Casos	%	Acumulado %
1. Duela, parquet, tablón o piso flotante	14179	31.10%	31.10%	
2. Tabla sin tratar	5483	12.03%	43.12%	
3. Cerámica, baldosa, vinil o mármol	15741	34.52%	77.65%	
4. Ladrillo o cemento	8004	17.55%	95.20%	
5. Caña	4	0.01%	95.21%	
6. Tierra	1925	4.22%	99.43%	
7. Otros materiales	259	0.57%	100.00%	
	Total	45595	100.00%	100.00%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 9.

Estado del piso

ÁREA # 110150	LOJA			
	Estado del piso	Casos	%	Acumulado %
1. Bueno	26597	58%	58%	
2. Regular	15289	34%	92%	
3. Malo	3709	8%	100%	
	Total	45595	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.5. Tipo de servicio higiénico o escusado

En esta tabla podemos identificar el porcentaje de viviendas que cuenta con los servicios higiénicos y el tipo de servicio conectado a la vivienda.

Tabla 10.

Tipos de servicio higiénico o escusado

ÁREA # 110150	LOJA			
	Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos	%	Acumulado %
	1. Conexión a tubería de aguas residuales	38744	85%	85%
	2. Conectado a pozo séptico	4300	9%	94%
	3. Conectado a pozo ciego	1022	2%	97%
	4. Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada	382	1%	97%
	5. Letrina	297	1%	98%
	6. No tiene	850	2%	100%
	Total	45595	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.6. Procedencia de luz eléctrica

El mayor porcentaje de la procedencia de la luz eléctrica en las viviendas del cantón Loja, viene dado por la conexión a la red de empresa eléctrica de servicio público. En el cuadro podemos apreciar el porcentaje y otros tipos de conexiones.

Tabla 11.

Procedencia de luz eléctrica

ÁREA # 110150	LOJA			
	Procedencia de luz eléctrica	Casos	%	Acumulado %
	1. Red de empresa eléctrica de servicio público	45023	98.745%	98.745%
	2. Panel Solar	2	0.004%	98.750%
	3. Generador de luz (Planta eléctrica)	16	0.035%	98.785%

4. Otro	65	0.143%	98.928%
5. No tiene	489	1.072%	100.000%
Total	45595	100.000%	100.000%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.7. Tenencia de medidor de energía eléctrica

El medidor eléctrico es un requisito de la vivienda, para que esta acceda a la conexión y servicio de la red eléctrica; por lo tanto, el uso de este, se encuentra como requisito para la vivienda. Dentro del siguiente cuadro podemos identificar la modalidad de uso del mismo.

Tabla 12.

Tenencia de medidor de energía eléctrica

ÁREA # 110150	LOJA		
Tenencia de medidor de energía eléctrica	Casos	%	Acumulado %
1. De uso exclusivo	35724	79.3%	79.3%
2. De uso común a varias viviendas	8675	19.3%	98.6%
3. No tiene medidor	624	1.4%	100.0%
Total	45023	100.0%	100.0%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.8. Eliminación de la Basura

Es necesario la eliminación de los desperdicios que se generan en la vivienda (basura), por lo que la forma en que se lo realiza en la ciudad; se encuentra identificada en el siguiente cuadro:

Tabla 13.

Eliminación de la basura

Eliminación de la basura	Casos	%	Acumulado%
1. Por carro recolector	41661	91.4%	91.4%
2. La arrojan en terreno baldío o quebrada	591	1.3%	92.7%
3. La queman	2170	4.8%	97.4%
4. La entierran	444	1.0%	98.4%
5. La arrojan al río, acequia o canal	53	0.1%	98.5%
6. De otra forma	676	1.5%	100.0%
Total	45595	100.0%	100.0%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.9. Viviendas con remesas

Tabla 14.

Viviendas con remesas

ÁREA # 110150	LOJA		
Viviendas con remesas	Casos	%	Acumulado
1. Si recibe remesas	4863	11%	11%
2. No recibe remesas	40732	89%	100%
Total	45595	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.10. Servicios Higiénicos o escusados del hogar

En la vivienda, los servicios higiénicos son instalaciones necesarias en la ciudad de Loja.

El uso de estos servicios se clasifica en los siguientes:

Tabla 15.

Servicio higiénico o escusado del hogar

ÁREA # 110150	LOJA		
Servicio higiénico o escusado del hogar	Casos	%	Acumulado
1. De uso exclusivo	37321	79%	79%
2. Compartido con varios hogares	9167	19%	98%
3. No tiene	752	2%	100%
Total	47240	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.11. Instalaciones o duchas para bañarse

Dentro de los servicios higiénicos se encuentra las instalaciones o duchas, que en algunos casos

; el uso de este servicio, se encuentra de uso exclusivo o compartido en la vivienda.

Tabla 16.

Instalaciones o duchas para bañarse

ÁREA # 110150	LOJA		
Instalaciones y/o ducha para bañarse	Casos	%	Acumulado
1. De uso exclusivo del hogar	34889	74%	74%
2. Compartido con varios hogares	8448	18%	92%
3. No tiene	3903	8%	100%
Total	47240	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.12. Disponibilidad de teléfono convencional

El teléfono convencional en la vivienda es una herramienta importante, para la comunicación. En el siguiente cuadro se indica la disponibilidad de este servicio en la vivienda lojana.

Tabla 17.

Disponibilidad de teléfono convencional

ÁREA # 110150	LOJA		
Disponibilidad de teléfono convencional	Casos	%	Acumulado
1. Si	21170	45%	45%
2. No	26070	55%	100%
	Total	47240	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.13. Disponibilidad de teléfono celular

La disponibilidad del teléfono celular dentro de los hogares, es un suplemento extra para la comunicación. En el cuadro siguiente, se expone si la vivienda cuenta con este servicio.

Tabla 18.

Disponibilidad de teléfono celular

ÁREA # 110150	LOJA		
Disponibilidad de teléfono celular	Casos	%	Acumulado
1. Si	42052	89%	89%
2. No	5188	11%	100%
	Total	47240	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.14. Disponibilidad de internet en la vivienda

El internet con el pasar de los años, ha ido abarcando un espacio en la vivienda; pasando a catalogarse como un servicio más para el hogar. En el siguiente cuadro, se expresa si la vivienda en la ciudad de Loja; cuenta con el siguiente servicio.

Tabla 19.

Disponibilidad de internet

ÁREA # 110150	LOJA		
Disponibilidad de internet	Casos	%	Acumulado
1. Si	9384	20%	20%
2. No	37856	80%	100%
Total	47240	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

2.15. Disponibilidad de televisión por cable

La televisión por cable, dentro de las viviendas de la ciudad de Loja; es un recurso que pocos lo tienen. A continuación podemos observarlo en el siguiente cuadro.

Tabla 20.

Dispone de televisión por cable

ÁREA # 110150	LOJA		
Dispone de televisión por cable	Casos	%	Acumulado
1. Si	10808	23%	23%
2. No	36432	77%	100%
Total	47240	100%	100%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Marlon Quevedo

3. CAD

En sus inicios, el diseño fue muy básico; todo era representado a mano y plasmado en papel. Los diseños de los planos, se presentaban en papel (calco o papel bond), para terminar una sola lamina. Los diseñadores tardaban demasiado y se les presentaba una serie de errores, lo complejo era cuando se requería modificar algo o cambiar el diseño. Por ello, con la llegada de las computadoras, aparecieron algunos programas muy básicos de entornos visuales, que son conocidos generalmente como CAD. (Monfort, 2015)

El concepto de Dibujo Asistido por Computadora, CAD; aparece en los años 50, cuando el ejército de Estados Unidos; desarrollaba los primeros trazadores gráficos, los cuáles podían representar trazados básicos realizados con un ordenador. Al mismo tiempo, en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) se presentaba, lo que en esa época sería; el primer software de CAD que permitía dibujar mediante coordenadas en un computador. (Rojas & Lagos, 2014)

Hasta la mitad de la década de los 60, recién se pudo observar un CAD implantado, de manera masiva. La evolución ha sido de manera ininterrumpida, y la implantación definitiva fue en los años 70. En parte, debido al aumento de la velocidad de los procesadores, el abaratamiento de las computadoras personales y sobretodo; las necesidades de los diseñadores. (González, 2014)

Computer Aided Design, cuyas siglas son CAD, “Diseño Asistido por Computadora” en español; se apoya en una base de datos geométricos (puntos, líneas, curvas, etc.), la que se puede utilizar con la ayuda de una interfaz gráfica dinámica. La gran mayoría de software CAD, permite diseñar en entornos 2D o 3D;

mediante geometría alámbrica. Esto significa: puntos, bloques, líneas, arcos, splines; superficies topográficas o diseños y sólidos, para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos. Las propiedades que se da a cada entidad CAD son: el color, capa, grosor, estilo de línea, nombre de la entidad, ubicación en el espacio, definición geométrica, etc., que permiten manejar la información de forma lógica y ordenada. De estos modelos, se pueden obtener planos con cotas, anotaciones, y análisis de superficies; para generar la documentación técnica. (Arrelos, 2010)

AutoCAD es un programa, para dibujar o diseñar; en el que se puede realizar todo tipo de diseños técnicos y arquitectónicos, muy útil para ingenieros, arquitectos, etc. El programa permite crear los objetos por medio de capas (layers), ordenando el dibujo en partes independientes; con diferente color y grafismo. Los objetos repetidos se gestionan mediante bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos (Moreno, 2013).

El proceso del diseño CAD consiste básicamente en cuatro etapas.

- Modelado geométrico: Se describe como forma matemática o analítica a un objeto físico, el diseñador realiza su modelo geométrico por medio de comandos que crean o perfeccionan líneas, sólidos, superficies, entidades, dimensiones y texto; que dan a origen a una representación completa del diseño en 2D o 3D. (Arrelos, 2010)
- Optimización y análisis del modelo: Después de haber definido las propiedades geométricas, se realiza un análisis ingenieril, donde se analiza las propiedades mecánicas-físicas del modelo (esfuerzos, deformaciones, deflexiones, vibraciones). (Arrelos, 2010)

- Evaluación y revisiones del diseño: En esta etapa fundamental, se comprueba si hay alguna interrupción entre los diversos componentes del diseño útil, para evitar problemas en el momento del proceso constructivo; aunque no es muy preciso. (Arrelos, 2010)
- Documentación y dibujo: Por último, en esta etapa se realizan planos de detalles. Esto se puede elaborar en dibujos diferentes vistas de la estructura, manejando escalas en los planos y efectuando diferentes vistas de perspectiva de la estructura. (Arrelos, 2010)

4. Building Information Modeling

El proceso de diseño e implementación es bastante similar, dentro de las directrices y estándares investigados. Esta directriz se basa en dar la descripción precisa de cada fase del proceso de diseño en BIM. El proceso empieza desde la planificación de la ejecución y continua con la cooperación y el intercambio de información en la fase de diseño (Group T, 2014).

De acuerdo con Gámez (2014) define:

BIM que significa en inglés “Building Information Modeling” es un nuevo adelanto tecnológico al diseño, construcción y administración de las obras. Es una metodología que ya ha comenzado a cambiar la perspectiva en la que se ven los edificios, cómo estos trabajan y la forma del proceso constructivo. (p. 65)

“Building Information Modeling es un proceso orientado al desarrollo y uso de un modelo de información digital de un proyecto, para diseño; construcción y operación de un portafolio de instalaciones que abarca todo el proyecto” (Gámez, 2014)

La metodología BIM es una nueva aproximación al diseño, construcción y al control presupuestario de una edificación. Es una metodología que orienta desde una perspectiva diferente, el modo de planificar y entender un edificio: cómo estos se construyen y cómo funciona cada uno.

Según UK BIM TAS K GROUP (2014) citado por (Gonzalez, Gámez, & Soler, 2014) sobre la Metodología BIM, indica que básicamente crea valor; a través de la colaboración de todo el ciclo de vida: activos respaldados por la creación, recopilación e intercambio de modelos 3D, y datos compartidos; inteligentes, estructurados y vinculados.

Esto incluye: la fase de diseño, producción y desarrollo. Sus futuros usuarios podrán acceder a una información completa del edificio, que les será útil por ejemplo: la planificación del mantenimiento del edificio, para el cambio o reparación de una instalación concreta; para análisis estructurales, etc.

La metodología de trabajo colaborativo se caracteriza por el uso de la información de manera coordinada, lógica, computable y continua; empleando múltiples bases de datos compatibles que contenga toda la información necesaria del edificio que se pretenda diseñar, construir o usar (Gámez, 2014).

Para comprender y profundizar esta definición, es necesario conocer qué es la interoperabilidad; es decir, la capacidad de varios sistemas para intercambiar; transmitir y manipular datos, información y documentos de manera similar y efectiva a través de canales electrónicos, sistema de información (Gámez, 2014).

La correcta utilización de esta metodología, aporta una mejora radical de la calidad del proyecto; tanto en los aspectos técnicos como sociales; mediante un desarrollo que permite observar su factibilidad, reduciendo el riesgo y mejorando la comunicación; entre los protagonistas que participan en el proceso constructivo, reduciendo las actividades que no benefician a ninguna de las partes; mejorando los aspectos artesanales del diseño, potenciándolo y creando nuevas perspectivas al mismo tiempo.

La tecnología BIM, se dirige y beneficia a todos los departamentos de planificación urbana: arquitectura, ingeniería, construcción, construcción e infraestructura; así como a propietarios, promotores, constructores, técnicos de diseño, domicilios a tiempo parcial, tasadores, fabricantes, instituciones públicas, etc. (Group, 2014).

BIM es la metodología utilizada desde hace años en distintos países: Noruega, Finlandia, EEUU, Australia, Canadá, Reino Unido, etc., que ha permitido importantes

ahorros en los costes finales y en los plazos de ejecución; así como en la eficiencia en la gestión del mantenimiento.

Varios países europeos, ya han formalizado una hoja de ruta gubernamental; con el fin de implantar, de forma progresiva; el uso de BIM, tanto en la redacción de proyectos, su ejecución material y su posterior mantenimiento. En los países en los que la implantación de BIM tiene un mayor recorrido, también se ha iniciado de forma generalizada; el uso de procesos BIM en la explotación de los edificios públicos, con el fin de conseguir su optimización. En algunos países como: Estados Unidos, Reino Unido y Finlandia; el BIM se combina con sistemas de contratación colaborativos que permiten compartir riesgos y beneficios y que maximizan sus ventajas. En España, proyectos singulares y de gran volumen; son los que acaparan la máxima atención, respecto a la utilización de BIM; pero ya empiezan a ser muchos los proyectos de menor magnitud que, tanto en la obra pública; como en la privada, se realizan mediante esta metodología.

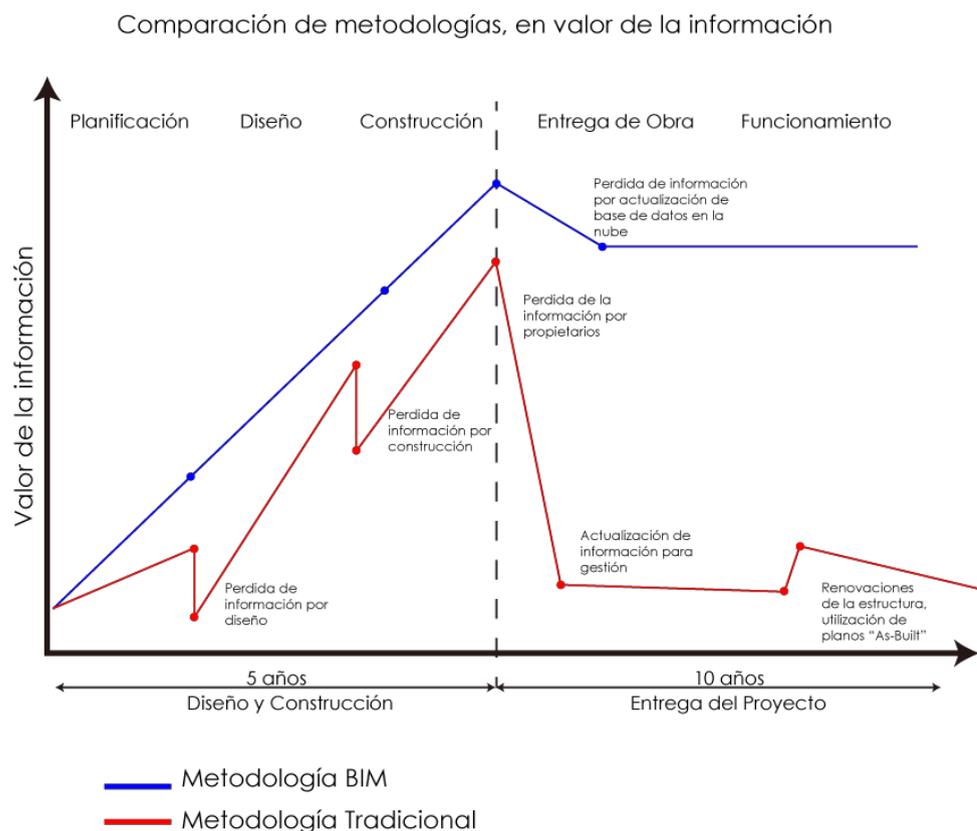
La incorporación de esta metodología en proyectos latinoamericanos no está siendo homogénea. En distintos países como Chile, Perú o Colombia, ya es una realidad; obteniendo una gran aceptación en múltiples proyectos públicos y un gran porcentaje de contratación hacia los profesionales BIM. Sin embargo, esta implementación no crece al mismo ritmo en toda Latinoamérica, y lo cierto es que en la mayoría de países de habla hispana, el paso al BIM sigue un desarrollo muy lento.

Evitar la pérdida de la información, es uno de los objetivos principales de la metodología BIM en ciclo de vida del proyecto, ya que con el método tradicional; se obliga a un esfuerzo mayor en la producción y cantidad de información en las distintas etapas del proyecto.

El proceso de cada etapa del método BIM, mantiene la mejora continua del valor de la información ante la falla y pérdida de información en el sistema tradicional. En la Figura 5, la aplicación BIM; se puede medir por el valor de la información (Gámez, 2014).

Gráfico 5.

Comparación de metodologías, en valor de la información



Elaborado por: Marlon Quevedo

El proceso de trabajo dentro de la metodología BIM, se lo puede considerar como un ciclo repetitivo de distintas actividades que entre ellas, se complementan; en donde dentro de una programación, se inicia con una fase o Diseño Conceptual; en la cual, se propone las alternativas de proyecto; los presupuestos iniciales, y la presentación del mismo hacia la comunidad en su fase conceptual, siguiendo con la fase de Diseño Detallado; en la cual,

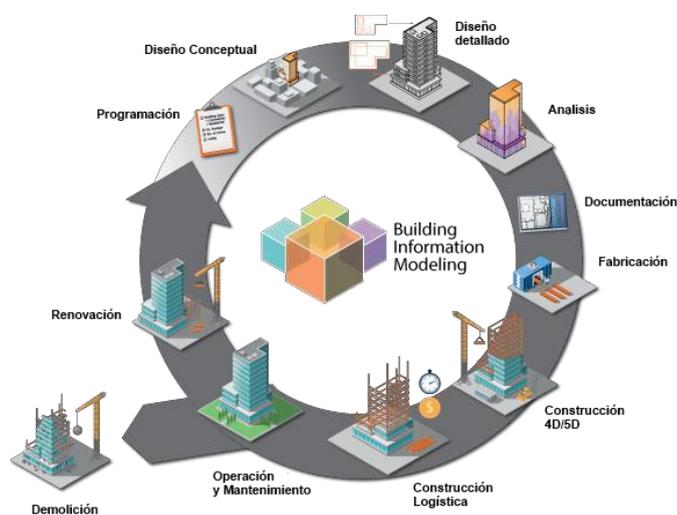
ya se realiza la integración de cartografías, el modelado estructural, arquitectónico y de instalaciones a detalle del proyecto a realizar. La fase de Análisis a su vez, nos permite estudiar y observar el comportamiento estructural; la funcionalidad de sus instalaciones, la compatibilidad con los agentes externos como un análisis energético; análisis de tránsito, etc. Una vez que ya se ha estudiado y analizado el proyecto, viene la fase de Documentación; en la cual se genera los planos arquitectónicos, estructurales, de instalaciones y los que se necesite; para la fase de Fabricación y Construcción, permitiendo así un control de la ejecución de una manera más dinámica; ya que toda la información del proyecto, se encuentra en una misma base de datos; controlando de una manera logística, la construcción; pasando así a la fase de Operación y Mantenimiento del proyecto, durante su ciclo de vida dispuesto o necesario; teniendo dos alternativas al final de su ciclo de vida: la fase de Demolición y la de Renovación, que en este punto se repite la metodología BIM, si bien para remodelar o para crear un nuevo proyecto.

En la metodología BIM existen diferentes niveles de desarrollo que nos permiten analizar la calidad y desarrollo de un Modelado BIM, es necesario conocer los LOD, dichas siglas indican; Level of Development o Nivel de Desarrollo este término fue estandarizado por la AIA (American Institute of Architects), con el propósito de indicar el grado o escala de desarrollo de un proyecto desde el punto de vista de Modelado e información en calidad como en cantidad (Editeca, 2020).

Gráfico 6.

Proceso

BIM



Elaborado por: Marlon Quevedo

Se debe tomar en cuenta la fase de desarrollo LOD (BIM) con la fase de detalle (CAD), ya que ello refleja la estructura del modelado. Esta es una de las diferencias fundamentales entre CAD y BIM, porque AutoCad solo permite modelar y alcanzar aspectos de calidad, para lo cual se debe extraer mayores aspectos del modelo BIM (Editeca, 2020).

LOD 100.- Es el nivel básico para enumerar los contenidos teóricos del trabajo, este a la vez dependen de otras figuras y objetos definidos geoméricamente. En la etapa muy avanzada del proyecto, muchos elementos pueden mantenerse en este nivel de desarrollo. Podemos establecer y utilizar este nivel de desarrollo para redactar proyectos preliminares (Editeca, 2020).

LOD 200.- Define el nivel de elementos gráficamente, especificando el número aproximado, tamaño, forma y / o ubicación relativa a todo el proyecto. Puede anexar

contenido teórico. Este nivel corresponde a los elementos básicos de construcción o ingeniería (Editeca, 2020).

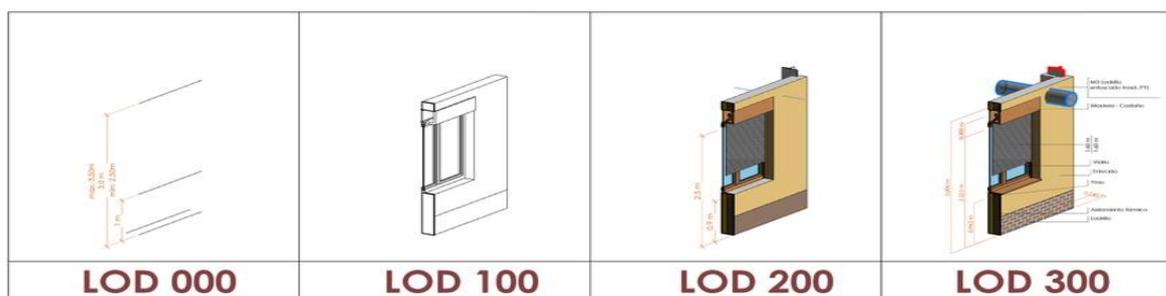
LOD 300.- Consiste en definir el nivel de elementos ilustrativos, detallando la cantidad, tamaño, forma y / o posición relativa a todo el proyecto. El nivel de desarrollo ha alcanzado el desarrollo del proyecto de implementación (Editeca, 2020).

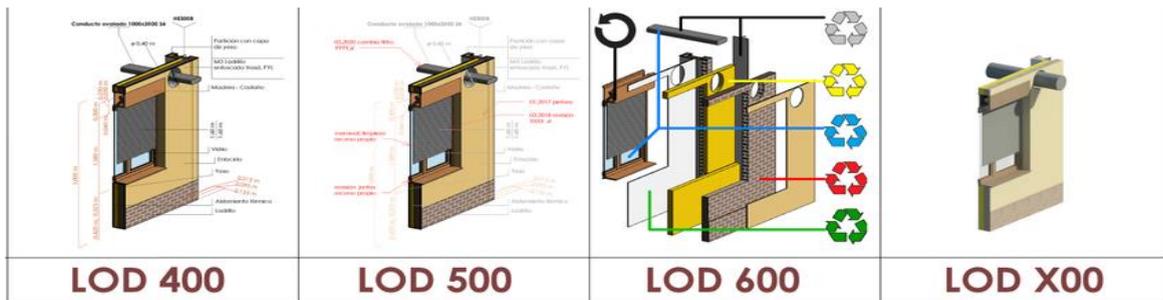
LOD 400.- Una vez que se realiza una definición geométrica detallada de un objeto, se agregará información detallada sobre su ubicación; pertenencia a un sistema de construcción específico, uso y montaje, incluyendo cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. Durante la ejecución de la obra, es posible que estemos en este nivel de desarrollo, donde habrá modificaciones o requisitos de definición del proyecto, como detalles arquitectónicos (Editeca, 2020).

LOD 500.- Este nivel de desarrollo suele ser coherente con el nivel "completado" del proceso de construcción terminado. Adjunta la información anterior. El estándar vigente será determinado por el bien y la normativa correspondiente (Editeca, 2020).

Gráfico 7.

Niveles de Desarrollo BIM





Elaborado por: Editeca.

4.1. Software donde se puede aplicar el BIM

Graphisoft ArchiCAD, desarrollado por la empresa húngara Graphisoft, es un software de modelado de información de construcción BIM, (Building Information Modeling) adecuado para sistemas operativos Macintosh y Windows. Permite a los usuarios diseñar elementos de forma paramétrica, y la base de datos contiene todo el ciclo de vida del edificio, desde el concepto hasta la construcción.

Gráfico 8.

Interfaz Archicad (1)

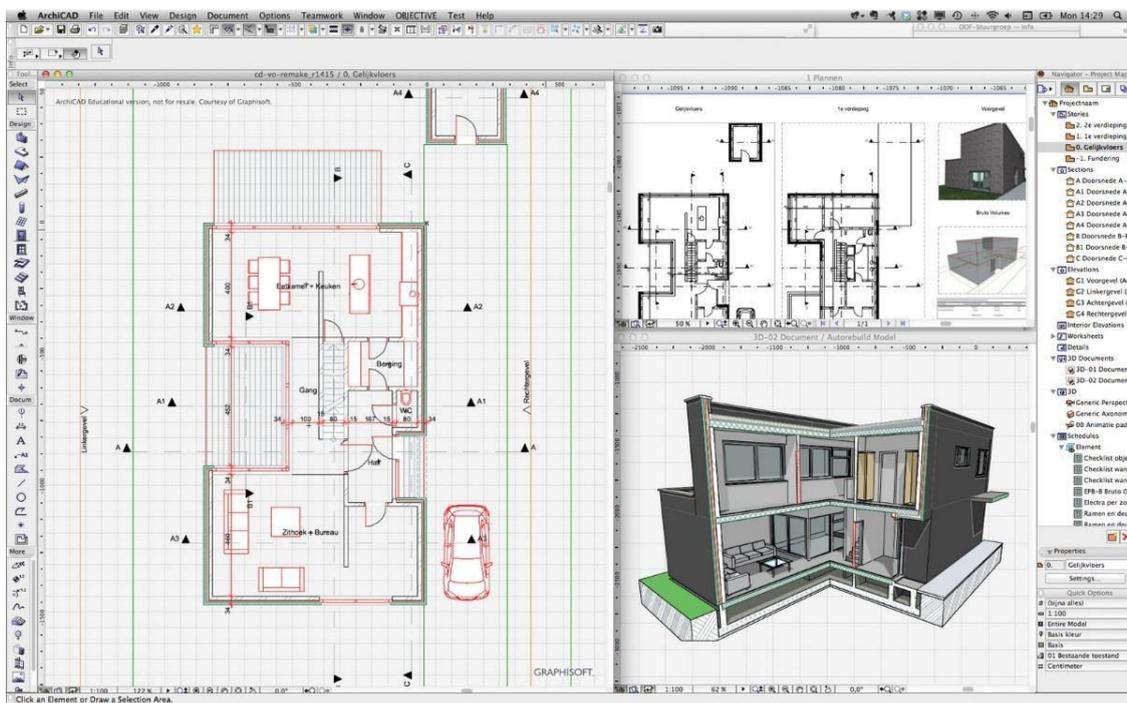


Elaborado por: Marlon Quevedo

El desarrollo de ArchiCAD tuvo su génesis en el año de 1982, inicialmente fue Macintosh, y luego se convirtió en un software popular. ArchiCAD es reconocido como el primer software CAD de computadora personal con tecnicidad en ilustraciones en 2D y 3D, ajustando a los usuarios procesar objetos paramétricos con datos importantes, generalmente llamados por los usuarios "smart objects"- siendo pionero en aplicar el término BIM (Building Information Modeling), cuyo concepto se basa en generar, no sólo dibujos 2D sino un modelo virtual completo del edificio, el cual conlleva o da una base de datos con información constructiva de todo tipo.

Gráfico 9.

Interfaz Archicad (2)



Elaborado por: Marlon Quevedo

4.2. Autodesk Revit

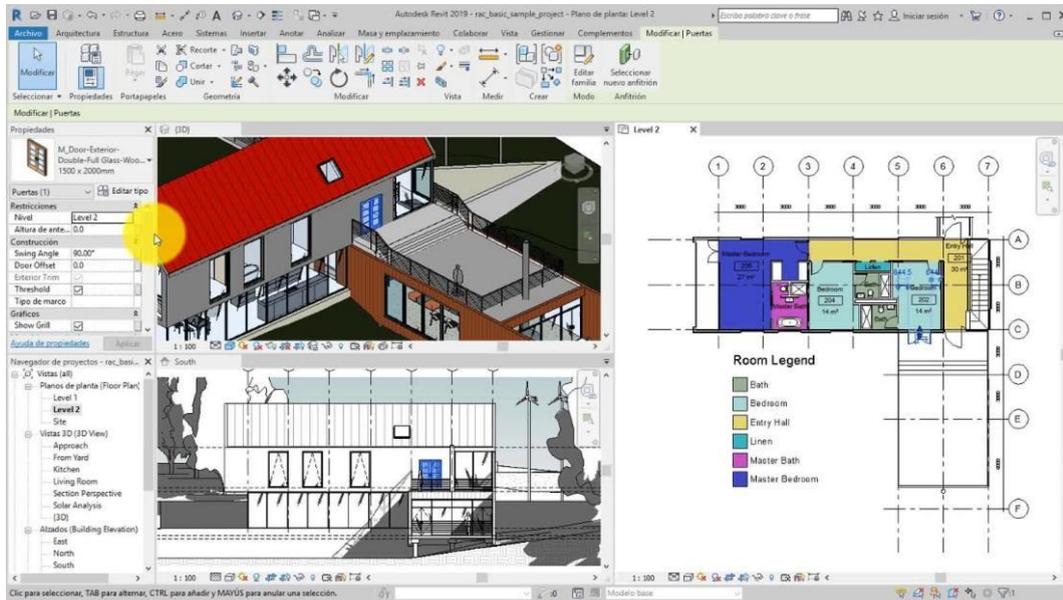
Autodesk Revit es un software de modelado de información de construcción BIM, para Microsoft Windows, actualmente ajustado por Autodesk. Es accesible en diseño de elementos de modelado y dibujo paramétrico. BIM es una hipótesis ilustrativa procesada por computadora que permite ilustraciones en 3D inteligente, basado en objetos. Por lo tanto, Revit proporciona una secuencia bidireccional completa. Un cambio significa que todas las ubicaciones se cambian inmediatamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas. El modelo BIM debe contener los niveles arquitectónicos, desde el concepto hasta la construcción. Esto se logra mediante la base de datos relacional de la arquitectura Revit subyacente, cuyos creadores lo denominan motor de cambio paramétrico.

Revit es una aplicación CAD BIM en el que participan diferentes disciplinas en el diseño arquitectónico y constructivo. Internamente, las principales disciplinas utilizadas por Revit son: arquitectura, estructura, mecánica, fontanería, eléctrica y coordinación; entre ellas, las subdisciplinas se pueden subdividir según las necesidades de los usuarios. Las instituciones que acogen el producto pueden verificar sus flujos de trabajo con la finalidad de determinar cómo deben usar la herramienta (Universidad Católica de Santa Fe, 2016)

Otro objetivo fundamental de Revit es el uso de las fases de implementación, que se utilizan para determinar el proceso de construcción o renovación de un proyecto. Cada etapa puede determinar el proceso de construcción del edificio, como el diseño y nivelación, los cimientos, la estructura, la colocación de la pared, la instalación y el acabado.

Gráfico 10.

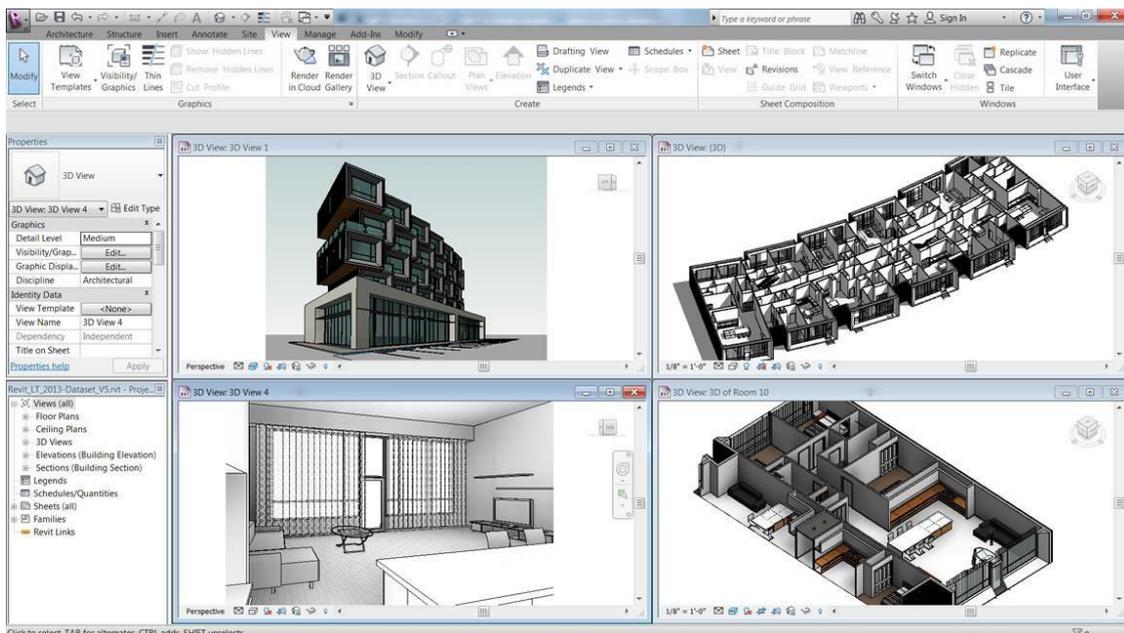
Interfaz Revit (1)



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 11.

Interfaz Revit (2)



Elaborado por: Marlon Quevedo

5. Materiales utilizados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Loja

Dentro de la ciudad de Loja a nivel urbano y rural, existen varios tipos de materiales que se utilizan para la construcción de las edificaciones, los cuales se clasifican por el uso y aporte que dan hacia las edificaciones. A continuación se presenta una descripción de los tipos y características de los materiales con más acogida en la ciudad.

5.1. Aglomerantes

Se denominan materiales aglomerantes a aquellos que se adhieren a otras materias a la par que endurecen, facilitando de este modo su unión entre sí o a materiales diferentes. Los aglomerantes adquieren esa cualidad de forma inherente o por medio de una reacción química. Tradicionalmente se han clasificado en cuatro grandes grupos:

- Aglomerantes aéreos, endurecen en contacto con el aire como es el caso del yeso o la cal.
- Aglomerantes hidráulicos, endurecen tanto en aire como en agua, es el caso del cemento o la cal hidráulica.
- Aglomerantes hidrocarbonatos, endurecen con frío o con la eliminación de disolventes, como los betunes.
- Aglomerantes químicos, endurecen como consecuencia de una reacción química, como las resinas y los pegamentos.

5.2. Pétreos

Los elementos pétreos son materiales inorgánicos, naturales o artificiales, derivados de la roca o tiene una calidad similar, y se utiliza normalmente en el campo de la construcción.

Son materiales duros y frágiles, por eso son flexibles a la depreciación del producto. Aunque se romperán sin deformarse si la tensión es lo suficientemente alta, son muy resistentes a la oxidación y corrosión; tienen baja resistencia a la tracción, generalmente son económicos (Villalba, 2015), los cuales son:

Rocas naturales: ejemplos, los granitos, mármoles y pizarras. Estos son materiales muy apreciados en la construcción, por ser muy resistentes a las condiciones medioambientales, pero presentan el inconveniente de ser muy frágiles y tener un coste alto.

Áridos: Estos materiales, de procedencia natural o artificial, se utilizan para la fabricación de morteros y hormigones. Se clasifican según el tamaño de los granos o partículas-Áridos finos: Arenas, de grano pequeño.

Áridos gruesos: Gravas. De grano grueso Se obtienen triturando rocas o piedras.

Vidrio: Es una sustancia que se obtiene a partir de la mezcla de los siguientes elementos

- Arena de cuarzo, rica en sílice (SiO_2) bien molida. Es el elemento principal.
- Cal. Es un estabilizante. Gracias a ella, el vidrio gana dureza y brillo.
- Carbonato cálcico. Actúa como fundente, bajando el punto de fusión.
- Otros componentes como colorantes.

5.3. Metálicos

La mayoría de los metales se encuentran en la naturaleza formando minerales. Su obtención resulta costosa y complicada, pero de mucho interés; debido a sus importantes cualidades técnicas. El proceso de extracción y transformación de los metales se llama metalurgia. Existe una gran variedad de materiales metálicos. Algunos se emplean en estado casi puro como: la plata, el oro o el platino. La mayoría de ellos, sin embargo; se

combinan entre sí o con otros elementos, formando aleaciones con las que se consigue ampliar y mejorar sus propiedades.

Los Metales se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Metales ferrosos: Son aquellos metales que contienen hierro como componente principal. Entre estos están: el hierro puro, el acero.
- Metales no ferrosos: Son aquellos metales que no contienen hierro o contienen muy poca cantidad de hierro. Hay muchos: El cobre, el aluminio, el bronce, el cinc, el plomo, etc.

Hay un tipo de metales no ferrosos que destacan por su valor económico, llamados metales nobles, los cuales son: oro, plata y platino.

5.4.Mampostería

Material estructural compuesto por bloques, ladrillo de barro u otras unidades de mampostería unidas con mortero. Los tipos de mampostería se clasifican en los siguientes:

Mampostería armada: Es una estructura conjunta con bloques perforados verticalmente, unidos con mortero, y reforzados con barras de acero y alambres en su interior. El mortero de aporte se puede colocar en todas las rejillas verticales, o solo en la rejilla donde se ubican las barras de acero (NEC, 2014).

Mampostería semi-reforzada: Es una estructura compuesta por bloques perforados verticalmente, unidos con mortero y reforzados con barras y alambres de acero (NEC, 2014).

Mampostería simple (no reforzada). Es una estructura compuesta por bloques de mampostería unidos por mortero y no cumple con la cantidad mínima de refuerzo establecida para mampostería parcialmente armada (NEC, 2014).

Mampostería de muro hermético: Es una estructura formada por bloques unidos por mortero, principalmente reforzada con elementos de hormigón armado o bloques especiales contruidos alrededor del muro; en los que se vacía el hormigón relleno para realizar la restricción sobre la mampostería. Cuando se utilizan estas piezas especiales, pueden considerarse como parte del revestimiento de elementos de hormigón armado.

6. Sistemas Constructivos empleados en las construcciones de la ciudad de Loja

Al igual que los materiales, los sistemas constructivos que se utilizan para la construcción son múltiples, ya que la ciudad de Loja ha pasado por un proceso de evolución y adaptación de las técnicas y sistemas constructivos; los cuales se pueden evidenciar dentro y fuera del perímetro urbano de la ciudad.

En la ciudad de Loja, el sistema constructivo más utilizado es el Hormigón Armado; pero en los últimos años se ha venido implementando los nuevos sistemas y la reutilización de los antiguos; generando así una inquietud y expectativa en la población, en los profesionales; tanto públicos como privados, quienes promueven el uso de estos diferentes sistemas.

6.1.El Hormigón como método constructivo

El hormigón según Open Course Ware, (2002) citado por (Cedeño, 2015) explica:

Es una mezcla homogénea de áridos finos, gruesos con un aglomerante como el cemento y agua en las debidas proporciones, para que fragüe y endurezca. Conformado por un esqueleto de vigas, columnas y losas, mismos que sostienen los edificios; soportando las diferentes cargas que están conectadas rígidamente entre sí por nudos que le dan la solidez y durabilidad que lo caracteriza.

Así Cedeño (2015) considera que se puede evidenciar como gran ventaja el que permite resolver modificaciones que se requieran en el interior de una vivienda. El empleo de este método es predominante en las viviendas de interés social del Ecuador.

La estructura al igual que la cimentación, se conforma por procesos que requieren mano de obra cuantiosa y con actividades que se hacen en su totalidad en el lugar de la construcción. Esto hace que los tiempos de construcción sean largos y que se generen muchos desperdicios en obra, generando pérdidas de recursos y contaminación al ambiente.

6.2.El Acero como método constructivo

“El acero es un material que posee alta resistencia a compresión como a tracción, por lo que no necesita de otro tipo de material para trabajar.” (Rojas & Arenas, 2008), y como lo menciona Trujillo (2004) la estructura metálica es un sistema que ofrece características de resistencia, en donde permite resolver plantas más libres y con mayores alturas; en el cual, se puede solucionar alternativas de construcción livianas y con una mayor velocidad de construcción generadas por la prefabricación, lo cual minoriza el tiempo de construcción y facilita la ampliación tanto vertical como horizontal.

Tal como lo dice Rojas & Arenas (2008) la construcción liviana supera a la construcción tradicional (hormigón), enfocándose en el acero en cuanto a la resistencia frente a sismos, como en la rapidez de construcción. Recapitulando una ventaja destacable del acero, es la limpieza en obra que se logra tener. Además de la posibilidad de reciclaje del material, una vez que haya terminado su ciclo de vida útil. Al lograr esto, el acero genera menor impacto ambiental.

Si bien es cierto y como lo indica ITEA (1999) en la mayoría de los casos, la rapidez de ejecución, se traduce a una notable economía, al igual que un menor costo en la cimentación; sobre todo en terrenos de mala calidad.

6.3.La Madera como sistema constructivo

La madera estructural soporta ciertos tipos de tensiones en la edificación, es decir; constituye el segmento resistente de ciertos componentes como: paredes, muros, pies derechos, pilares, vigas, pisos, techos, etc. La estructura debe considerarse como un sistema, desde la preparación hasta la edificación; con cada parte y cada tarea como parte integral del todo. Los estándares del diseño arquitectónicos, deben tener en cuenta la particularidad de los materiales y garantizar la estabilidad; seguridad y durabilidad de la estructura de madera. Las reglas establecidas no tienen un diseño restringido y sus estándares son para asegurar su buen comportamiento (Lazo, 2017).

En el diseño de madera estructural se deben considerar las características de la fuente orgánica del material: variabilidad natural y defectos, higroscopicidad y su influencia en la estabilidad dimensional, inflamabilidad y ataque biológico (hongos, insectos ...) y el riesgo químico. (Agentes atmosféricos, etc.). Los diseñadores deben tomar en cuenta las propiedades de los materiales en términos de resistencia y rigidez en sus diseños (Lazo, 2017).

7. Políticas de vivienda en el Ecuador y en la ciudad de Loja

Las políticas de vivienda en el Ecuador a lo largo de los años, siempre han estado de la mano del Estado. Como ya se sabe, el problema habitacional desde hace muchos años atrás; ha sobrepasado la capacidad de respuesta de las autoridades, aun conociendo que este tema ha sido utilizado para múltiples campañas electorales; lo que ha causado que los habitantes, tomen como opción los múltiples asentamientos informales de vivienda alrededor del país.

La vivienda informal constituye uno de los problemas sociales más complejos de solucionar. En un país que tiene más de 17 millones de habitantes, con un aproximado de 3 millones de hogares, existe un alarmante déficit habitacional de alrededor de un millón doscientas cuarenta y cinco mil viviendas y una demanda anual de más de 54.000 viviendas, para nuevos hogares según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda - MIDUVI. (Acosta, 2009)

7.1.El Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida

De acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador (2017), refiere en su art. 280; parafraseando señala: que el plan es una herramienta en la que se sustentan las políticas, planes y proyectos públicos; la planificación y ejecución del presupuesto nacional. La inversión y asignación de recursos públicos y la articulación del poder exclusivo entre el Estado Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, su cumplimiento es obligatorio; para el sector público e indicativo para otros sectores.

Este plan enfoca a un Ecuador en donde todos tengamos una vivienda digna, especialmente los pobres; dentro de un país productivo, en el que todos tengamos un

empleo digno y el desarrollo rural sea una prioridad; las políticas de Estado para el acceso a créditos inclusivos se masificarían, garantizando el acceso a una vivienda digna. El déficit cuantitativo se reduciría, al igual que el hacinamiento; tanto a nivel urbano como rural.

Se busca actuar de manera efectiva en el mejoramiento de la prestación de servicios vinculados a la reproducción social y a la satisfacción de necesidades básicas en materia de hábitat y vivienda, reduciendo las inequidades entre zonas urbanas y rurales que la construcción, operación y mantenimiento de la inversión pública en particular; el sistema vial, la vivienda de interés social y el equipamiento social; debe tener pertinencia territorial, tanto en términos ambientales como culturales; propiciando el desarrollo endógeno a escala local. La equidad se construye con territorios seguros y resilientes, tanto en términos de convivencia ciudadana como reducción de vulnerabilidades, gestión de riesgos y adaptación al cambio climático.

En el Objetivo 1, como una de las bases para garantizar que todas las personas disfruten de las mismas oportunidades y una vida digna; es considerar ciudades y zonas rurales sostenibles, justas, seguras, adaptables y ambientalmente saludables; hábitats naturales y artificiales, y apoyar el desarrollo urbano; el acceso a la vivienda, promover un pensamiento de responsabilidad intergeneracional; para la gestión responsable y sostenible del agua, el suelo, el aire y el espacio público (Constitución de la República del Ecuador, 2017).

Como se requiere una acción clara para hacer de la vivienda una parte que permita un desarrollo completo, el desafío se ha expandido. Este es el derecho a una vivienda digna, adecuada y segura y que conecta los dos sistemas de infraestructura (agua potable y saneamiento adecuado; electricidad de la red pública, manejo integral de residuos,

condiciones materiales adecuadas, espacio adecuado en un área segura, con sexo accesible), y sistemas intangibles como la cultura y la comunidad (Rodríguez, 2018).

En las intervenciones emblemáticas para el eje 1 del plan toda una vida, se encuentra el literal “Casa para todos” que garantiza el derecho a un hábitat seguro, saludable y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de la situación social y económica. Esta intervención, busca mejorar las condiciones de vida de las familias en situación de extrema pobreza y vulnerabilidad. La garantía integral de este derecho se logrará con la implementación de acciones coordinadas y articuladas entre: la Secretaría Técnica del Plan Toda una Vida, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, la Empresa Pública Casa Para Todos, BanEcuador, el Banco de Desarrollo del Ecuador y el Consejo Sectorial Social.

7.2.PDOT cantón Loja POU

La actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014 – 2022, también hace referencia al tema de vivienda específicamente en el cantón Loja; indicando las estrategias que se utilizaron para el análisis y proyección de la vivienda.

La empresa Pública Municipal de la Vivienda, VIVEM – EP, ha creado programas habitacionales de interés social como: viviendas unifamiliares 1 piso; viviendas unifamiliares de 2 pisos y departamentos.

Tabla 21.

Soluciones de vivienda en el área urbana.

Nº	Proyecto habitacional	Parroquia	Nº de Unidades Habitacionales	Población beneficiada
1	Ciudad Victoria	Sucre	858	4290
2	Lote Bonito	Sucre	248	1240
3	Ciudad Alegría - punzara	Punzara	966	4830
EN PROCESO DE CONSTRUCCION				
4	Ciudadela la Cascarilla	Sucre	748	3740
EN PROYECCION				
5	Bellavista	Carigan	1200	6000

Fuente: VIVEM-EP. 2014

Elaboracion: PDYOT 2014

Tabla 22.

Nº	Proyecto habitacional	Parroquia	Nº de Unidades habitacionales	Población beneficiada
1	Parroquia Rural Santiago	Santiago	24	120
2	Urbanización Pueblo Viejo	San Lucas	10	50

Soluciones de vivienda en el área rural

Fuente: VIVEM-EP. 2014

Elaboracion: PDYOT 2014

Entre los desafíos relevantes que afrontan los sectores estatales e independientes, es brindar un hábitat donde se pueda desarrollar calidad de vida. Por lo tanto, el concepto de vivienda no debe coartar al espacio físico interno; sino también como asentamiento humano. Los elementos básicos de la planificación y el desarrollo integral, según el Censo de Población y Vivienda 2010; Loja cuenta con 71.111 viviendas, de las cuales el 27,00% se ubican en zonas rurales y el 73,00%, se concentran en zonas urbanas. Del total de viviendas existentes, 70.961 son viviendas particulares y las 150 restantes son viviendas colectivas (Municipio de Loja, 2014).

Tabla 23.

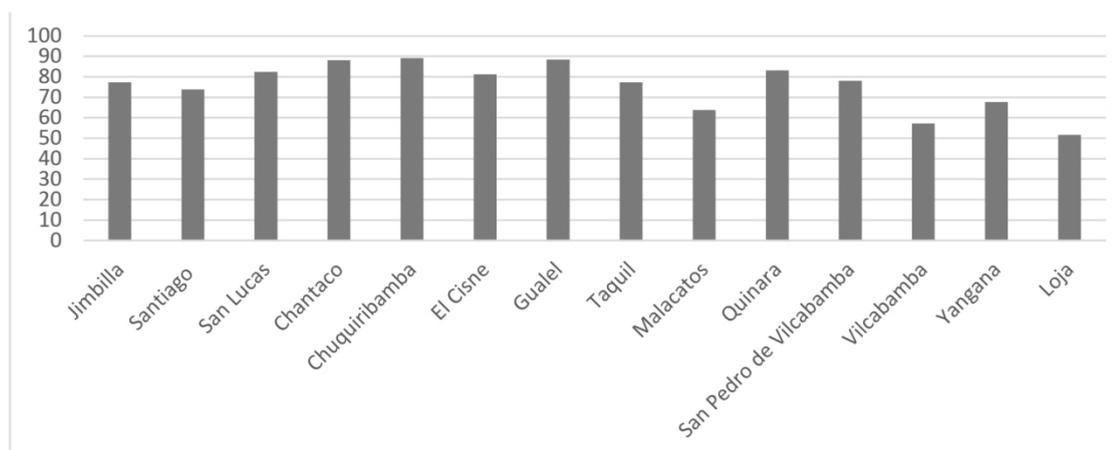
Tenencia de la vivienda por hogares.

ZONAS	PARROQUIA	TOTAL N. VIVIENDAS PARTICULARES	TOTAL NRO. HOGARES	NRO. DE HOGARES CUYA VIVIENDA ES PROPIA	% DE HOGARES CON VIV. PROPIA	% DE HOGARES CARENTES DE VIV. PROPIA
ZONA 1	Jimbilla	565	300	232	77,33	22,67
	Santiago	772	383	283	73,89	26,11
	San Lucas	1971	1106	912	82,46	17,54
TOTAL ZONA 1		3308	1789	1427	79,77	20,23
ZONA 2	Chantaco	693	360	317	88,06	11,94
	Chuquiribamba	1388	783	698	89,14	10,86
	El Cisne	1018	522	424	81,23	18,77
	Gualel	1015	654	578	88,38	11,62
	Taquil	1389	926	716	77,32	22,68
TOTAL ZONA 2		5503	3245	2733	84,22	15,78
ZONA 3	Malacatos	3285	1873	1195	63,8	36,2
	Quinara	508	355	295	83,1	16,9
	San Pedro de Vilcabamba	630	377	294	77,98	22,02
	Vilcabamba	1842	1296	742	57,25	42,75
	Yangana	610	396	268	67,68	32,32
TOTAL ZONA 3		6875	4297	2794	65,02	34,98
ZONA 4	Loja	55093	47361	24455	51,64	48,36
TOTAL ZONA 4		55093	47361	24455	51,64	48,36
TOTAL CANTON		70779	56692	31409	55,4	44,6

Fuente: VIVEM-EP. 2014

Elaboracion: PDYOT 2014

Gráfico 12.



Hogares con vivienda propia

Fuente: VIVEM-EP. 2014

Elaboracion: PDYOT 2014

Con el análisis de cuadro de tenencia de vivienda desarrollado en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Loja, 2012), y de sus representaciones gráficas, se puede obtener las siguientes conclusiones:

- La cantidad de viviendas particulares en el sector rural y urbano es mayor que el número de casas existentes. Esto determina nuevamente que el problema no es la relación entre el número de casas y el número de residentes, sino la oportunidad para obtener vivienda para las familias; siendo el principal problema el aumento de los precios de la oferta.
- Las viviendas en las parroquias rurales son superiores, debido a que hay más viviendas desocupadas; lo que no ocurre en las capitales de estado, donde la proporción es superior al 86%. La proporción de hogares con vivienda propia en parroquias rurales supera el 69,2%, excepto Malacatos 63,80%, Vilcabamba 57,25% y Yangana 67,68%. Se puede entender que Malacatos y Vilcabamba son dos. El mayor número de parroquias rurales crecieron debido a sus atractivos turísticos. En la capital del estado de Loja, esta proporción es aún menor, del 51,64%, lo que vuelve a incidir en la migración rural-urbana, donde solo cinco de cada diez hogares tienen vivienda propia.

Tabla 24.

Tipología Funcional

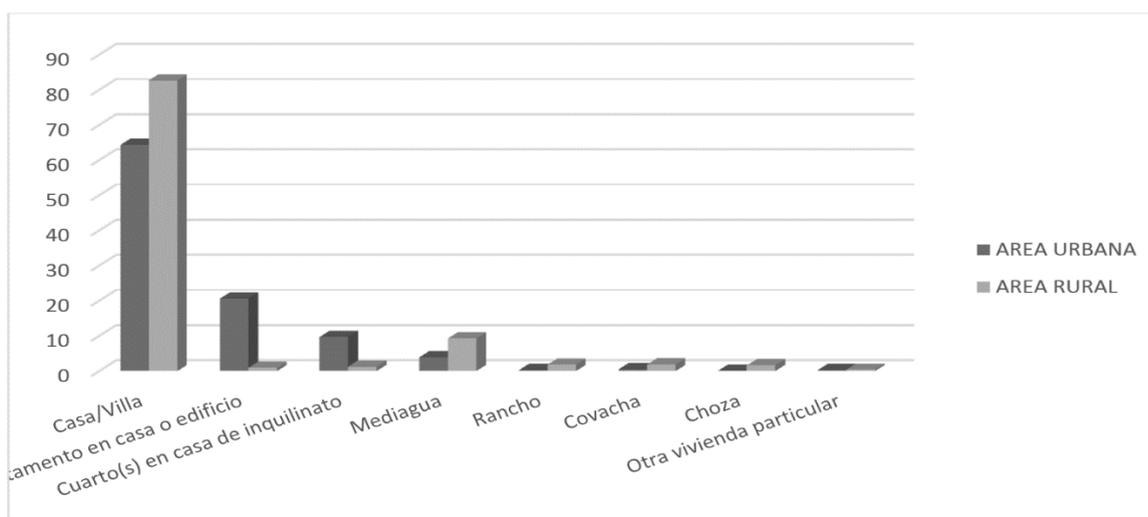
TIPO DE VIVIENDA	AREA URBANA	%	AREA RURAL	%	Total
Casa/Villa	33336	64,36	15852	82,72	49188
Departamento en casa o edificio	10709	20,67	181	0,94	10890
Cuarto(s) en casa de inquilinato	5034	9,72	244	1,27	5278
Mediagua	2039	3,93	1779	9,28	3818
Rancho	155	0,30	352	1,83	507
Covacha	278	0,53	364	1,89	642
Choza	78	0,15	312	1,63	390
Otra vivienda particular	170	0,34	78	0,44	248
TOTAL	51799	100,00	19162	100,00	70961

Fuente: INEC 2010

Elaboración: PDOT-LOJA, 2014

Gráfico 13.

Porcentaje de tipo de vivienda.



Fuente: INEC 2010

Elaboración: PDOT-LOJA, 2014

Según la tabla de tipos de vivienda funcional, se encuentra que la vivienda residencial o tipo chalet es dominante; tanto en áreas urbanas como rurales, mientras que el tipo de sector es considerable en áreas urbanas, con un 20,67%, mientras que en áreas rurales es menor que 1,00%, en lugar de la clase media residencial representa el 9,28% de todas las residencias privadas. El tipo de vivienda refleja la calidad de vida de las personas, porque la presencia de pastos, chozas y chozas en las viviendas rurales es más importante que en las áreas urbanas; pero solo un porcentaje muy bajo del 5.35% se ajusta de acuerdo a la realidad económica de las familias de bajos ingresos. Desde esta perspectiva, el 2,16% de las residencias privadas en cantón a chozas, de las cuales el 33,20% están ubicadas en áreas urbanas y el 66,80% están ubicadas en áreas rurales.

Tabla 25.

Tipología constructiva

DESCRIPCION	MATERIALES	AREA URBANA		AREA RURAL	
		N. DE VIVIENDAS	%	N. DE VIVIENDAS	%
PAREDES	HORMIGÓN	5626	13,02	200	1,73
	LADRILLO O BLOQUE	31526	72,99	3635	31,49
	ADOBE O TAPIA	3910	9,05	6658	57,68
	MADERA	1900	4,41	738	6,39
	CAÑA REVESTIDA	166	0,39	272	2,36
	CAÑA SIN REVESTIR	20	0,05	7	0,06
	OTRO	39	0,09	32	0,28
	TOTAL	43187	100,00	11542	100,00
CUBIERTA	LOSA DE HoAo	23503	54,42	1162	10,07
	ASBESTO O SIMILAR	5971	13,83	1214	10,52
	ZINC	5578	12,92	1290	11,18
	TEJA	8058	18,66	7813	67,69
	PAJA O SIMILAR	24	0,06	48	0,42
	OTRO	53	0,12	15	0,13
TOTAL	43187	100,00	11542	100,00	
PISO	DUELA, PARQUET, TAB.	13986	32,38	453	3,92
	TABLA SIN TRATAR	4763	11,03	3344	28,97
	CERAMICA, BALDOAS, VINIL	15552	36,01	953	8,26
	LADRILLO O CEMENTO	7237	16,76	3861	33,45
	CAÑA	4	0,01	1	0,01
	TIERRA	1393	3,23	2887	25,01
	OTRO	252	0,58	43	0,37
TOTAL	43187	100,00	11542	100,00	

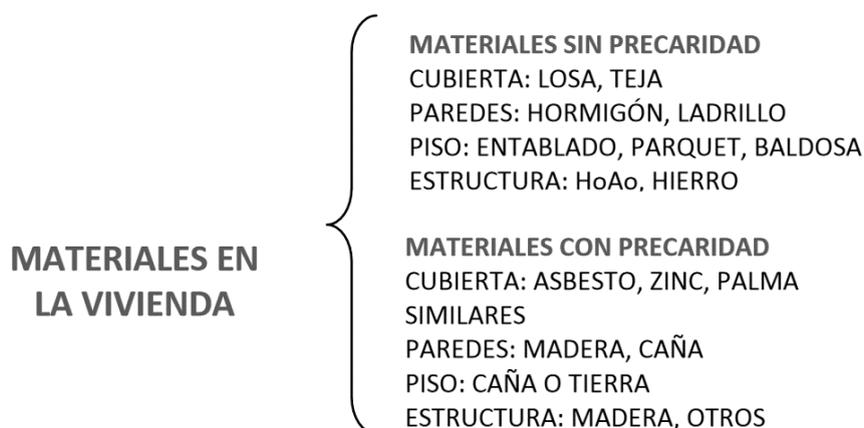
Fuente: INEC 2010

Elaboración: PDOT-LOJA, 2014

Por otra parte, de acuerdo en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014), se muestra la tabla de los principales materiales utilizados en la construcción de viviendas. En las zonas urbanas, es necesario emplear paredes de ladrillo o muros de bloque como pilar. En el techo es principalmente de losas de hormigón armado, y se utiliza cerámica o materiales similares y personales 68,39%. Las zonas rurales están dominadas por muros de adobe o ladrillo, con la mayor proporción de tejas; pisos de ladrillo o cemento con el 33,45%, losas sin tratar con el 28,97% y el suelo con el 25,01%. Como se mencionó anteriormente, la vivienda refleja la situación económica de una sociedad. El método de vivienda inestable se considera con base en los materiales que constituyen sus elementos, según la clasificación establecida por el INEC.

Gráfico 14.

Clasificación de materiales en la vivienda con precariedad



Fuente: (INEC, 2010)

Elaboración: PDOT-LOJA, 2014

8. Base legal y normativas aplicadas en la construcción de viviendas

8.1. Constitución de la República del Ecuador

Dentro de la Constitución en la sección sexta sobre el Hábitat y Vivienda, en el Art. 30 se refiere a que independientemente de las condiciones sociales y económicas, las personas tienen derecho a obtener un hábitat seguro y saludable; así como una vivienda adecuada y digna. Se menciona que desde los ancianos hasta los jóvenes se garantiza una vida digna, opinión y consentimiento (Asamblea Constituyente, 2018).

En la tercera parte del movimiento humano, el artículo 42 de la Constitución; se prohíbe todo movimiento arbitrario. Las personas desplazadas tendrán derecho a la protección de las autoridades y a la asistencia humanitaria de emergencia, para garantizar que tengan acceso a alimentos, refugio, vivienda y servicios médicos. y servicios de salud.

Sección VI Personas con discapacidad. En el artículo 47, la vivienda puede ser básica, con instalaciones en condiciones necesarias; para atender su discapacidad y asegurar que disfruten del más alto grado de autonomía en su vida diaria".

Capítulo VI. El derecho a la libertad Artículo 66, se concede y garantiza el derecho de las personas a vivir con dignidad; para asegurar la salud, la alimentación y la nutrición, el agua potable, la vivienda, el saneamiento ambiental, la educación, el trabajo, el empleo, el descanso y el esparcimiento, los deportes, el vestido, seguridad y otros servicios indispensables.

En el artículo 375, los gobiernos estatales garantizarán el derecho a la residencia y el derecho a una vivienda digna. Para ello proporcionará la información fundamental, para diseñar estrategias y planes de comprensión de la vivienda, los servicios, el espacio

público y el transporte sobre suelo urbano, equipamiento y gestión; con base en los principios de universalidad, equidad e interculturalidad; formulará, implementará y evaluará políticas, planes y programas relacionados con el hábitat y el acceso universal a la vivienda, con enfoque en la gestión de riesgos.

Formular planes y programas de costes de casas, para personas de bajos ingresos y mujeres jefas de hogar a través de los bancos públicos y las instituciones financieras públicas. El estado jugará un papel de liderazgo en la planificación, supervisión, control, financiamiento y desarrollo; políticas de hábitat y vivienda.

En el Artículo 376, para la realización de los derechos a la vivienda, los derechos al hábitat y los derechos de protección ambiental; los municipios podrán requisar, reservar y controlar áreas para desarrollos futuros de conformidad con la ley. Está prohibido obtener beneficios de la especulación en el uso de la tierra, especialmente el cambiar de público a privado.

8.2.Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y su reglamento de aplicación

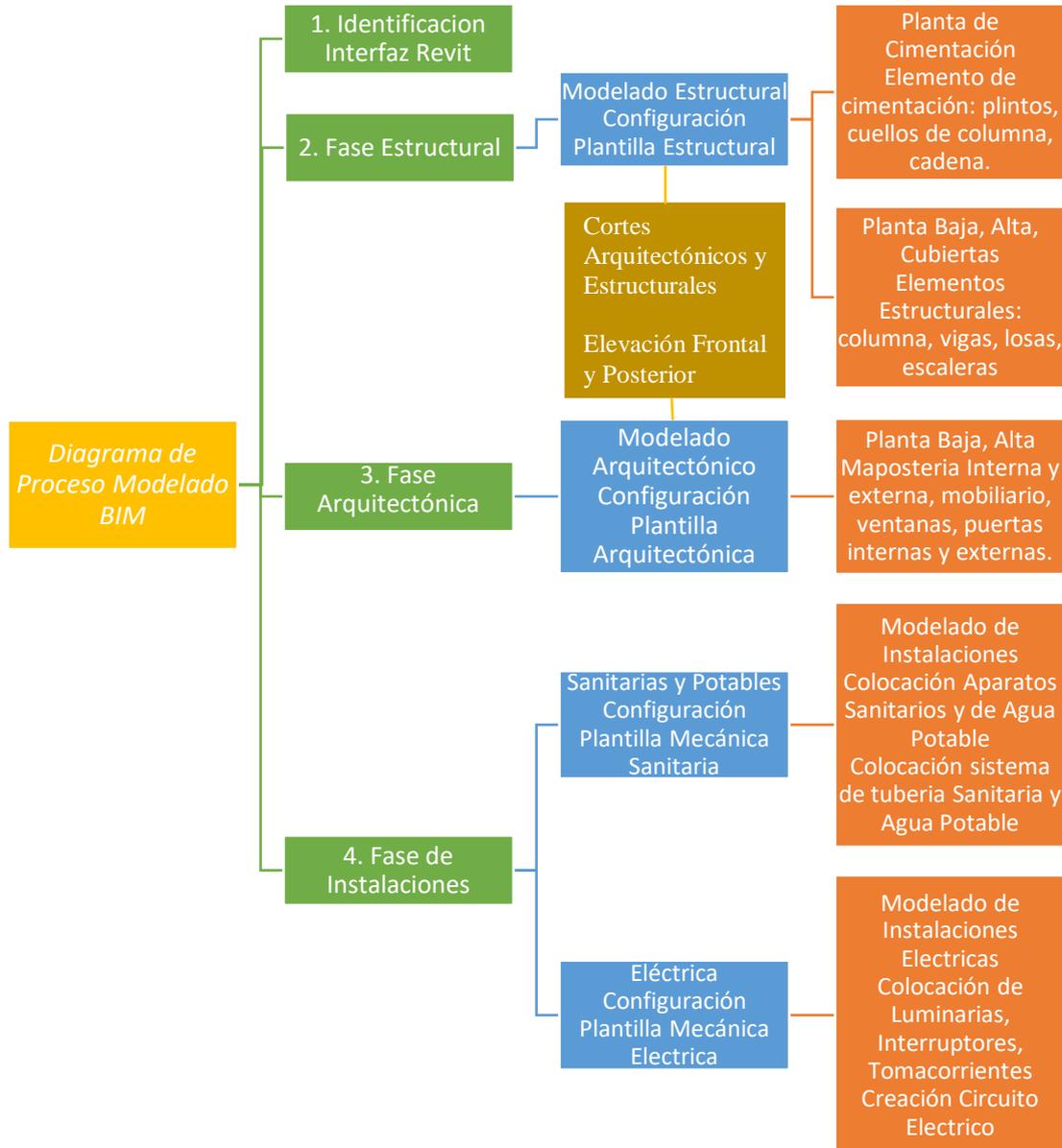
La ley establece que el sistema nacional de adquisiciones públicas, determina los principios y normas para la adquisición o arrendamiento de bienes, ejecución de proyectos y prestación de servicios (incluidos los servicios de consultoría); realizados por las agencias afiliadas con funciones nacionales. (Legislativa, Ejecutiva y Judicial.), Los Organismos Electorales, Los Organismos de Control y Regulación, Las entidades que integran el régimen Seccional Autónomo (Municipios), Los Organismos y entidades creados por la constitución o la Ley para el ejercicio de la potestad estatal (Asamblea Constituyente, 2018).

De acuerdo a la Asamblea Constitucional (2018), es necesario establecer un sistema de contratación pública que esclarezca y coordine todas las instancias, agencias e instituciones en la planificación, presupuestación, control, gestión y ejecución de las obras públicas realizadas con recursos públicos, y a su vez promuevan la producción nacional. Según la Ley Orgánica del Sistema de Nacional de Contratación Pública (20058), los recursos nacionales destinados a la contratación pública; promoverán la redistribución del empleo, la industria, las asociaciones y la riqueza. Es necesario utilizar diferentes mecanismos técnicos, para socializar los requerimientos de los contratistas y permitir la participación de la sociedad, personas naturales y jurídicas en trámites contractuales emprendidos por el Ecuador; estableciendo cláusulas anticorrupción; con la finalidad de desincentivar y reducir la comisión de malas prácticas, dando un valor referencial de la contratación pública. Se busca con eso, transparencia en los costos de los contratos que realiza el Estado; fomentando la estandarización de los procesos de contratación, para hacerlos más ágiles; mejorando los filtros de acceso a Catálogos Electrónicos, de acuerdo al marco con empresas que deben mostrar solidez y experiencia; buscando así, que el reglamento de la nueva Ley de Contrataciones, sea ágil; transparente y eficiente.

CAPÍTULO 2: MODELADO BIM DE PROYECTO DE VIVIENDA “CIUDAD VICTORIA” VIVEM LOJA

Gráfico 155.

Diagrama de Proceso Modelado BIM

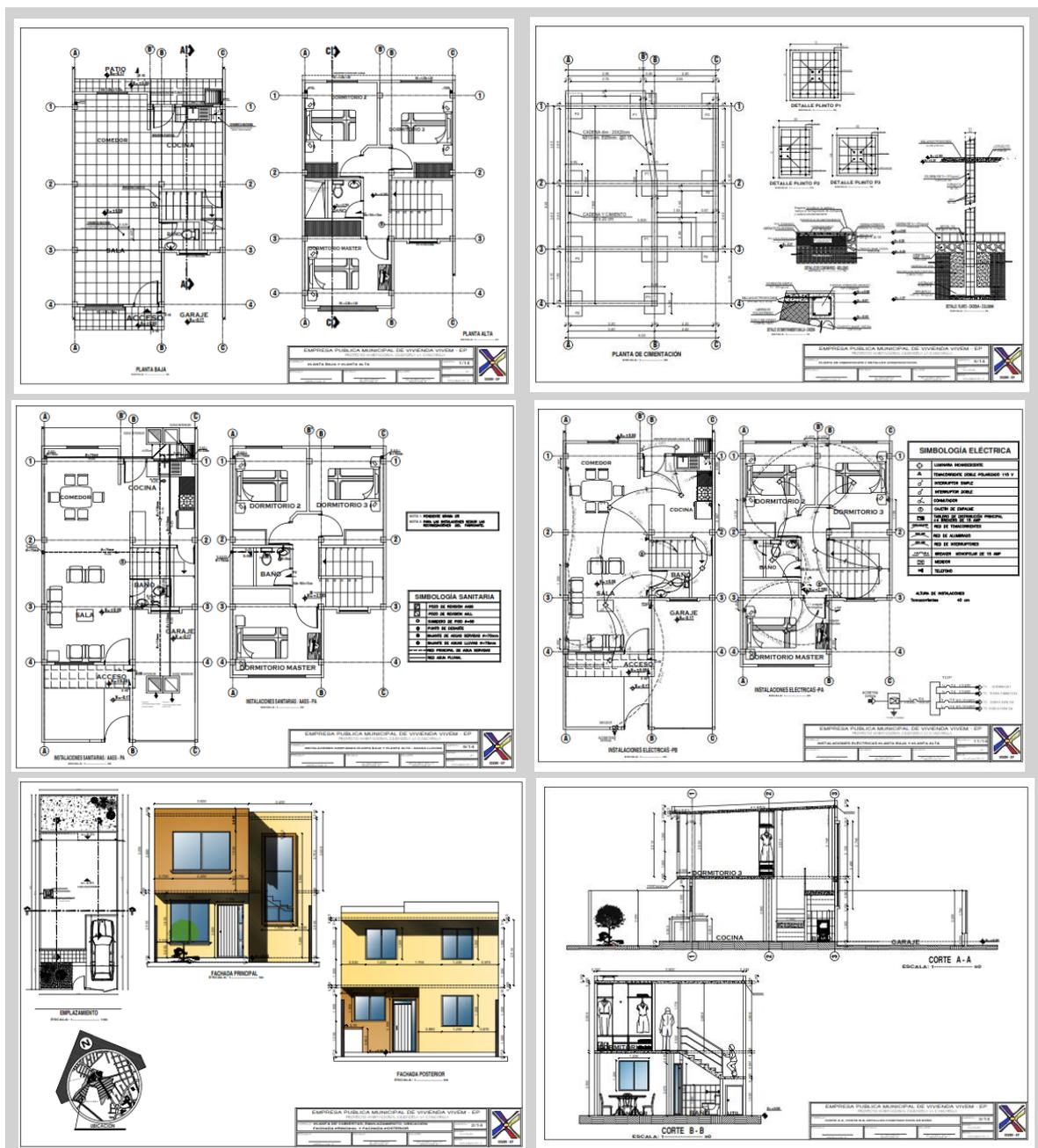


Elaborado por: Marlon Quevedo

Para la elaboración del modelado, se utiliza la documentación entregada por la empresa VIVEM – Loja; en donde constan todos los planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitaria, agua potable y eléctrica de la vivienda “Ciudad Victoria”, que permitirán desarrollar a detalle el modelado de la información.

Gráfico 166.

Documentación Caso de Estudio.



Elaborado por: Marlon Quevedo

Revit es un software basado en la tecnología BIM que permite transformar las ideas, desde lo conceptual hasta su culminación de una manera coordinada y homogénea. Revit permite diseñar un proyecto, partiendo de un modelo tridimensional, y al mismo tiempo; generar planos bidimensionales, para la documentación del proyecto; recopilando todos los datos y la información relacionada con los elementos constructivos.

Revit permite gestionar las diferentes fases de un proyecto de construcción, el diseño arquitectónico; estructural y diseño de Instalaciones, junto a los programas de esta serie (Autodesk Revit Structure, Autodesk Revit MEP); proporcionando herramientas que facilitan la interacción entre las diferentes fases del proyecto, brindando una total compatibilidad al momento de trabajar. De esta manera, detecta de forma automática; cualquier tipo de interferencia entre los elementos de las distintas fases del diseño.

La compatibilidad de Revit con los programas, es una de sus principales propiedades; ya que permite importar o exportar archivos desde y hacia diferentes programas, como Autocad, 3ds Max, Dynamo. Es ideal para crear en muy corto tiempo, una documentación de anteproyecto para su presentación y posterior a ello; poder desarrollar la información técnica y detallada, para convertir un proyecto hasta su fase final.

Interfaz del Usuario

A primera instancia, para desarrollar un proyecto dentro del programa; se va a encontrar con la ventana de inicio de Revit. En ella se visualizará diferentes ambientes que identificamos con colores y números en la imagen a continuación, en donde dependiendo de la fase en la que se quiera trabajar; se escogerá un tipo de plantilla.

Gráfico 17.

Ventana de Inicio de Revit, selección de plantillas.



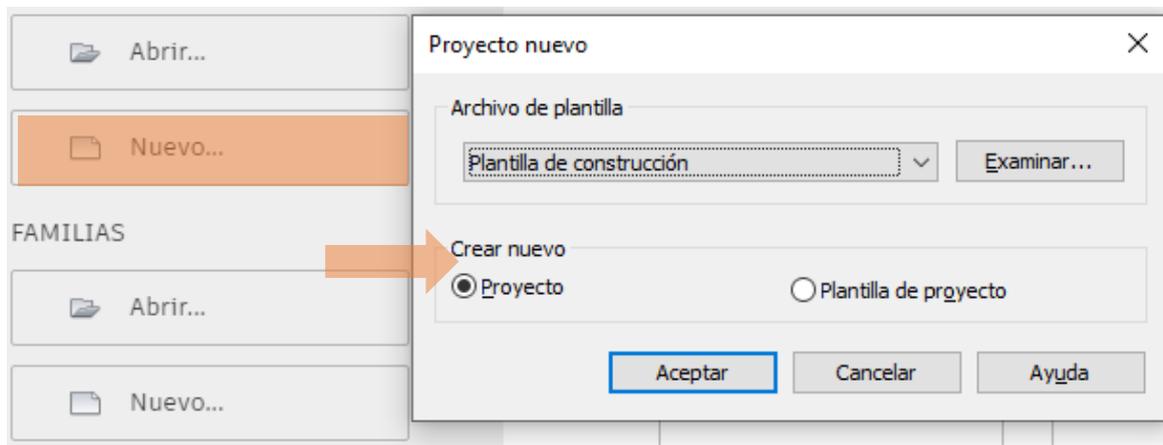
Elaborado por: Marlon Quevedo

1. Ambiente de Proyectos: Se ordena de forma categórica, todos los elementos que componen el proyecto; en donde se generan todos los planos y vistas, tanto bidimensionales como tridimensional del proyecto.
2. Ambiente de Familias: Está formado por elementos que comparten características similares y que se inserta en el proyecto para generar el diseño. Allí se puede encontrar familias de puertas, ventanas, mobiliario, etc. También se posee la opción de generar elementos propios que servirán como modelo para nuevos diseños.
3. Archivos Recientes: Se encuentran los archivos y proyectos que se ha trabajado recientemente y se puede acceder a ellos con un solo click.
4. Ambiente de Recursos: Se encuentran herramientas de ayuda en línea, como tutoriales, comunidad de usuarios y acceso a las páginas de aplicaciones y plugins de Revit.

Al hacer click en el botón New del ambiente de Proyectos, el programa pedirá que se seleccione una plantilla de trabajo; que puede ser arquitectónica o de construcción.

Gráfico 18.

Selección plantilla de trabajo.

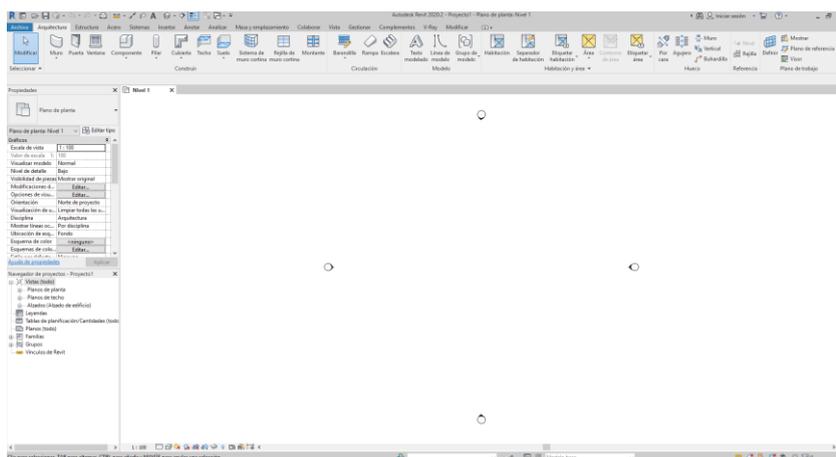


Elaborado por: Marlon Quevedo

Dependiendo de la plantilla que vayamos a utilizar, se presentará una siguiente interfaz.

Gráfico 19.

Interfaz de Revit



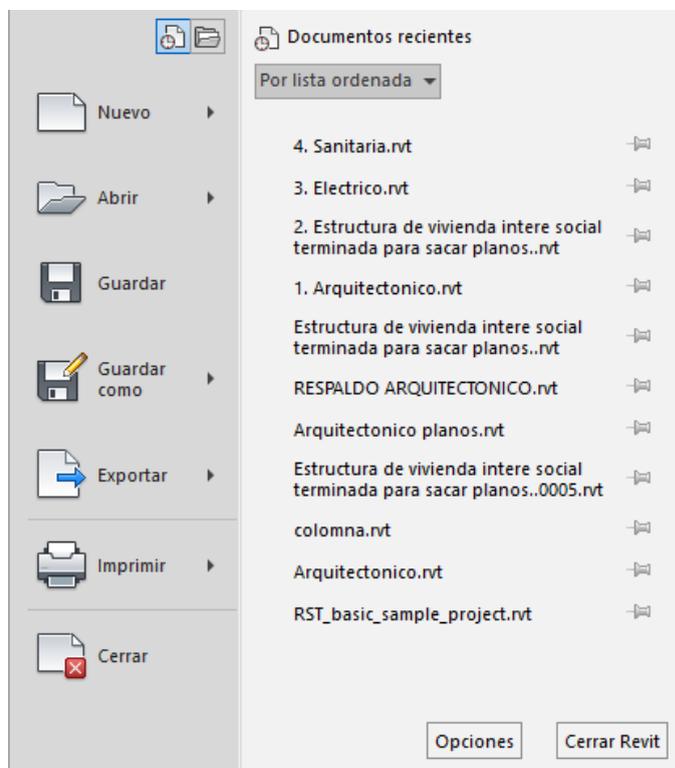
Elaborado por: Marlon Quevedo

En esta interfaz, se encuentra una serie de botones, barras y paletas de trabajo. A continuación se describirá cada una de ellas.

Empezando con el menú de la aplicación, es el símbolo azul de Revit que se encuentra en la esquina superior izquierda de la pantalla. En este menú están las herramientas principales de cualquier programa de computador. Entre ellas: crear archivos nuevos, abrir archivos existentes, guardar, exportar, imprimir, etc. En la parte inferior está el menú de options, para personalizar la interaz y las opciones del usuario; finalizando con el botón Cerrar, para salir de la aplicación.

Gráfico 20.

Ventana de Archivo Revit



Elaborado por: Marlon Quevedo

En la barra de acceso rápido, se halla del lado izquierdo; las herramientas para abrir y guardar; deshacer y rehacer acciones ejecutadas. En el centro están las herramientas de consulta, medición y acotado, representadas por la regla y las cotas de división y la

herramienta de texto. Hacia la derecha consta la herramienta de navegador, entre las vistas abiertas del proyecto o cerrar las vistas que se encuentran en segundo plano.

Gráfico 21.

Barra de Acceso Rápido Revit



Elaborado por: Marlon Quevedo

La barra de infocenter, se la encuentra a la derecha de la barra de acceso rápido, sirve como menú de ayuda en línea, en donde también haciendo click en el botón Iniciar sesión; se puede acceder a la cuenta de Autodesk360 y obtener todos los beneficios de la nube, mientras se trabaja en Revit.

Gráfico 22.

Barra Infocenter Revit

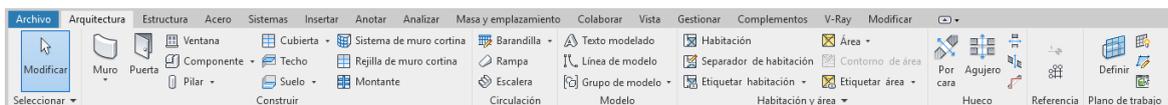


Elaborado por: Marlon Quevedo

El Ribbon o cinta está compuesta por varias pestañas que contienen las herramientas, para diseñar elementos constructivos en el proyecto; dependiendo de la plantilla que se está utilizando. Como ejemplo tenemos: la de Arquitectura, donde encontramos la mayoría de los elementos constructivos para el diseño.

Gráfico 23.

Ribbon de Revit



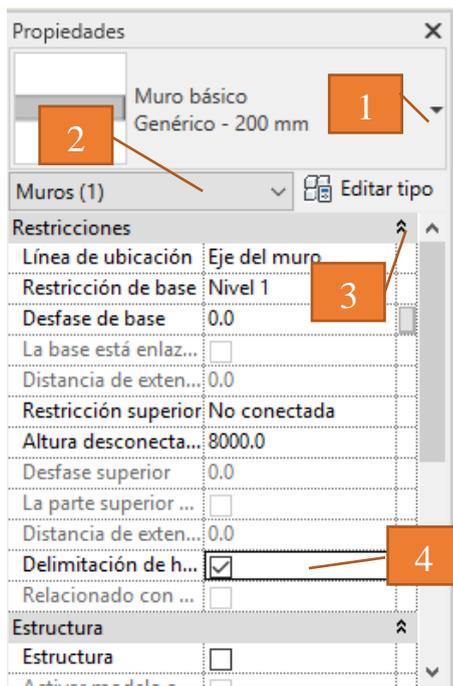
Elaborado por: Marlon Quevedo

En la ventana de propiedades, se encuentran las características del elemento que se halle seleccionado en el monumento. En esta ventana se puede modificar las distintas propiedades del elemento, en cualquier momento. Si dentro del área del trabajo no se encuentra seleccionado ningún elemento, se mostrarán las propiedades de la vista actual. Teniendo así cuatro componentes básicos:

- Selector de tipo: selecciona o cambia el tipo de elemento seleccionado.
- Filtro de propiedades: identifica la categoría y la cantidad de elementos seleccionados.
- Editar tipo: modifica las propiedades de un tipo de objetos seleccionado.
- Propiedades de la instancia: permite modificar las propiedades particulares de un elemento seleccionado.

Gráfico 24.

Ventana Propiedades

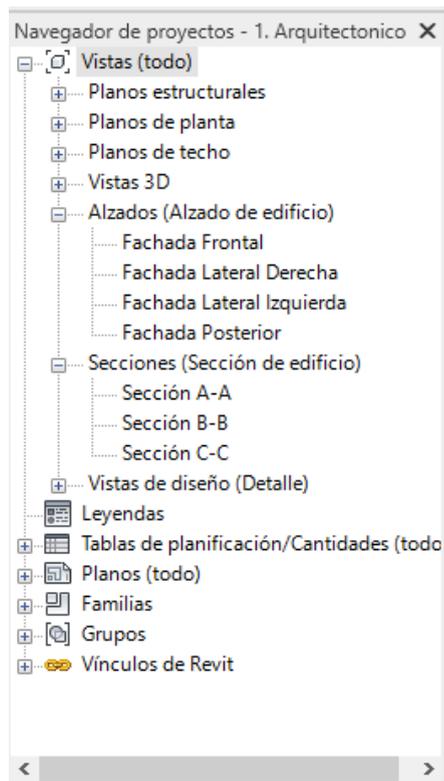


Elaborado por: Marlon Quevedo

En el Navegador de proyecto, se encontrará todos los planos, vistas, tablas, láminas, grupos y otras partes del proyecto; utilizando los botones (+, -) Podremos observar la cantidad de planos o vistas que comprenden cada categoría.

Gráfico 25.

Navegador de proyecto



Elaborado por: Marlon Quevedo

La barra de control de vista, permite cambiar la apariencia de la vista actual y los objetos mostrados en la pantalla. A través de esta barra, podemos configurar algunas cosas como: la escala, el estilo visual, las sombras de los objetos, además aislar y esconder objetos en la vista.

Gráfico 26.

Barra de control de vista

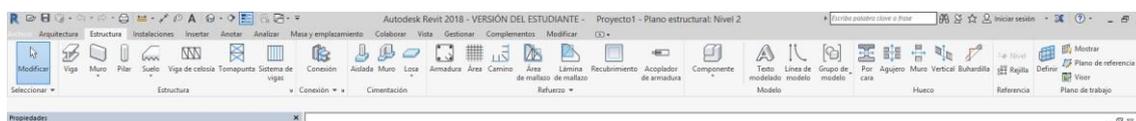


Elaborado por: Marlon Quevedo

Para empezar a modelar el proyecto en el software Revit, tomando en cuenta que los planos bidimensionales ya se encuentran realizados en la plataforma AutoCAD; se optó por iniciar realizando el modelado estructural, ya que la fase estructural en este proyecto; comprende un porcentaje mayor de la obra. Para ello, lo primero que se tiene en consideración; es utilizar la plantilla estructural; puesto que cada plantilla cuenta con configuraciones, especificaciones y herramientas diferentes para cada fase, y nos facilita el proceso de modelado.

Gráfico 27.

Herramientas de la plantilla estructural

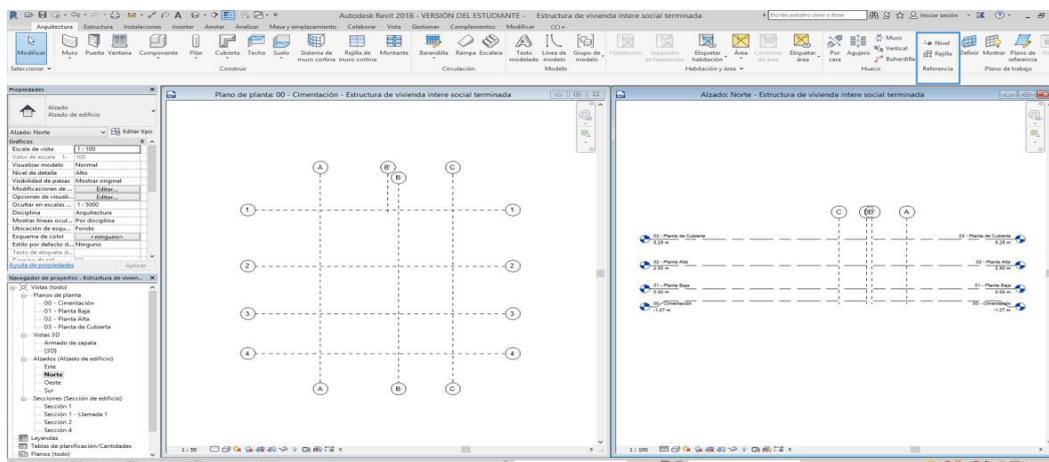


Elaborado por: Marlon Quevedo

Una vez lista la interfaz de diseño, se procede a realizar los ejes y directrices que nos van a permitir ubicar de una manera correcta; cada elemento de la estructura como es, la configuración de las líneas de ejes y líneas de nivel.

Gráfico 28.

Configuración de ejes y líneas de nivel



Elaborado por: Marlon Quevedo

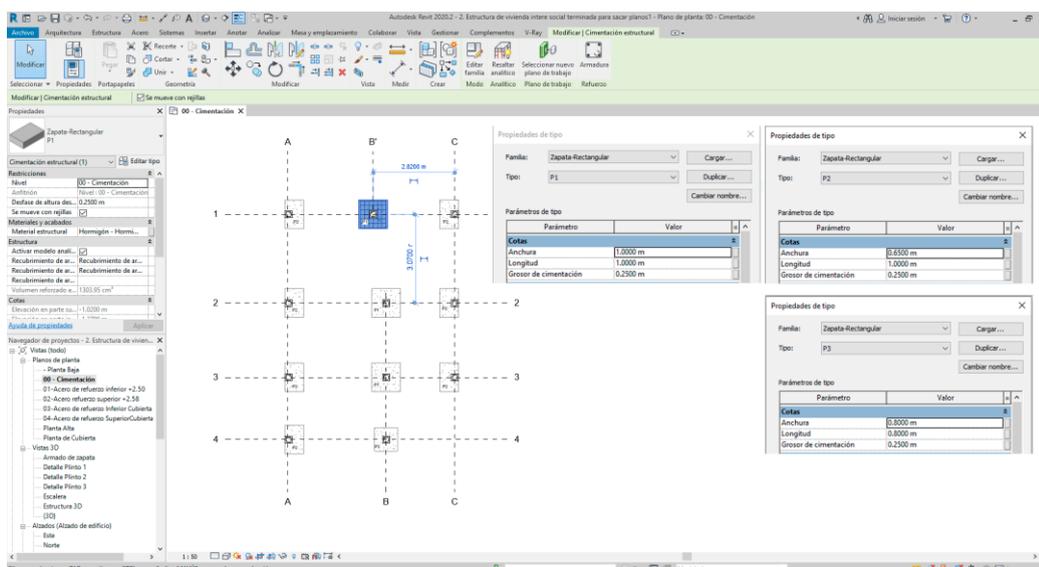
Luego de tener listo y entendido la disposición de los ejes y los niveles, se procede a realizar el modelado estructural; replicando la forma en la que se construye en la vida real, para mayor entendimiento; creando y colocando cada uno de sus elementos conforme al armado estructural.

Se procede a modelar los plintos con sus respectivas características, y a la vez se coloca el refuerzo estructural (hierro); para mayor entendimiento de la estructura, de manera en que se crea el elemento, conjuntamente se crea un plano de vista en 3D que nos permite apreciar de una manera diferente el modelado del proyecto.

Esta característica, de apreciar el modelado en 3D, durante el proceso de diseño que se genera en el software Revit, dentro de la metodología BIM; será uno de los principales beneficios, para el desarrollo; entendimiento, gestión y representación del mismo.

Gráfico 29.

Modelado de los elementos estructurales, Plintos.

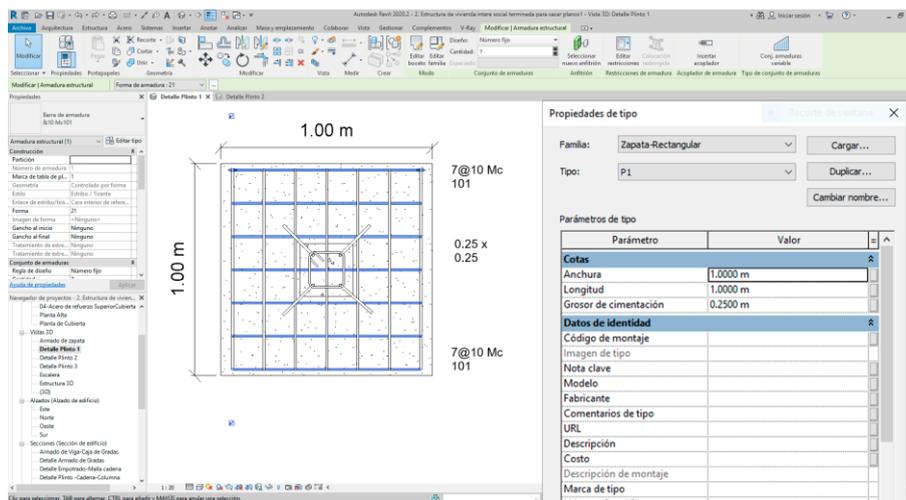


Elaborado por: Marlon Quevedo

Para la colocación del armado estructural correspondiente a cada elemento, se toma en cuenta las características del mismo. En este caso, los tres tipos de plintos con sus medidas correspondientes.

Gráfico 30.

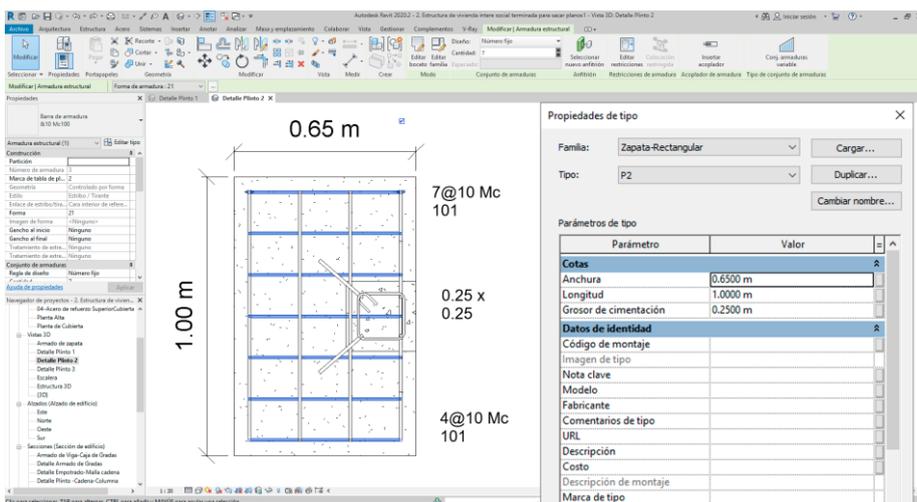
Modelado de los elementos estructurales, Armado Estructural Plinto 1



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 31.

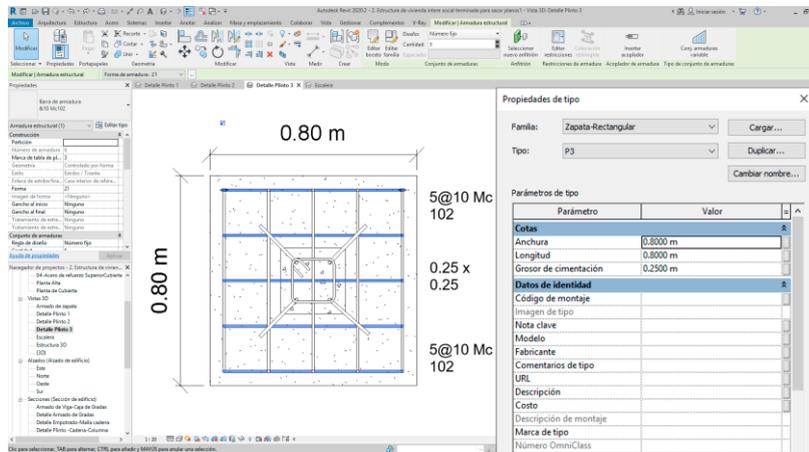
Modelado de los elementos estructurales, Armado Estructural Plinto 2



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 32.

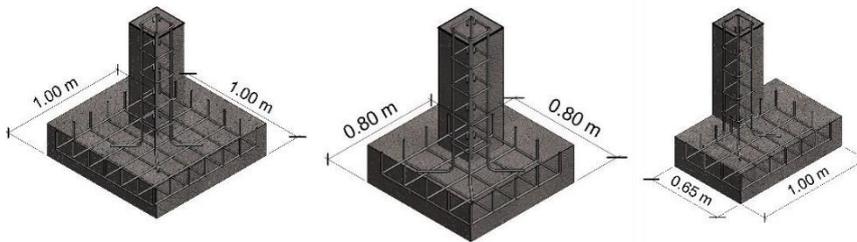
Modelado de los elementos estructurales, Armado Estructural Plinto 3



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 33.

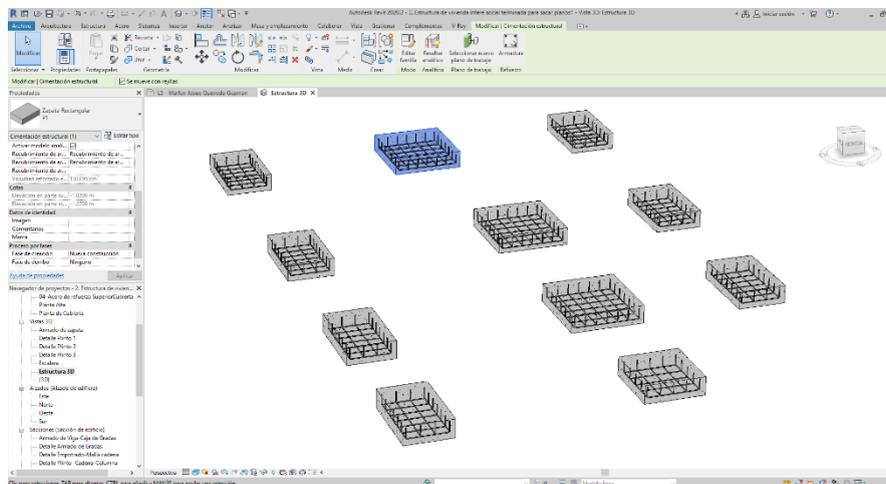
Modelado de los elementos estructurales, Plintos, detalle visión 3D



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 34.

Modelado de los elementos estructurales, Plintos, visión 3D

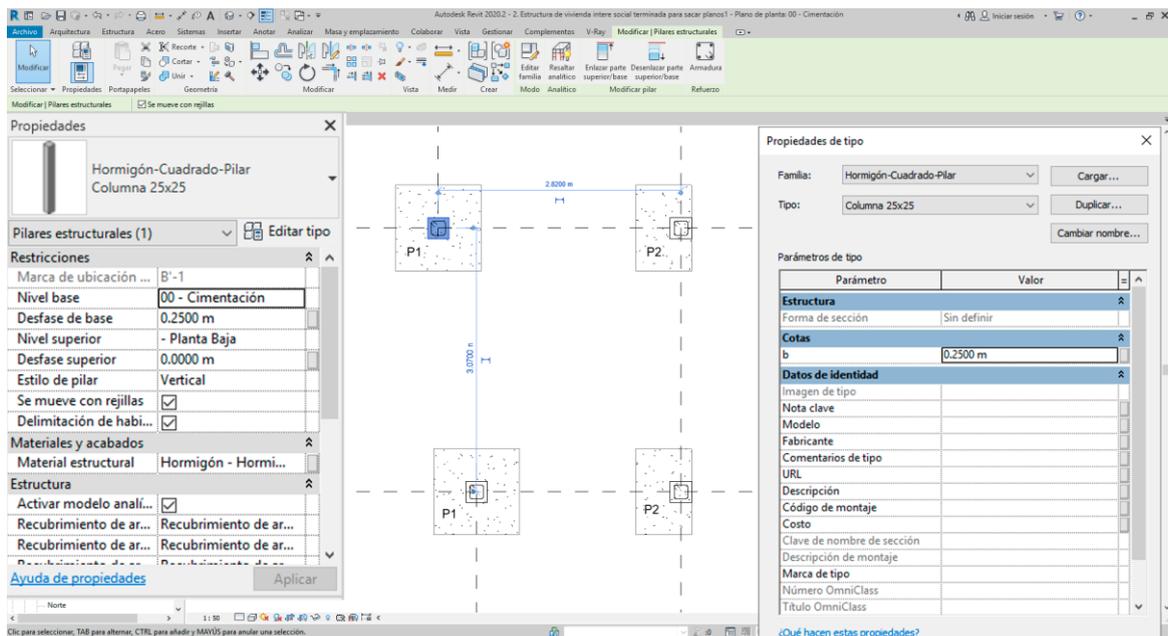


Elaborado por: Marlon Quevedo

El siguiente elemento a desarrollarse son los cuellos de columna y de igual manera, como pasó con los plintos, bastará crear el elemento con sus configuraciones respectivas, y se podrá apreciar que el software; se encarga paralelamente de crearlo en 3D, colocando el armado estructural correspondiente que permita anclarse a los plintos.

Gráfico 35.

Modelado de los elementos estructurales, Cuello de Columna

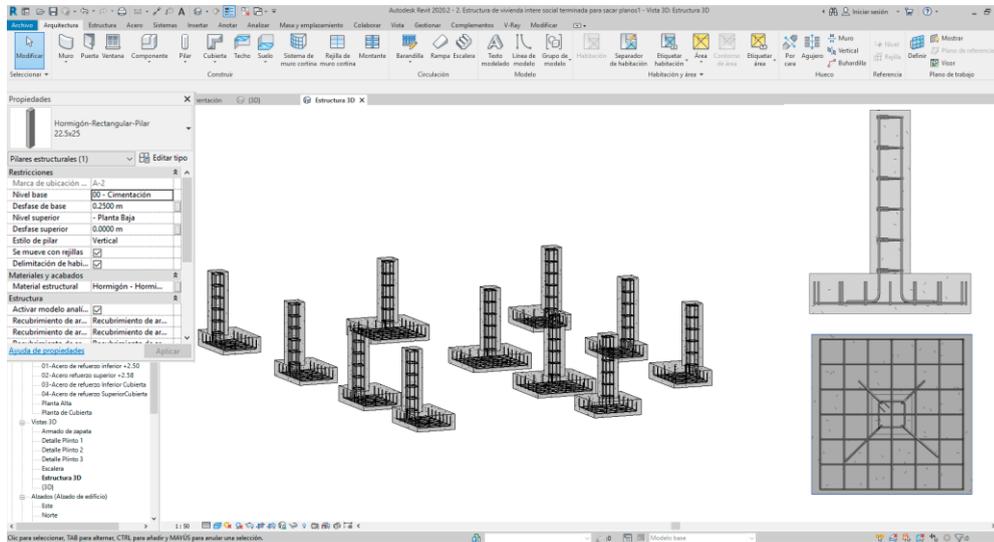


Elaborado por: Marlon Quevedo

El modelado, conforme a ciertas especificaciones y configuraciones, se va produciendo; de manera en que los elementos estructurales se anclan, recreando el proceso de construcción de la vida real.

Gráfico 36.

Modelado de los elementos estructurales, Cuello de Columna, visión 3D

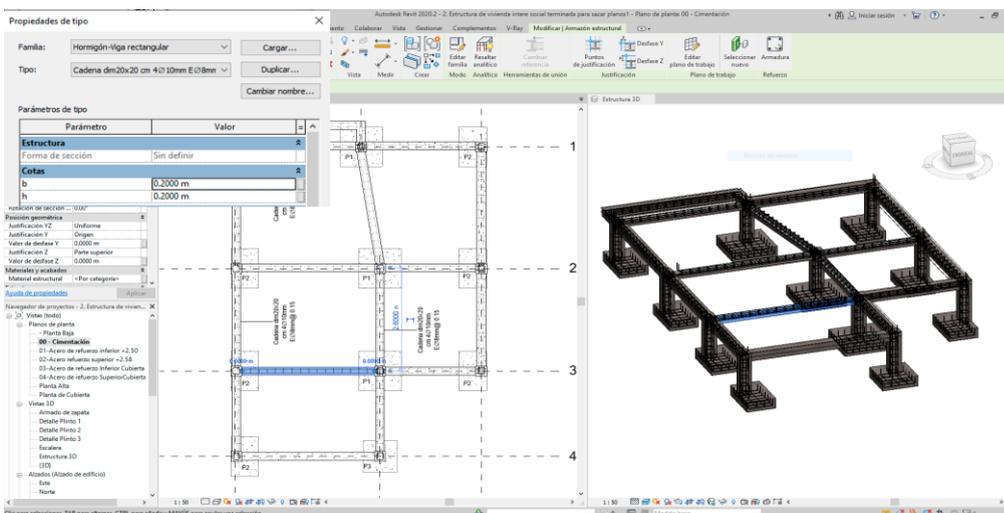


Elaborado por: Marlon Quevedo

De esta manera, elemento tras elemento; se va proyectando el modelo de la estructura de la vivienda, tomando en cuenta, que cada uno tiene sus propiedades diferentes; como en el caso de los cuellos de columna, sus medidas, largo, ancho, alto, etc., y que cada uno es elemental; para el armado estructural de la vivienda.

Gráfico 37.

Modelado de los elementos estructurales, Cadenas, visión 2D y 3D

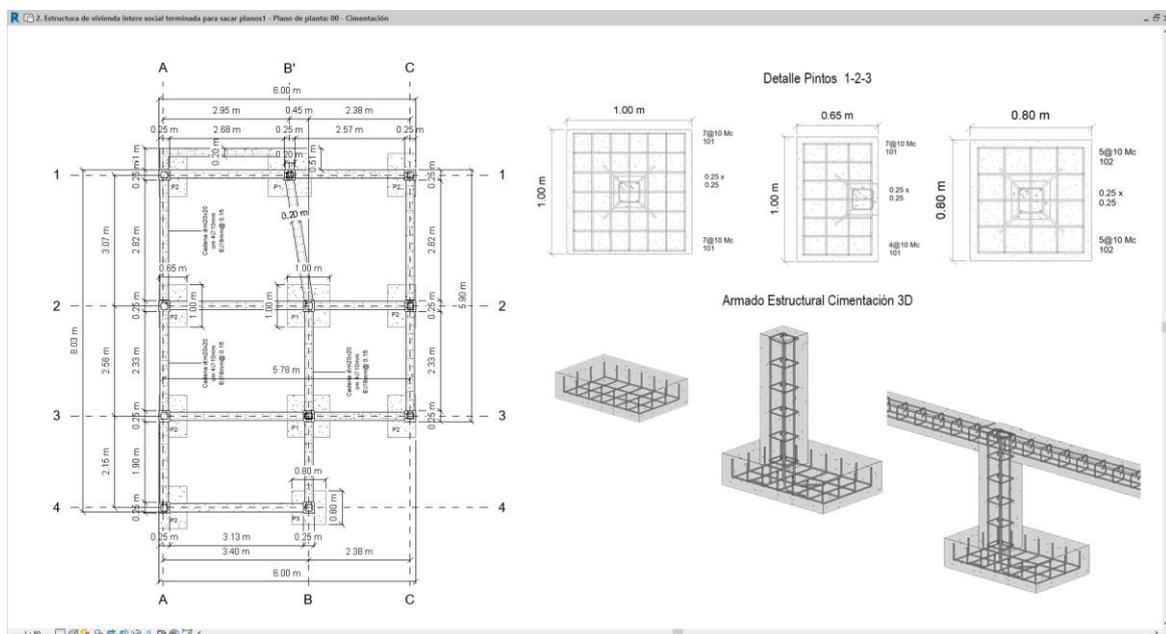


Elaborado por: Marlon Quevedo

En el gráfico 45, podemos apreciar el resultado de la planta de cimentación, que por una parte tiene su semejanza al producto que se puede obtener con el software AutoCAD; pero carece de la información que en Revit se puede conseguir. Información que, con el resultado; viene incluido el modelo en 3D, las especificaciones técnicas, el refuerzo estructural, todos los elementos que la componen, etc.; ya que mediante el proceso de modelado, conjuntamente se ingresa la información de cada elemento; desde su tipo y las medidas. En el caso de la plantilla estructural, se crea el armado (varillas) que le corresponde, y así cada elemento se va cargando de la información que le pertenece. Esto permite no solo tener un plano bidimensional, sino tener un elemento que cuente con toda la información de sí mismo. A su vez esa misma información, servirá para documentar cada lámina, tabla, etc., que sea requerida.

Gráfico 38.

Planta de Cimentación, desarrollada en software Revit



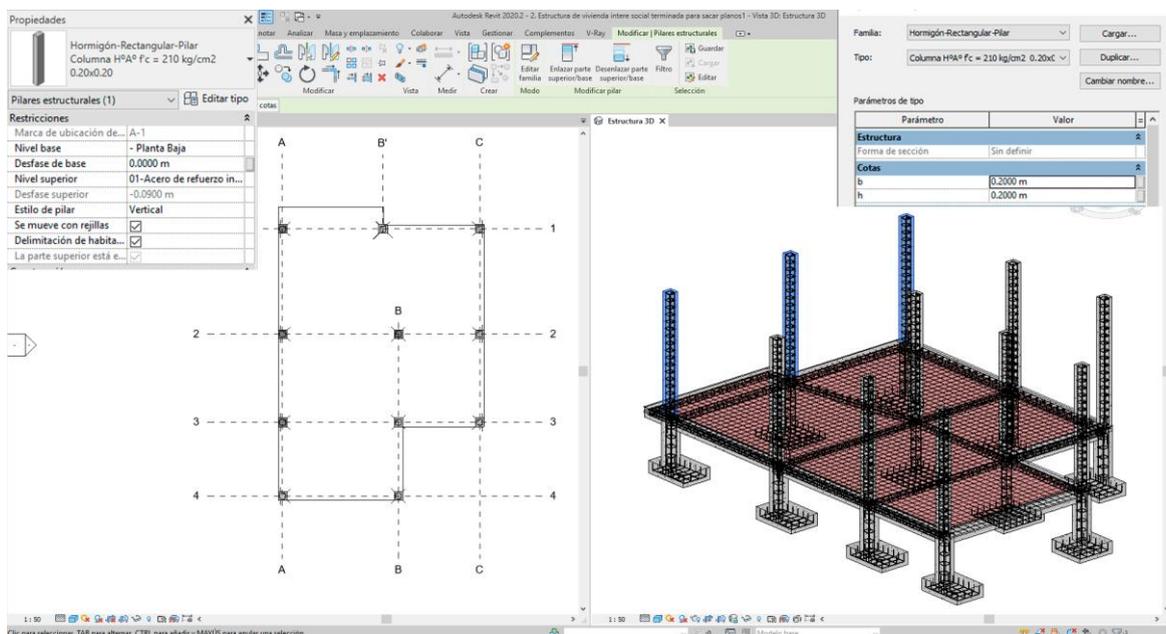
Elaborado por: Marlon Quevedo

De esta manera el armado estructural continúa en los siguientes niveles del proyecto, con un procedimiento más sencillo; ya que los elementos estructurales únicamente serán: columnas, vigas, escaleras y losas.

Para el modelado de las columnas estructurales, de la misma manera que la cimentación; se ingresa los datos de sus características como: altura, anchos de columna y en su armado estructural; se procede a colocar los elementos que la componen: el tipo de varilla y estribos correspondientes.

Gráfico 39.

Modelado de los elementos estructurales, Columnas Planta Baja, visión 2D y 3D

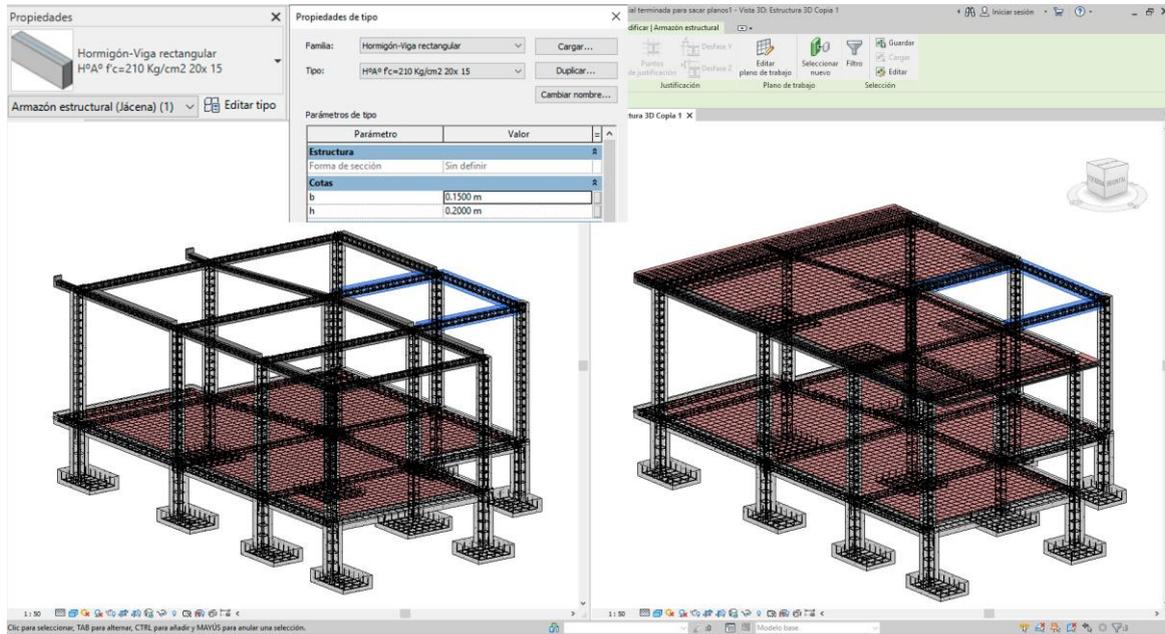


Elaborado por: Marlon Quevedo

En el gráfico 48, se puede observar el proceso del armado estructural, desde la columna, viga, losa; tomando en cuenta que de la misma manera que se crearon las columnas, el procedimiento será similar; para la creación de los diferentes elementos estructurales.

Gráfico 40.

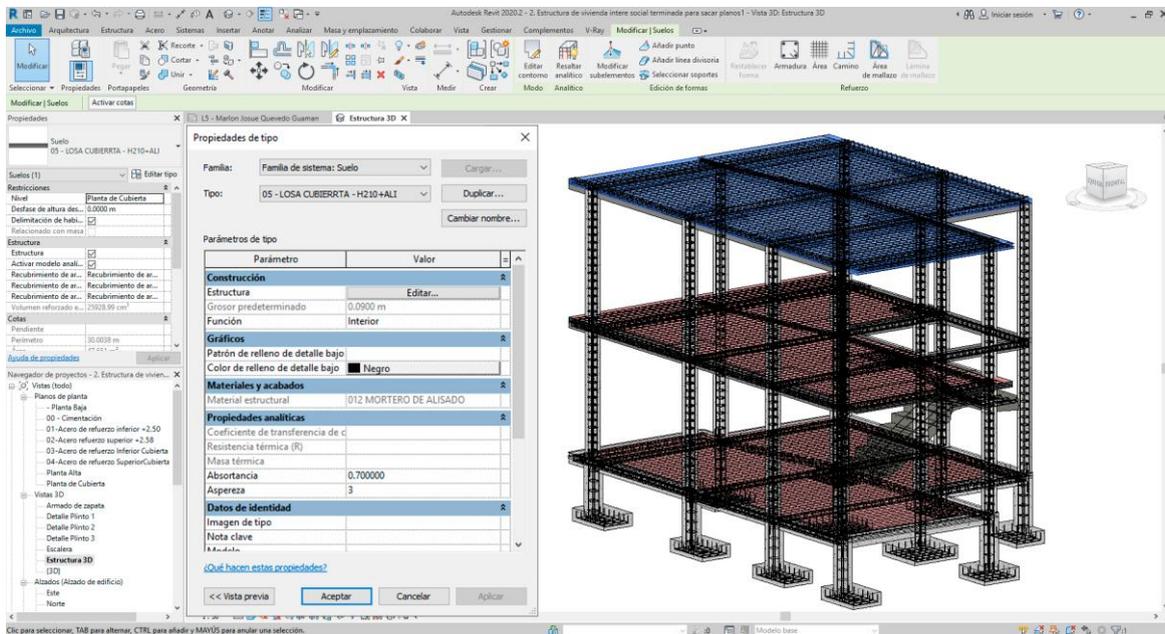
Modelado de los elementos estructurales, Vigas y Losa intermedia, visión 3D



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 41.

Modelado de estructura de vivienda de interés social completa, visión 3D



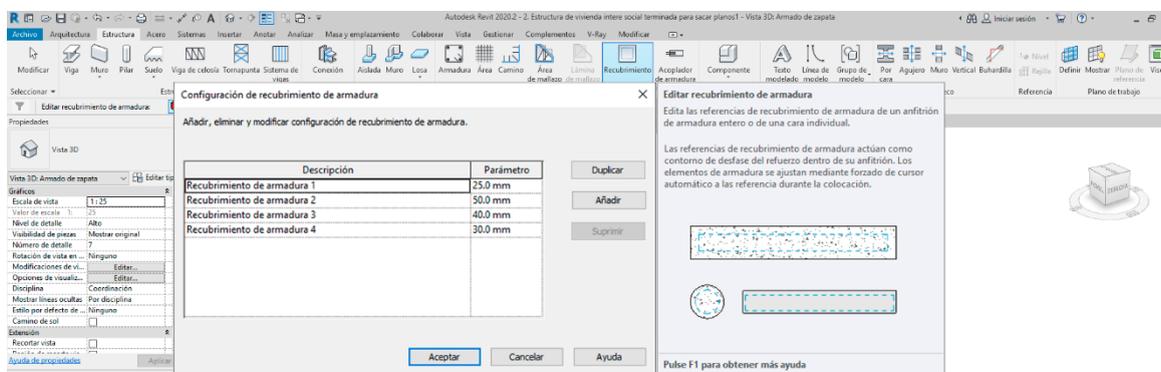
Elaborado por: Marlon Quevedo

En el gráfico 49 se puede observar, cómo concluye la fase estructural de la vivienda; pudiendo analizar de una manera completa el modelo, ya que toda la información se encuentra incluida en el proyecto; y a su vez, replicando el proceso de construcción del proyecto en la vida real el entendimiento del mismo, es más objetivo con la finalidad de que si algún error se cometió al momento del diseño; poder resolverlo en el modelado y no en la fase de construcción.

El armado estructural es una pieza clave dentro de la estructura del proyecto, la cual en el modelado se la puede colocar conjuntamente con la creación de cada elemento que forme parte de la estructura o al final; cuando ya esté completa, en dónde; lo primero que se debe realizar es el recubrimiento o el contorno del desfase del hierro; dentro del elemento anfitrión.

Gráfico 42.

Herramienta Recubrimiento

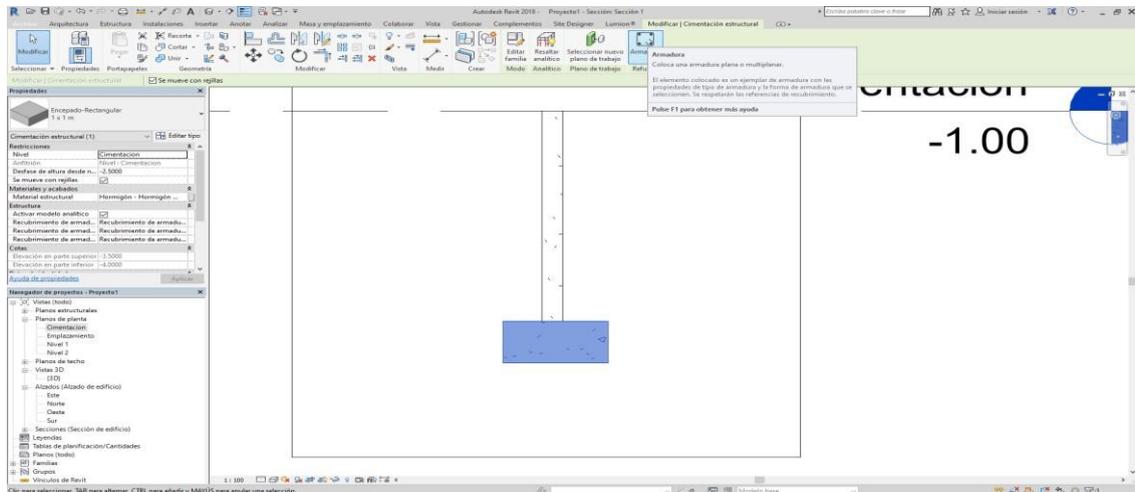


Elaborado por: Marlon Quevedo

Una vez configurado el recubrimiento, se pasa a generar la armadura estructural; dentro del elemento en donde se selecciona el tipo y especificaciones del hierro a utilizar.

Gráfico 43.

Herramienta Armadura

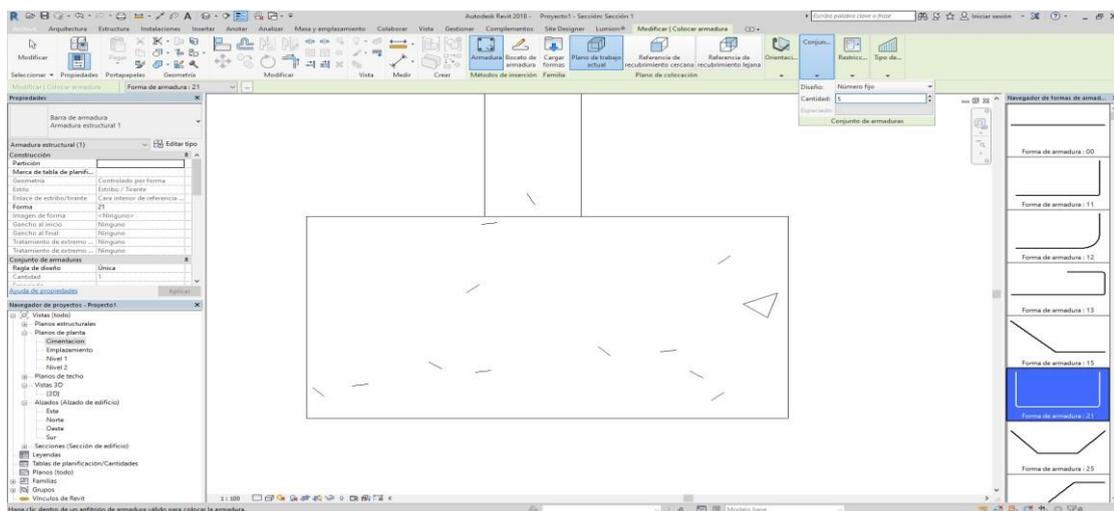


Elaborado por: Marlon Quevedo

En la herramienta Armadura, se selecciona el modelo de hierro a utilizar, y la cantidad del mismo; tomando en cuenta el tipo de armado estructural a realizarse y el elemento a modelar.

Gráfico 44.

Herramienta Armadura, selección y configuración del hierro

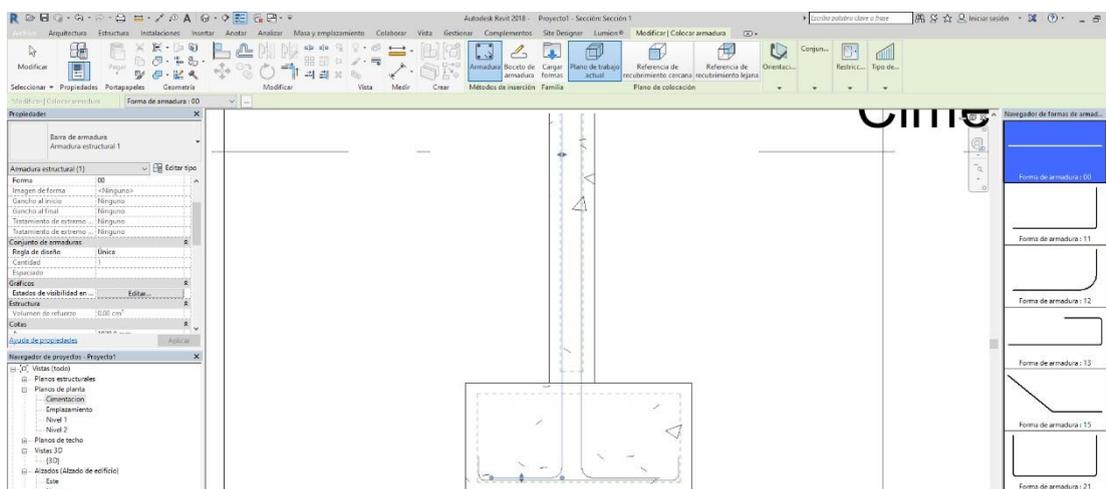


Elaborado por: Marlon Quevedo

El proceso para la colocación del armado estructural, es la misma para todos los elementos estructurales. De tal manera, que es un proceso repetitivo; pero hay que tomar en cuenta, que cada elemento tiene una configuración estructural diferente; ya que la función estructural de cada uno es específica, en donde el número y disposición del hierro varía. Solamente se tiene que considerar, la forma en cómo se lo arma; para así utilizar las herramientas del armado estructural en cada uno de los elementos estructurales como: plinto, cuello de columna, cadena, losa, columna y viga.

Gráfico 45.

Herramienta Armadura, selección y configuración del hierro en elemento columna

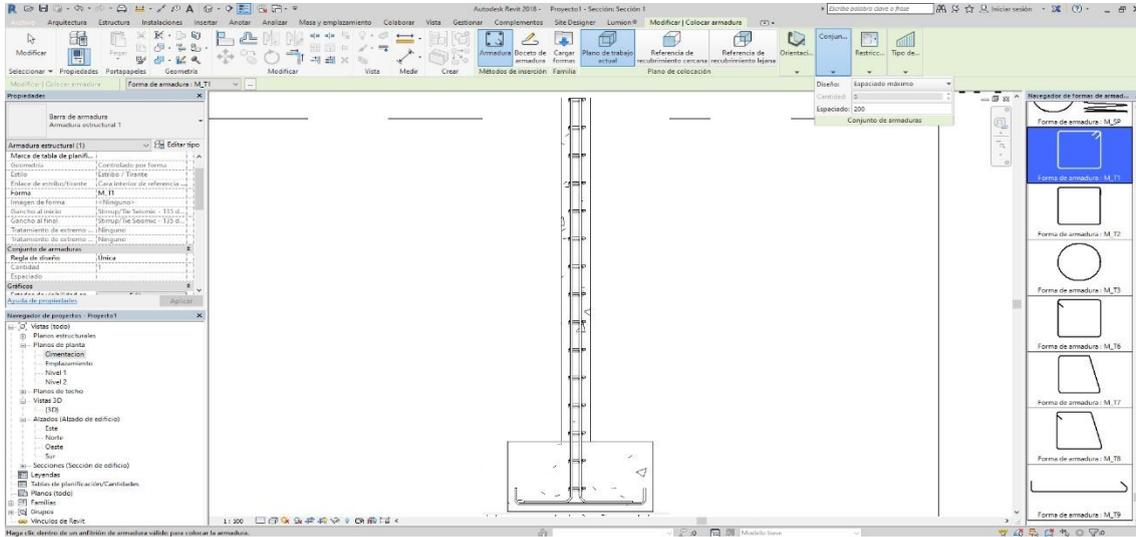


Elaborado por: Marlon Quevedo

Como se indicó anteriormente, cada elemento cuenta con sus características diferentes de armadura estructural; ya que depende de su función estructural, pero el proceso para la colocación de dicho armado; es similar. Para este elemento (columna) estructural, es necesario agregar un complemento estructural que en este caso, son los estribos. Se lo configura de la misma manera que se quisiera agregar el hierro con la herramienta armadura, simplemente se cambia el modelo a utilizar y se indicia la disposición en la que se va a colocar los estribos.

Gráfico 46.

Herramienta Armadura, selección y configuración de los estribos en el elemento columna



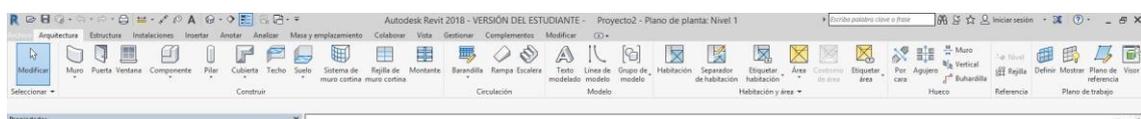
Elaborado por: Marlon Quevedo

Básicamente, este es el proceso para el armado del refuerzo estructural para la vivienda. Como ya se mencionó, cada elemento estructural cuenta con un refuerzo estructural diferente; pero el procedimiento para su colocación es el mismo, dependiendo del elemento estructural que se esté modelando, variarán las partes que lo componen; debido a la función estructural que lo caracteriza.

A continuación, está la fase y modelado arquitectónico. En este apartado, es necesario trabajar con una plantilla arquitectónica diferente, que permita trabajar cada uno de sus elementos, de una forma más técnica. En esta fase, el modelado se basa específicamente en la distribución de los espacios, la mampostería, el mobiliario; complementando de esta manera, la fase estructural.

Gráfico 47.

Herramientas de la plantilla arquitectónica.

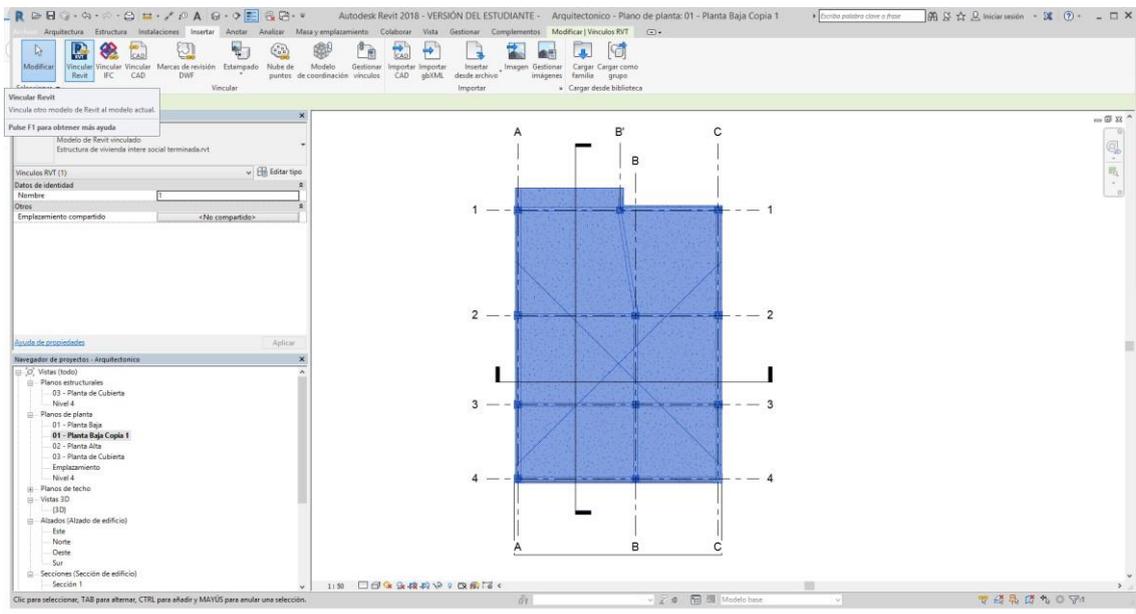


Elaborado por: Marlon Quevedo

En la herramienta insertar, el software cuenta con una opción en donde se puede vincular otro archivo que se haya trabajado en Revit; lo que permite enlazar el modelo estructural con el modelo arquitectónico y así poder compartir información de las dos fases en el modelado.

Gráfico 48.

Vinculación de modelado estructural, al modelado arquitectónico

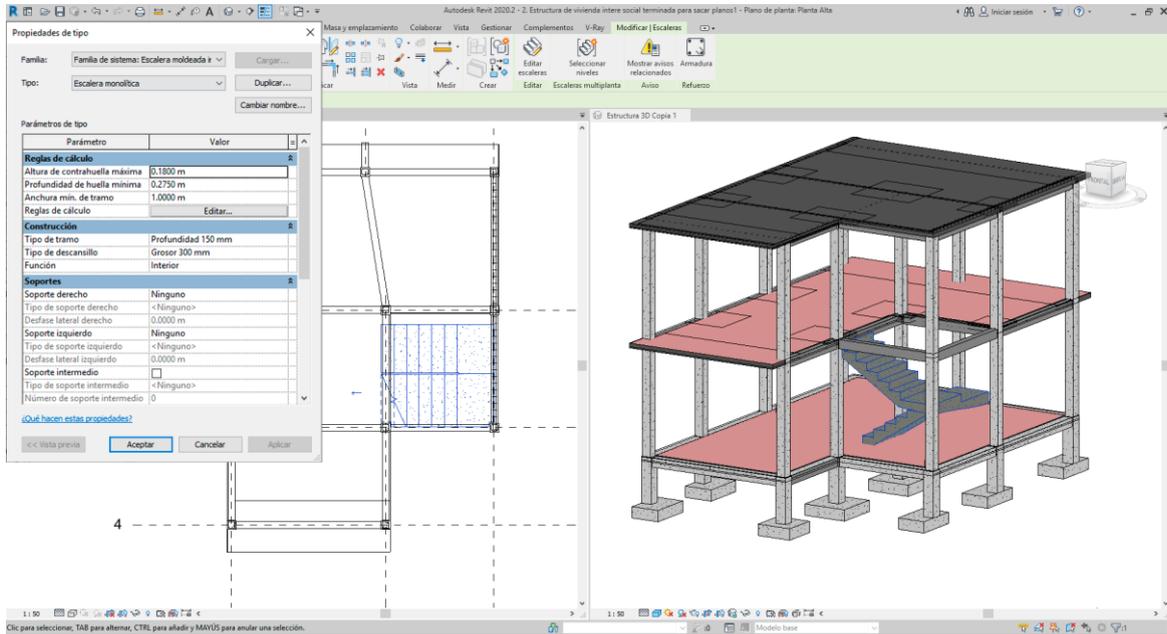


Elaborado por: Marlon Quevedo

Para empezar con la colocación de la mampostería, es importante situar primero la circulación vertical. En este caso de la vivienda, serían las escaleras, las mimas que cuentan también con su armado estructural; la cual se ancla a la estructura de la vivienda.

Gráfico 49.

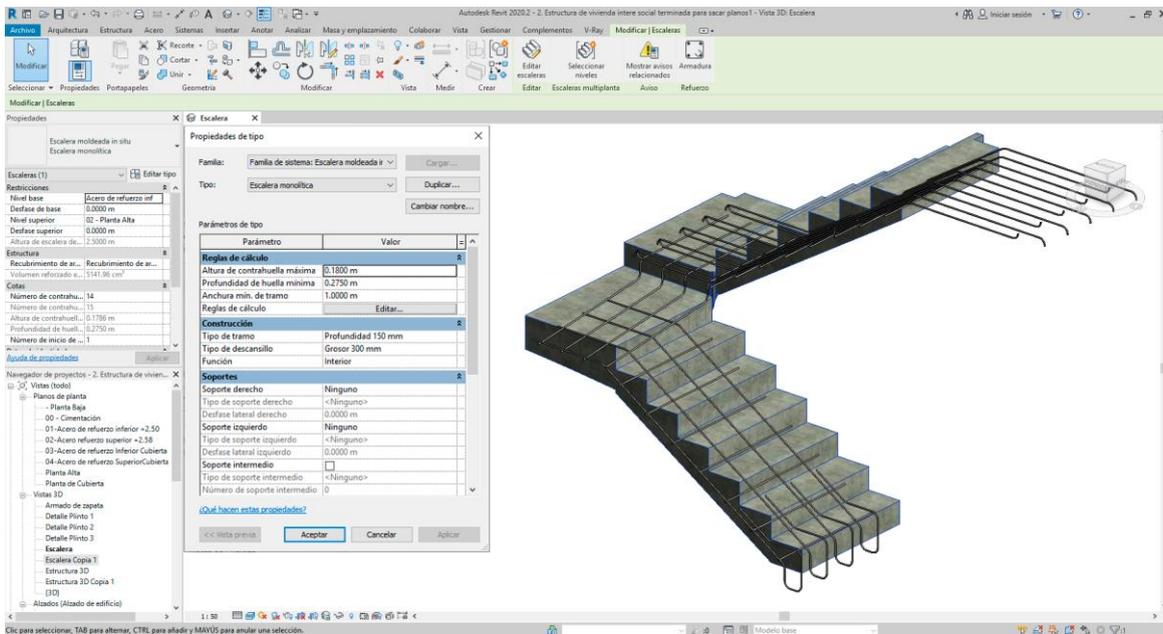
Modelado de las escaleras, visión 2D y 3D



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 50.

Modelado armado estructural de las escaleras, visión 3D



Elaborado por: Marlon Quevedo

De esta manera, ya con la circulación vertical; se procede a colocar la mampostería, que en este caso; será parte de la envolvente de la vivienda y también se la utilizará para la distribución y creación de espacios.

El modelado de las Paredes en Revit, admite ingresar la información de cómo está compuesta cada pared, y estos datos permiten clasificar y ordenar las paredes conforme sea su requerimiento. En este proyecto se realizaron cinco tipos de paredes, cada una con sus características y ubicación diferentes.

Constan de la siguiente manera:

- Muro Básico 03; Bloque + Revestido + Empastado + Pintura Interior/
Bloque + Revestido + Empastado + Pintura Exterior.
- Muro Básico 04; Bloque/ Bloque + Revestido + Empastado + Pintura Interior.
- Muro Básico 05; Bloque + Revestido + Empastado + Pintura Interior/
Bloque + Revestido + Empastado + Pintura Interior.
- Muro Básico 07; Ladrillo + Revestido + Bondex + Cerámica/ Ladrillo +
Revestido + Bondex + Cerámica.
- Muro Básico 09; Ladrillo/ Revestido + Empastado + Pintura Exterior.

Gráfico 51.

Características Muro Básico 03

Editar montaje

Familia: Muro básico
 Tipo: 03 BI+R+E+PE / BI+R+E+PI
 Grosor total: 0.1420
 Resistencia (R): 0.0000 (m²·K)/W
 Masa térmica: 0.00 kJ/K

Altura de muestra: 2.8000

Capas

CARA EXTERIOR					
	Función	Material	Grosor	Envoltentes	Material estructural
1	Acabado 1 [4]	006 pintura exterior	0.0030	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Acabado 1 [4]	003 empastador exterior	0.0030	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Acabado 1 [4]	002 revestido - mortero	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por	0.0000		
5	Estructura [1]	Bloque 10x20x40	0.1000		<input type="checkbox"/>
6	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por	0.0000		
7	Acabado 2 [5]	002 revestido - mortero	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Acabado 2 [5]	004 empastado interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Acabado 2 [5]	005 pintura interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	

CARA INTERIOR

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 52.

Características Muro Básico 04

Editar montaje

Familia: Muro básico
 Tipo: 04 BI/ BI+R+E+PI
 Grosor total: 0.1210
 Resistencia (R): 0.0000 (m²·K)/W
 Masa térmica: 0.00 kJ/K

Altura de muestra: 2.8000

Capas

CARA EXTERIOR					
	Función	Material	Grosor	Envoltentes	Material estructural
1	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por	0.0000		
2	Estructura [1]	Bloque 10x20x40	0.1000		<input checked="" type="checkbox"/>
3	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por	0.0000		
4	Acabado 2 [5]	002 revestido - mortero	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Acabado 2 [5]	004 empastado interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Acabado 2 [5]	005 pintura interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	

CARA INTERIOR

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 53.

Características Muro Básico 05

Editar montaje

Familia: Muro básico
 Tipo: 05 BI+R+E+PI / BI+R+E+PI
 Grosor total: 0.1420
 Resistencia (R): 0.0000 (m²·K)/W
 Masa térmica: 0.00 kJ/K

Altura de muestra: 2.8000

Capas

CARA EXTERIOR					
	Función	Material	Grosor	Envoltentes	Material estructural
1	Acabado 1 [4]	005 pintura interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Acabado 1 [4]	004 empastado interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Acabado 1 [4]	002 revestido - mortero	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por	0.0000		
5	Estructura [1]	Bloque 10x20x40	0.1000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por	0.0000		
7	Acabado 2 [5]	002 revestido - mortero	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Acabado 2 [5]	004 empastado interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Acabado 2 [5]	005 pintura interior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CARA INTERIOR

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 54.

Características Muro Básico 07

Editar montaje

Familia: Muro básico
 Tipo: 07 L+R+B+C / L+R+B+C
 Grosor total: 0.1440
 Resistencia (R): 0.0000 (m²·K)/W
 Masa térmica: 0.00 kJ/K

Altura de muestra: 2.8000

Capas

CARA EXTERIOR					
	Función	Material	Grosor	Envoltentes	Material estructural
1	Acabado 1 [4]	002 revestido - mortero	0.0170	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Acabado 1 [4]	008 Ceramica de pared	0.0070	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Acabado 1 [4]	007 Pegante Bondex cerámica	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Acabado 1 [4]	002 revestido - mortero	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por encim	0.0000		
6	Estructura [1]	001 ladrillo 25x15x8	0.0800	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Contorno del núcleo	Capas de envoltente por debaj	0.0000		
8	Acabado 2 [5]	002 revestido - mortero	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Acabado 2 [5]	007 Pegante Bondex cerámica	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Acabado 2 [5]	008 Ceramica de pared	0.0070	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Acabado 2 [5]	002 revestido - mortero	0.0170	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CARA INTERIOR

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 55.

Características Muro Básico 09

Editar montaje

Familia: Muro básico
Tipo: 09 L/ R+E+PE
Grosor total: 0.1010
Resistencia (R): 0.0000 (m²·K)/W
Masa térmica: 0.00 kJ/K

Altura de muestra: 2.8000

Capas

CARA EXTERIOR					
	Función	Material	Grosor	Envoltentes	Material estructural
1	Contorno del núcleo	Capas de envoltente p	0.0000		
2	Estructura [1]	Bloque 10x20x40	0.0800		<input type="checkbox"/>
3	Contorno del núcleo	Capas de envoltente p	0.0000		
4	Acabado 2 [5]	002 revestido - morter	0.0150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Acabado 2 [5]	003 empastador exteri	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Acabado 2 [5]	006 pintura exterior	Variable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

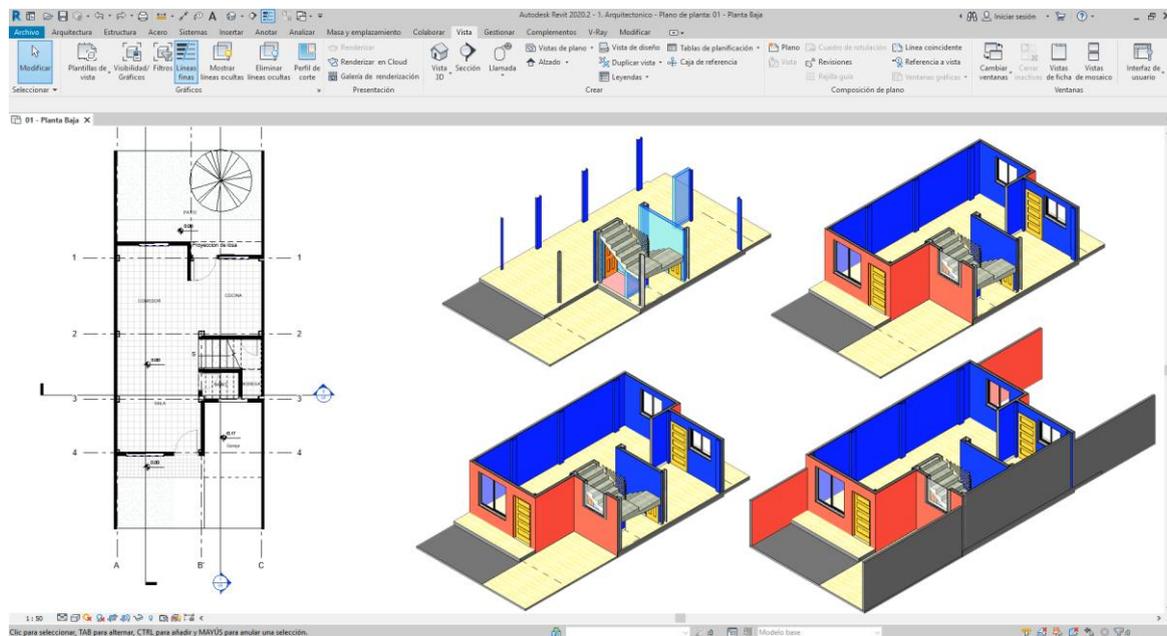
CARA INTERIOR

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 56.

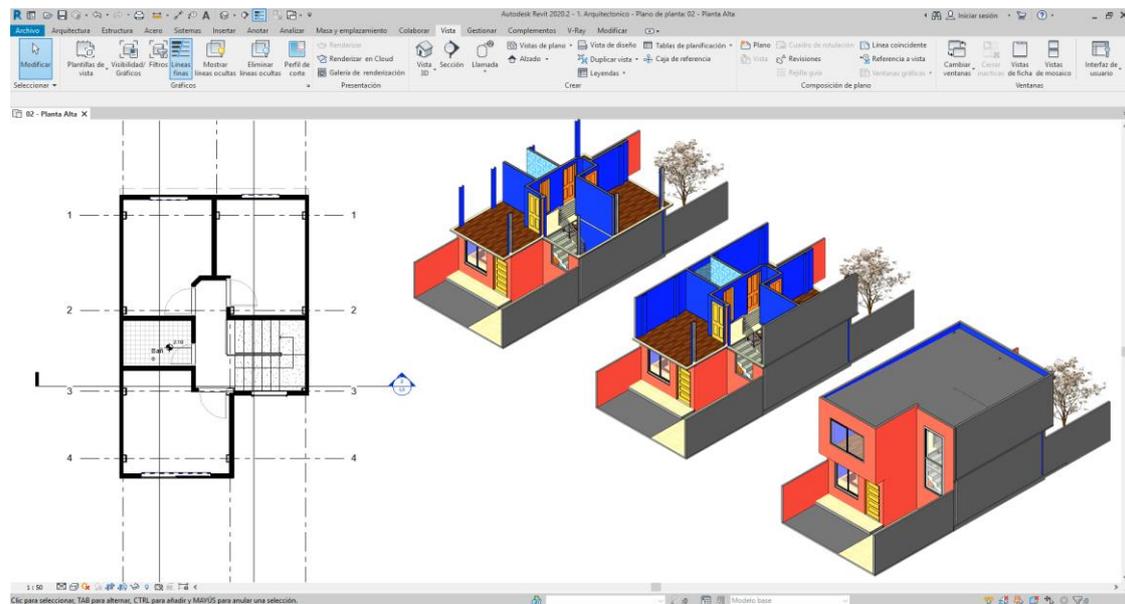
Modelado de la mampostería interna y externa Planta Baja, visión 2D y 3D



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 57.

Modelado de la mampostería interna y externa Planta Alta, visión 2D y 3D

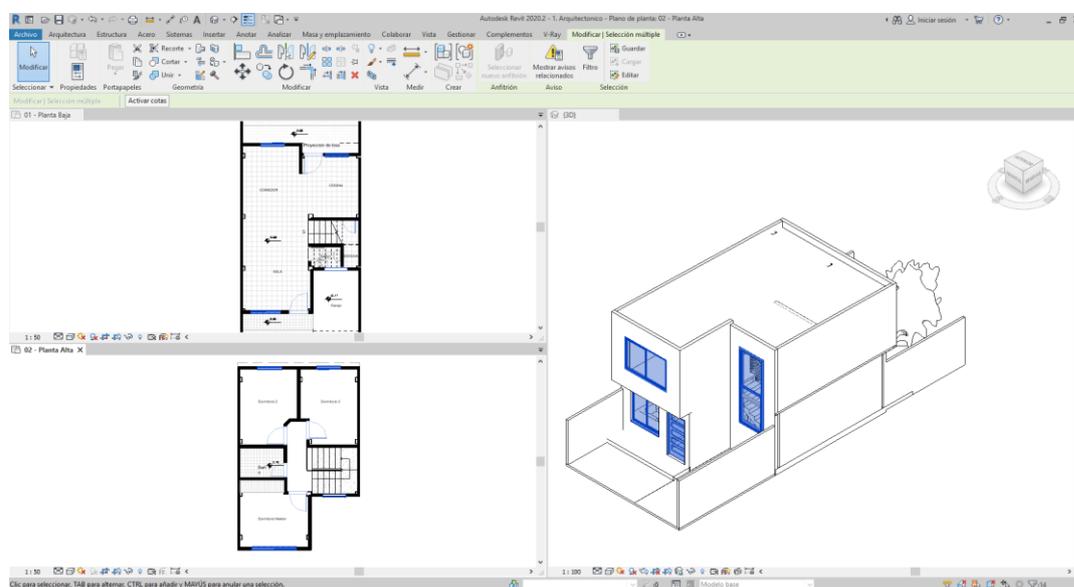


Elaborado por: Marlon Quevedo

La colocación de las ventanas y las puertas son las siguientes, de la misma manera siguiendo con la configuración del modelado; su colocación es cuestión solo de asignar valores como: medidas, distancias y la ubicación de cada una.

Gráfico 58.

Modelado de las ventanas y puertas internas y externas, visión 2D y 3D

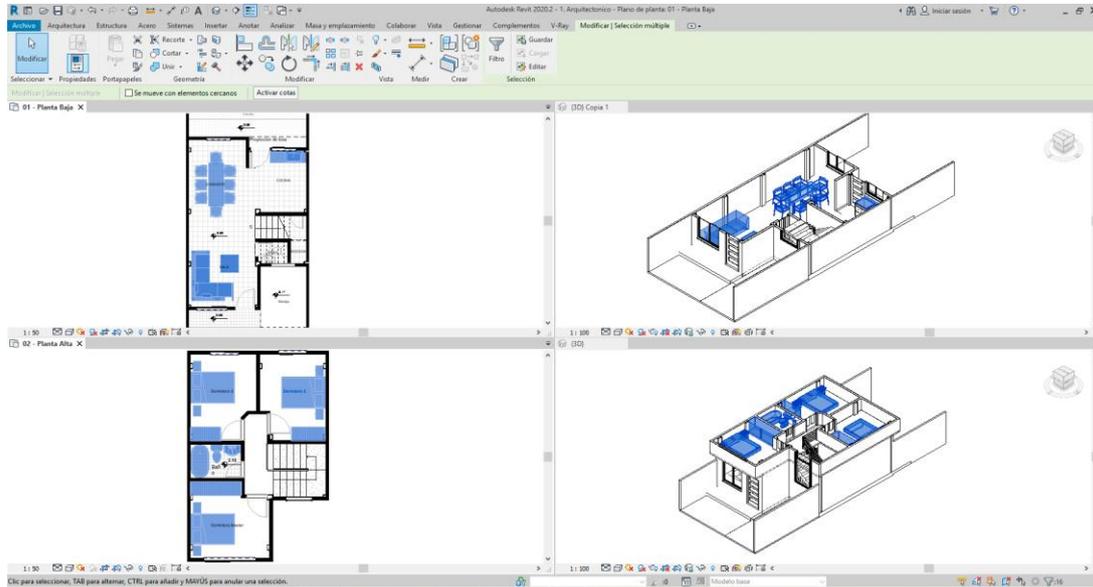


Elaborado por: Marlon Quevedo

El mobiliario dentro de la vivienda, viene después de que ya se encuentren los espacios distribuidos, con eso podemos tomar en cuenta, la ubicación de cada mobiliario, su tamaño y el tipo.

Gráfico 59.

Modelado del mobiliario, visión 2D y 3D

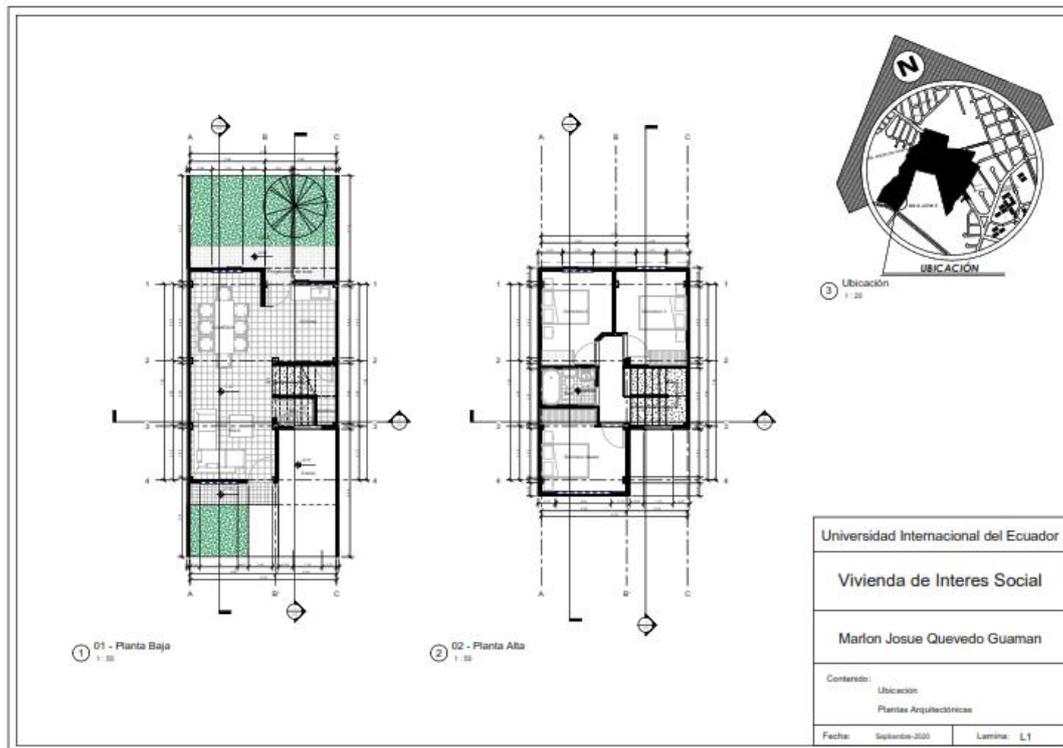


Elaborado por: Marlon Quevedo

De esta manera, la fase arquitectónica concluye, tomando en cuenta que el caso de estudio es una vivienda de interés social para la ciudad de Loja, su complejidad en la misma; no es muy elevada, pero se puede tomar como ejemplo; para proyectos, futuros y con una dificultad mayor.

Gráfico 60.

Plantas arquitectónicas, desarrollada en software Revit

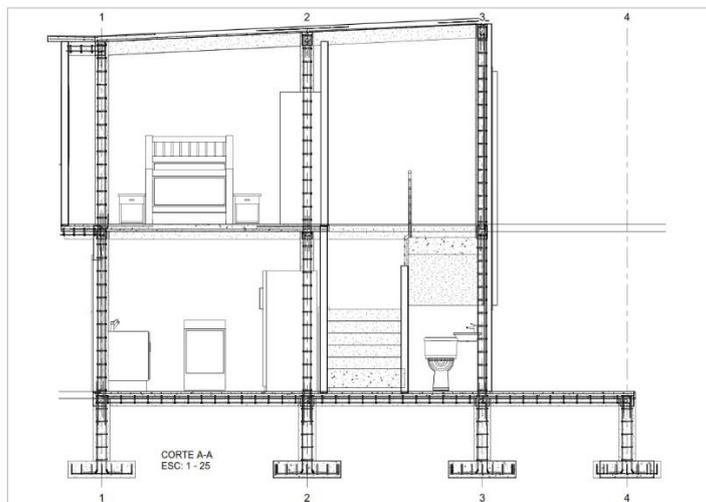
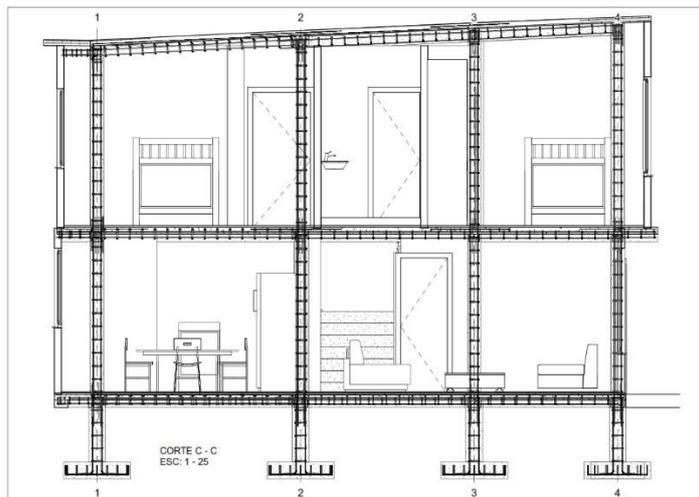


Elaborado por: Marlon Quevedo

Los cortes arquitectónicos son totalmente distintos del resultado que se analiza en los planos del software AutoCAD, ya que dependiendo del nivel del detalle; el nivel de dificultad para realizarlos, varía. Trabajando con el software Revit es totalmente lo contrario, puesto que contamos con la información de la fase estructural; vinculada con la arquitectónica, y el resultado de los cortes será más completo; uniendo la información estructural y arquitectónica, sin elevar el nivel de dificultad.

Gráfico 61.

Corte Arquitectónico y Estructural (A – A) (C – C), desarrollado en el Software Revit



Elaborado por: Marlon Quevedo

La fase del diseño mecánico de las instalaciones, ya sean potables, sanitarias o eléctricas; se lleva a cabo una vez que las anteriores estén completas, porque es elemental que la fase estructural y lo arquitectónico; se encuentre resuelto y aprobado su diseño, para con ello; planificar la disposición y desarrollo de los elementos que conforman las instalaciones.

De la misma forma que para lo estructural y arquitectónico, Revit cuenta con una plantilla de uso exclusivo; para el diseño de las instalaciones, empezando con la del diseño de instalaciones sanitarias y potables.

Gráfico 62.

Herramientas de la plantilla mecánica.

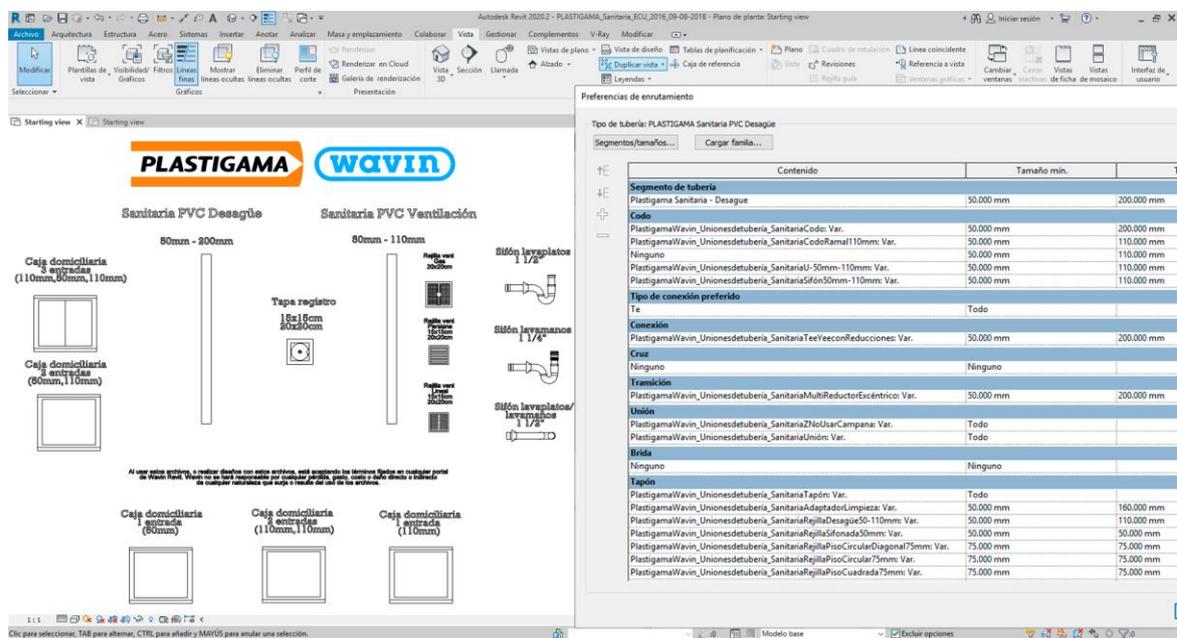
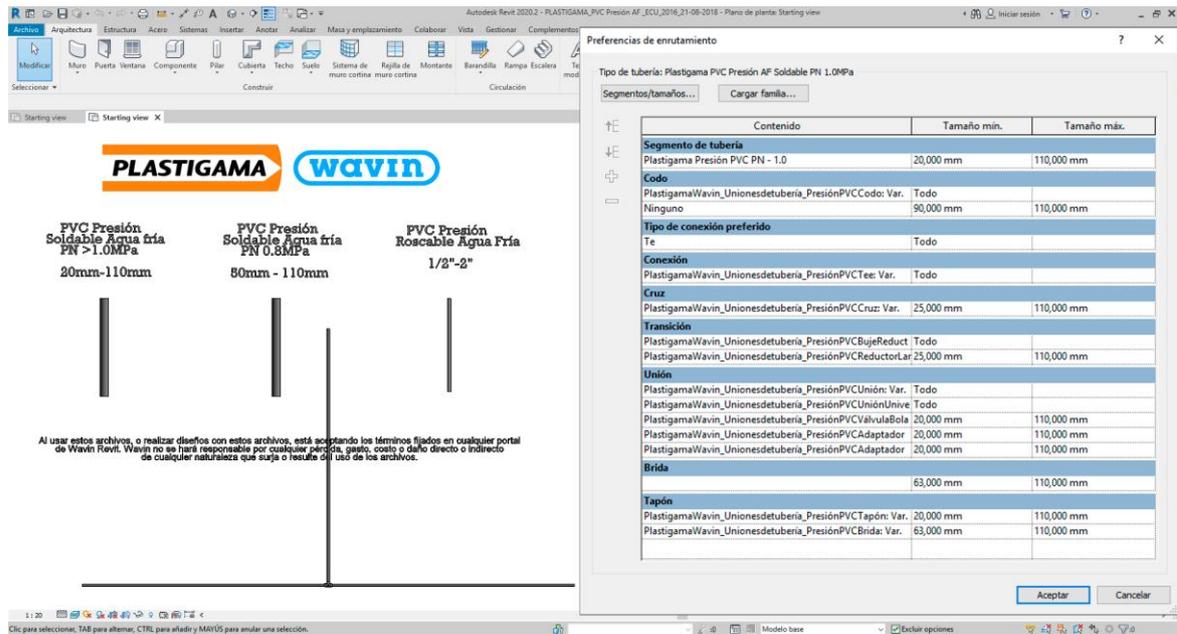


Elaborado por: Marlon Quevedo

Lo primero que se debe tomar en cuenta al momento de diseñar en esta plantilla, es la configuración de los elementos que se va a utilizar; ya que las dimensiones y el tipo de materiales, varían según los países. Para este modelado se utilizó las medidas estándares de la construcción ecuatoriana y algo muy importante es que las marcas reconocidas en el mercado como plastigama, están contribuyendo con el modelado de sus productos; para que al momento de diseñar se lo haga con los productos que están a la venta en el mercado y se pueda resolver de una manera más cercana a la realidad, el diseño de las instalaciones.

Gráfico 63.

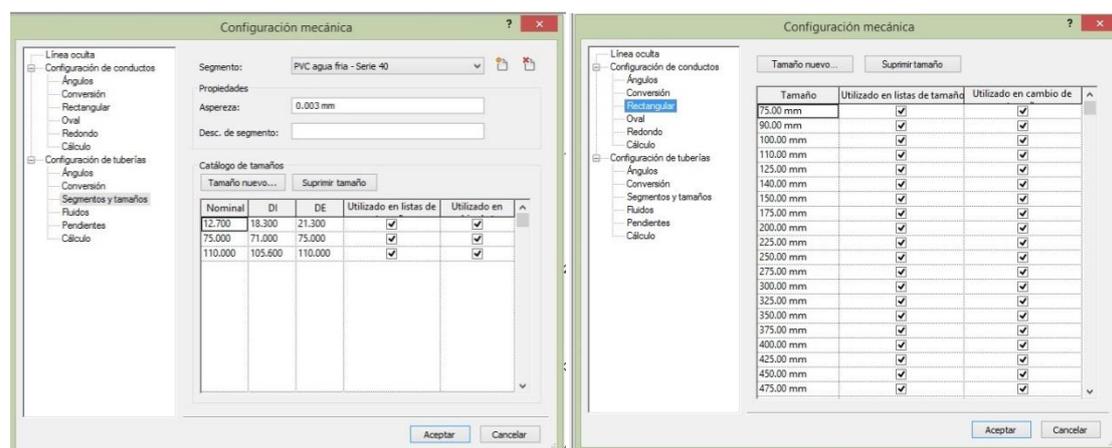
Productos Plastigama modelados para su uso en el software Revit



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 64.

Cuadro de configuración mecánica. Agua potable y Sanitaria



Elaborado por: Marlon Quevedo

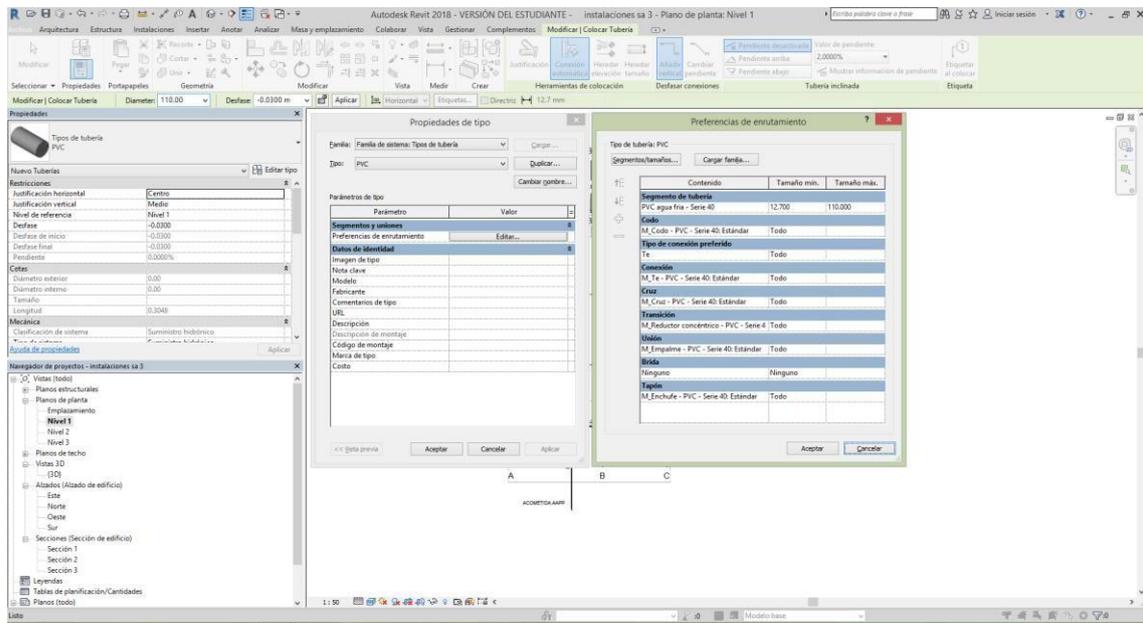
En el gráfico 72, se puede apreciar las distintas configuraciones que se deben realizar. Antes de empezar con la elaboración del diseño de estas configuraciones, depende el segmento y tipo de material a utilizar, donde se asignan los diámetros de las tuberías que se van a usar; los ángulos con los que se va a trabajar, y los diferentes elementos de conexión que se va a emplear.

Luego de esto, se debe crear la librería de tuberías que se va a utilizar. Dentro de las configuraciones de tuberías, colocamos la preferencia de enrutamiento, y esto nos permitirá; se creen segmentos y uniones complementarios a las tuberías conforme a su trazado.

De esta manera se configura, los diámetros mínimos y máximos para cada elemento. Por ejemplo: segmento de tubería, codo, tipo de conexiones, te, cruz, transición, unión y tapón.

Gráfico 65.

Configuración de las tuberías, propiedades y preferencias de enrutamiento.

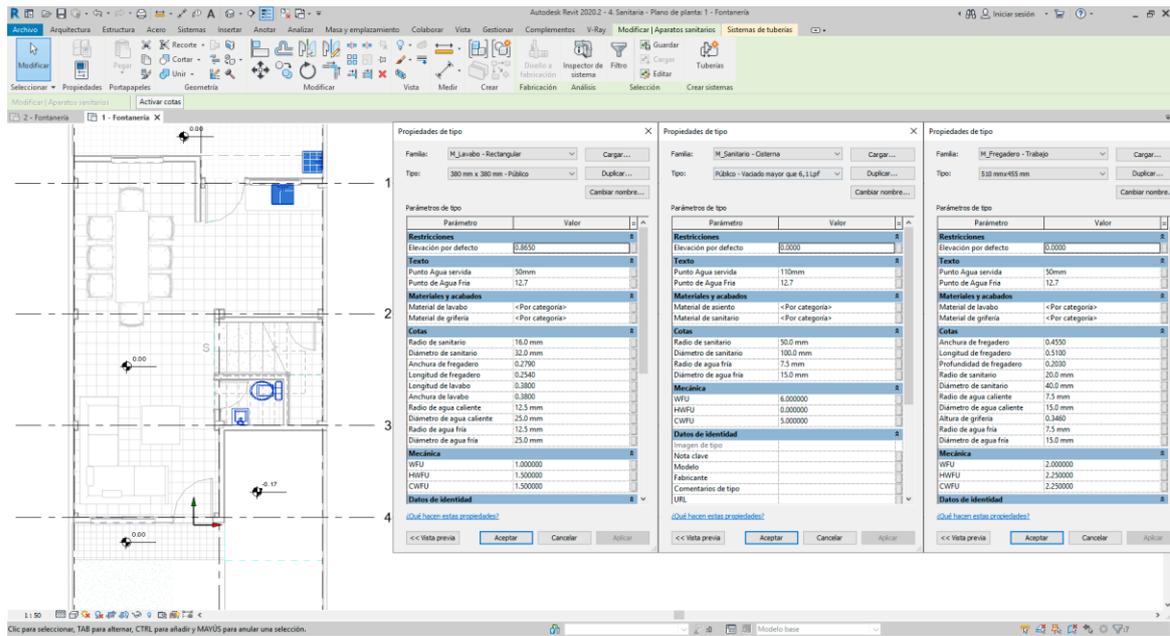


Elaborado por: Marlon Quevedo

Con las configuraciones de las tuberías listas, se procede a colocar los aparatos sanitarios; estos aparatos son diferentes a los mobiliarios sanitarios, ya que cada uno cuenta con la configuración y especificaciones necesarias; para que se pueda desarrollar la plantilla mecánica de las instalaciones, que nos permiten ingresar los datos necesarios; como los diámetros de las conexiones de entrada y salida de agua.

Gráfico 66.

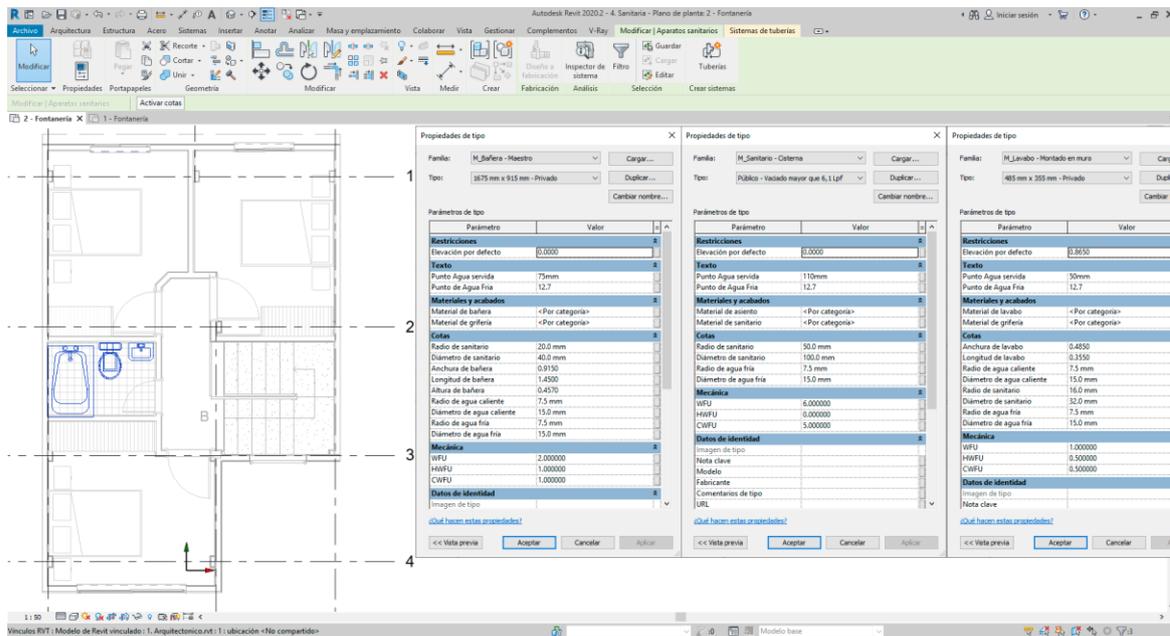
Colocación de los aparatos sanitarios Planta Baja



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 67.

Colocación de los aparatos sanitarios Planta Alta



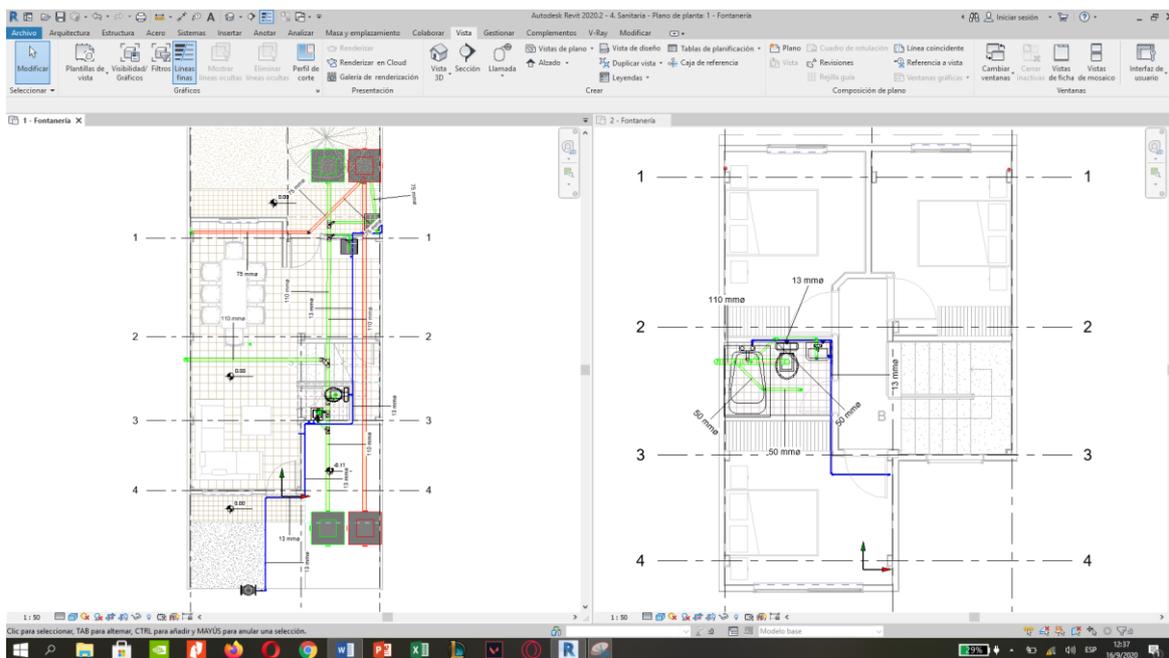
Elaborado por: Marlon Quevedo

Para crear el sistema de tuberías, el software Revit tiene dos opciones: en la primera él se encarga de analizar cuál es la mejor disposición del trazado y cómo ya se configuró previamente las tuberías, los elementos de conexión, los elementos de entrada y salida de agua, el sistema lo crea automáticamente. En la segunda, es crearlo cualquier persona. En cualquiera de las dos opciones, Revit servirá de apoyo e indicará si el sistema de instalaciones creado; funciona correctamente.

Dentro de estos aparatos sanitarios, se necesitará dos diferentes tipos de conexión, el agua potable e instalaciones sanitarias. El proceso de creación del sistema es el mismo, lo que cambia es el papel que desenvuelve cada uno. Por un lado sabemos que un sistema abastecerá de agua y otro, eliminará las aguas servidas.

Gráfico 68.

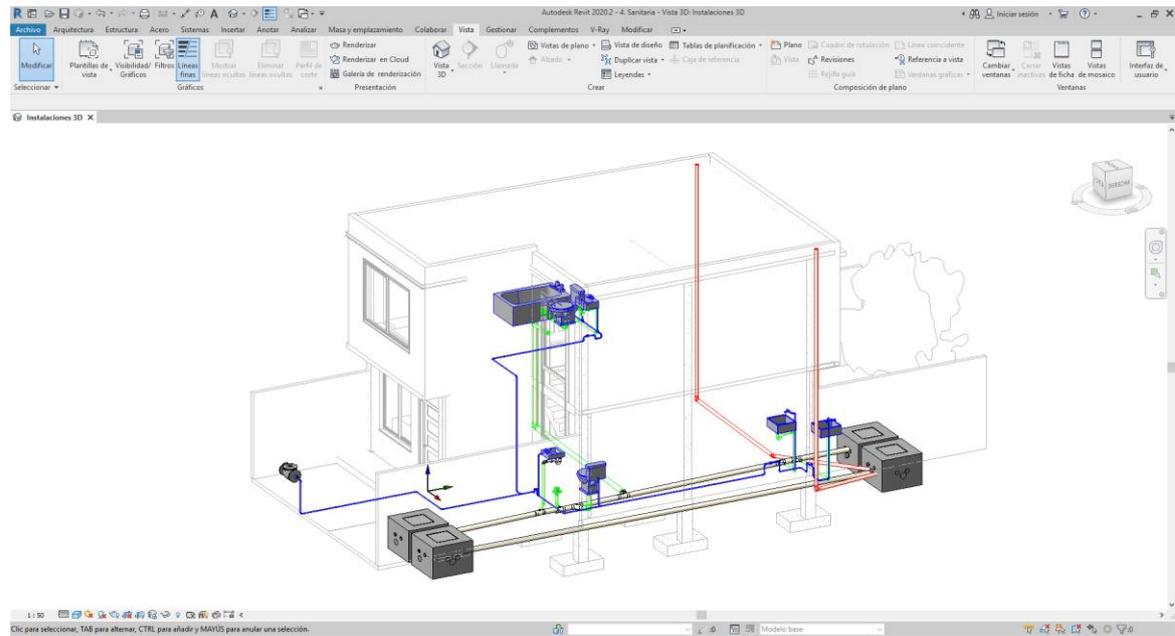
Modelado de instalaciones de agua potable y sanitaria, Visión 2D



Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 69.

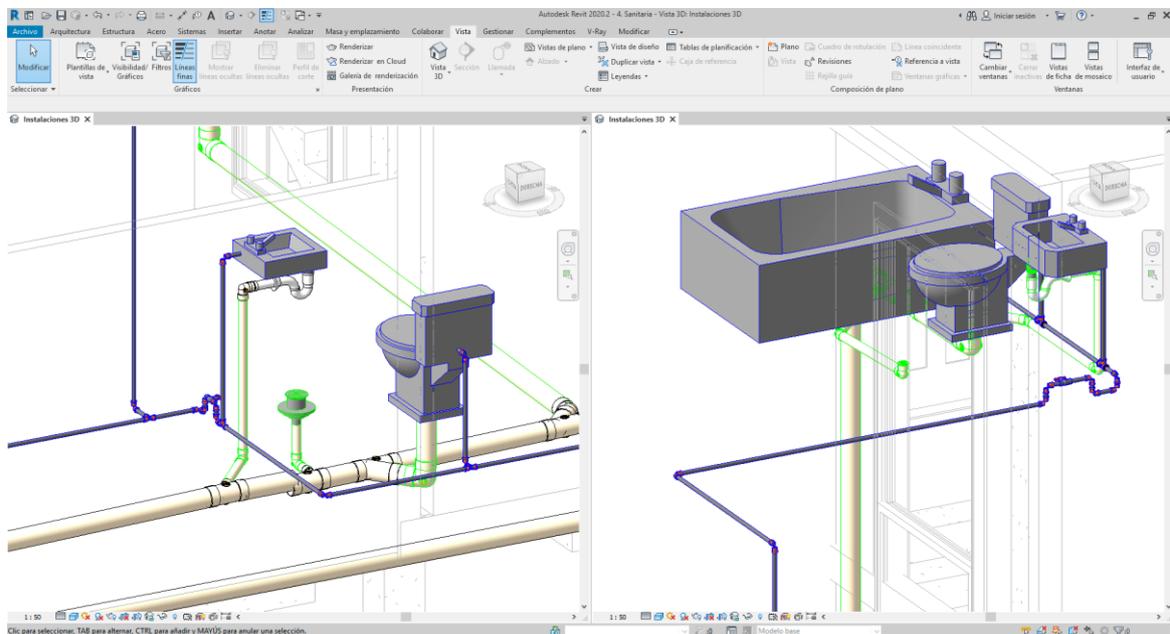
Modelado instalaciones de agua potable y sanitarias, Visión 3D

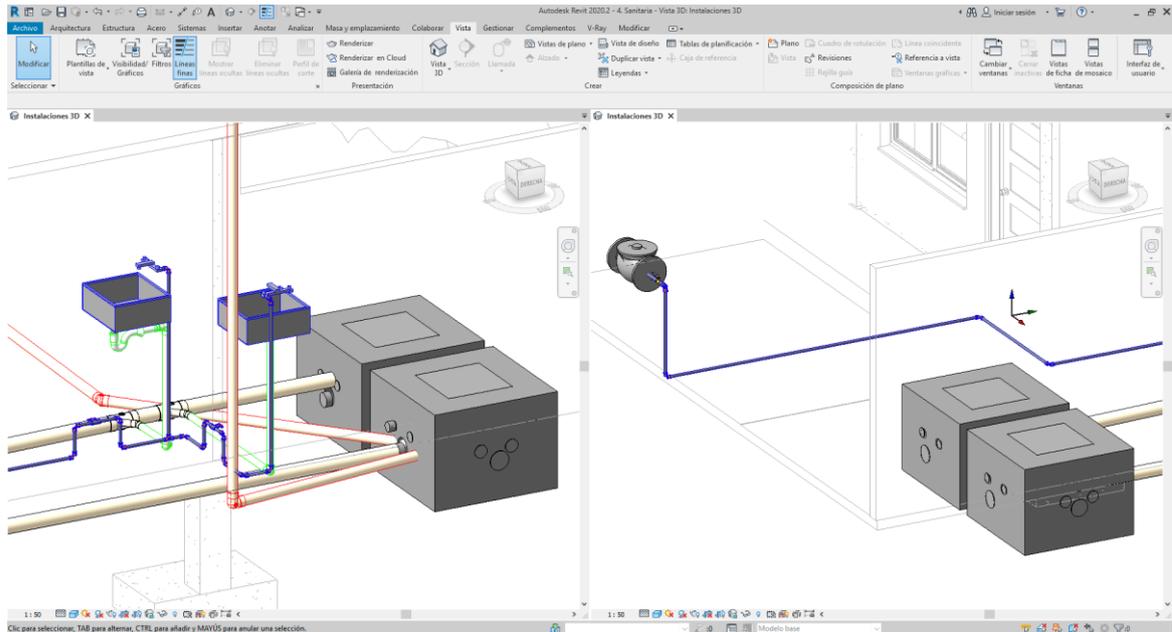


Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 70.

Zoom hacia las instalaciones de agua potable y sanitarias, Visión 3D





Elaborado por: Marlon Quevedo

En el diseño de instalaciones eléctricas, de la misma manera; se trabaja en la plantilla mecánica eléctrica, como lo mencionado anteriormente; cada quien trabaja con sus especificaciones técnicas.

Gráfico 71.

Herramientas de la plantilla mecánica.

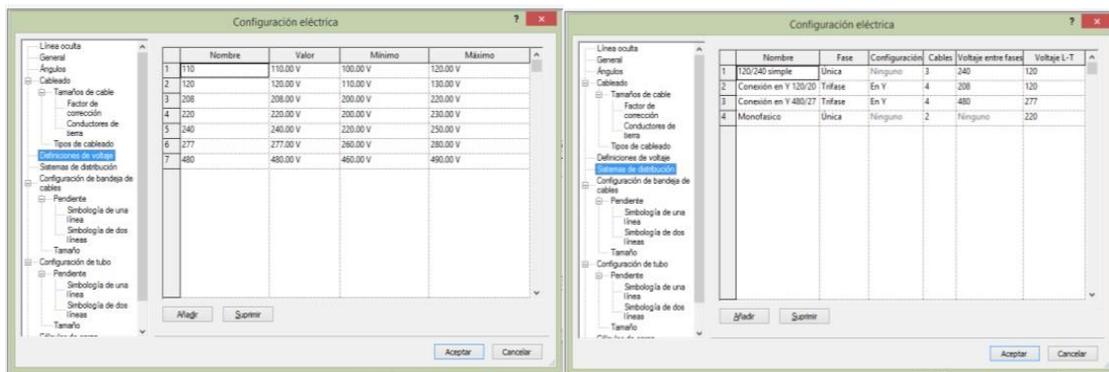
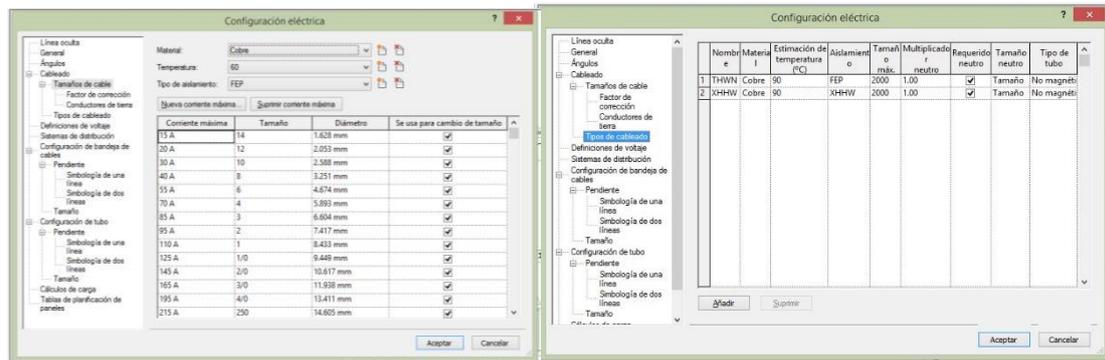


Elaborado por: Marlon Quevedo

De igual manera, para trabajar en el diseño de las instalaciones eléctricas; es necesario primero configurar el material o tipo de cable que se va a utilizar, la corriente máxima, la definición del voltaje y el sistema de distribución. De igual forma, se utilizó las especificaciones técnicas de la norma ecuatoriana de la construcción.

Gráfico 72.

Cuadro de Configuración mecánica eléctricas.



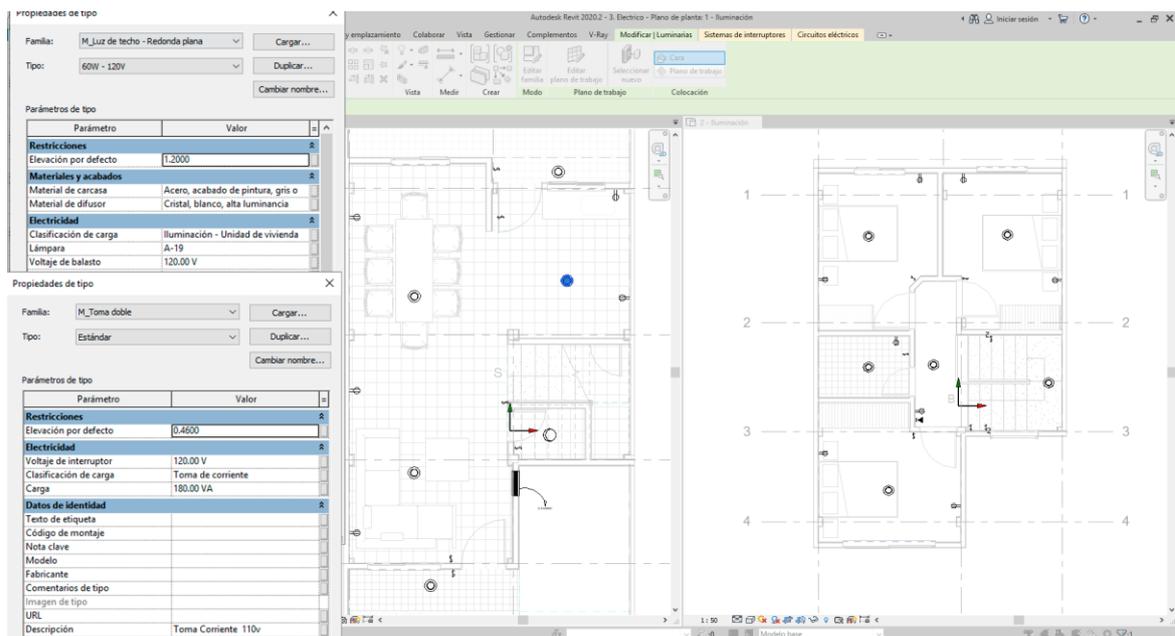
Elaborado por: Marlon Quevedo

Para el desarrollo del sistema eléctrico se trabaja en dos partes que comprenden: la red de iluminación y red de tomacorrientes. De esta manera, se logra crear un diseño ordenado y fácil de entender.

Tanto en la red de iluminación como en la de tomacorrientes, se empieza con la colocación de los aparatos correspondientes.

Gráfico 73.

Colocación de las luminarias e interruptores.



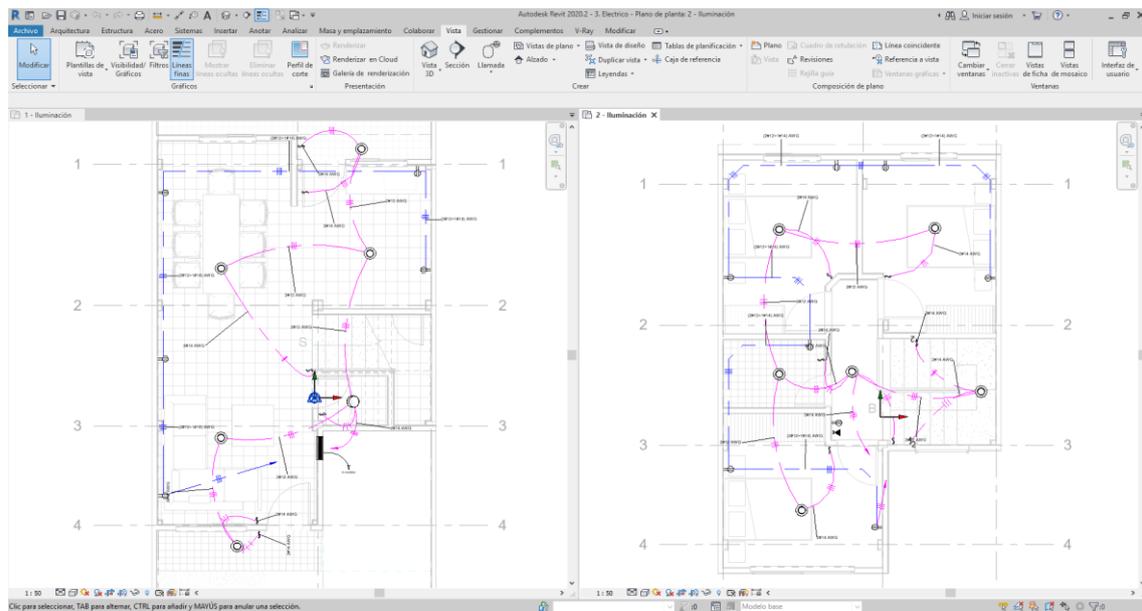
Elaborado por: Marlon Quevedo

Con la disposición de las luminarias e interruptores, se crea el circuito eléctrico; similar a cómo fue en el procedimiento de instalaciones sanitarias o potables. El programa genera un circuito adecuado para el proyecto o bien se lo crea con la misma ayuda de Revit, comprobando que el circuito se ha creado correctamente.

La red de tomacorrientes se trabaja de igual forma, primero se coloca los elementos y luego se crea el circuito eléctrico.

Gráfico 74.

Circuito eléctrico de iluminación y tomacorrientes.



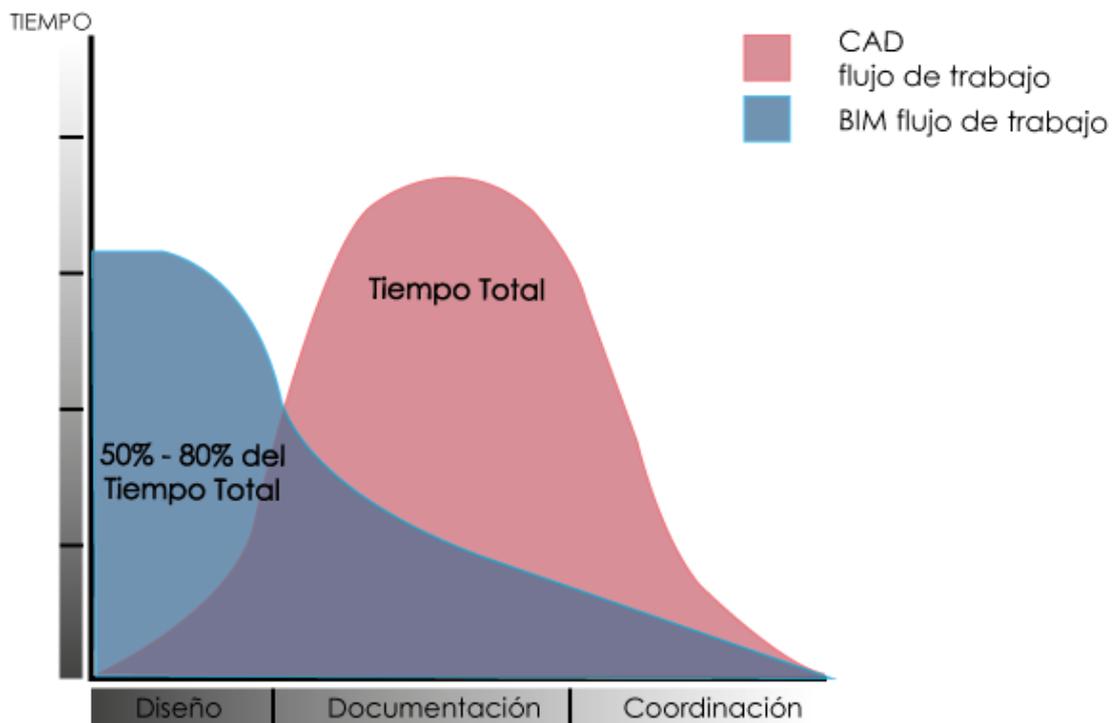
Elaborado por: Marlon Quevedo

CAPÍTULO 3: COMPARACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS CAD Y LA METODOLOGÍA BIM.

Una de las principales diferencias del CAD y BIM, es la forma en la que se desarrolla un proyecto y la forma en la que se gestiona la información del mismo.

Gráfico 75.

Tiempo total de desarrollo del proyecto entre CAD y BIM



Fuente: (Arquiparados, 2017)

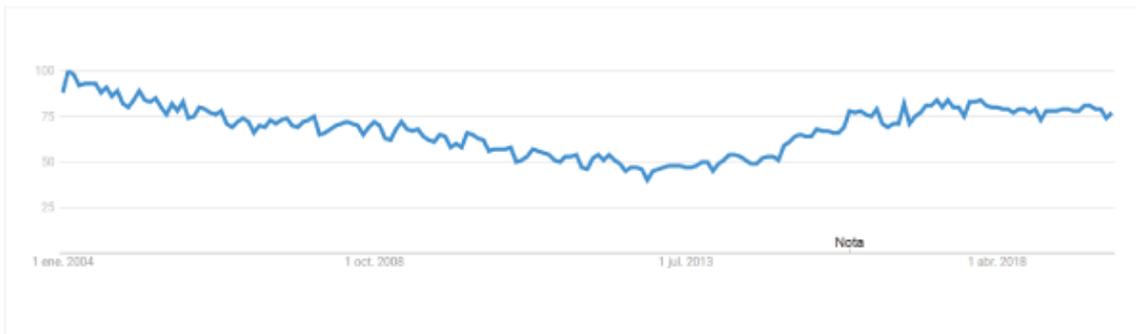
Elaborado por: Marlon Quevedo

En el gráfico 83, podemos interpretar que el tiempo requerido para el desarrollo de un proyecto; es la mayor diferencia entre el BIM y el CAD. Mientras que en el proceso CAD, empieza consumiendo poco tiempo. A medida que se avanza, va incrementando. En BIM es en decreciente, desde los primeros diseños; hasta su ejecución.

Utilizando la herramienta Google Trends, que permite conocer la evolución del volumen de búsqueda de un término concreto, aporta un dato para conocer la aceptación o popularidad a nivel mundial de cada uno.

Gráfico 76.

Evolución de la búsqueda del término CAD a nivel mundial

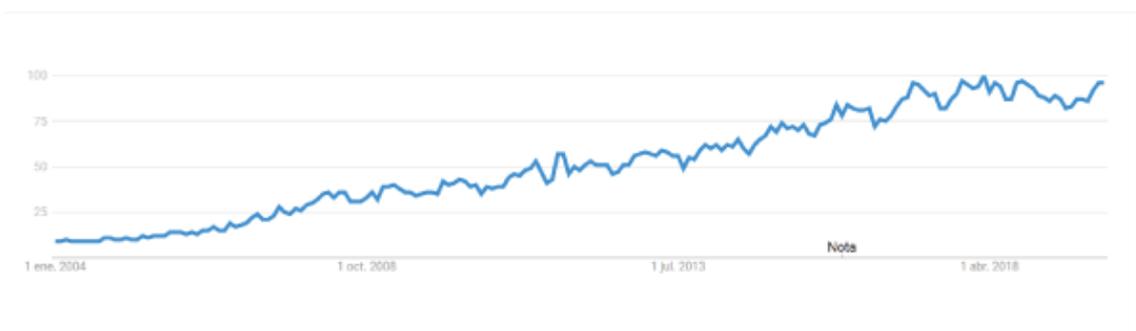


Fuente: (Google Trends, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 77.

Evolución de la búsqueda del término BIM a nivel mundial



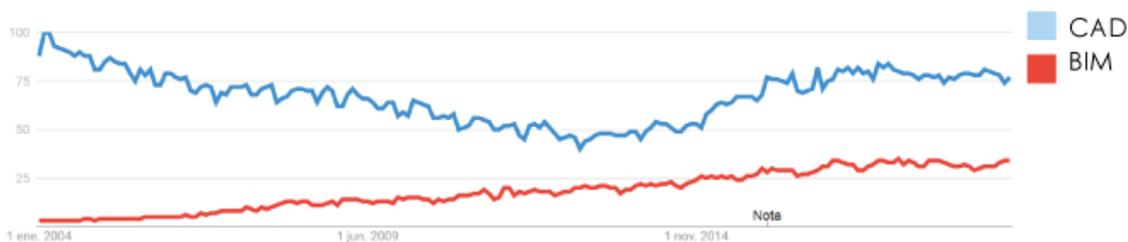
Fuente: (Google Trends, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

En el gráfico 84-85, se observa que poco a poco la popularidad del CAD se va desgastando; mientras que al contrario en el BIM, se va abriendo camino y se ha vuelto de interés a nivel mundial.

Gráfico 78.

Comparativo de los términos CAD y BIM, a nivel mundial.



Fuente: (Google Trends, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

En el gráfico 86, es notable que el CAD abarca un terreno más amplio que el BIM; pero los expertos aseguran que la metodología BIM, se acabará imponiendo después de todo; porque será fundamental esta metodología, para poder trabajar en el desarrollo y gestión de los proyectos en el futuro; en el sector de la construcción. Cabe enfatizar que cualquier revolución tecnológica representa un reto, sobre todo; en el momento de su implementación en los distintos sectores y organizaciones.

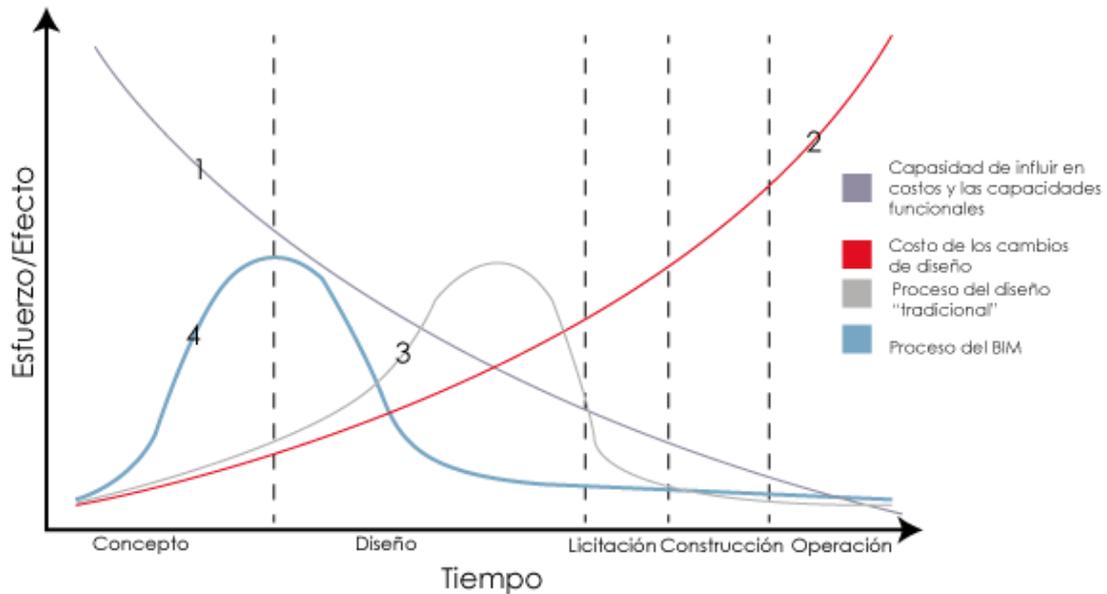
Los beneficios en general que esta nueva plataforma ofrece son evidentes. Un estudio del Centro de Ingeniería, para la Integración de Facilidades en la Universidad de Stanford, basado en 32 proyectos que utilizaron BIM concluye en lo siguiente:

Con un 40 por ciento de reducción en los cambios fuera del presupuesto, un incremento de 3 por ciento en la precisión en los costos estimados, y una disminución del 80 por ciento en el tiempo requerido, para la elaboración de los costos estimados.

Un ahorro de 10 por ciento en el valor de contrato al eliminar errores, interferencias en las distintas fases del proyecto, reducción del 7 por ciento en el tiempo de ejecución.

Gráfico 79.

Esfuerzo tiempo del proceso de gestión de proyecto.



Fuente: (Gonzalez, Gámez, & Soler, 2014)

Elaborado por: Marlon Quevedo

De forma resumida, se puede entender que la línea 1 representa la habilidad para impactar en costo y capacidad. Entre más alta es la línea, mayor impacto representa para el proyecto; conociendo que la etapa de prediseño y diseño son las más influyentes en costo y funcionalidad. La línea 2 simboliza la suma de los cambios en el diseño, se observa que mientras mayor sea el tiempo transcurrido; mayor es el costo y el esfuerzo. La línea 3 se refiere a la forma tradicional de realizar la gestión de diseño del proyecto, mientras que la línea 4 señala la forma en la que BIM implementa la gestión de diseño.

La implantación de la metodología BIM en el mercado de la construcción como en las empresas de ingeniería y arquitectura, está siendo considerada como una

revolución sin precedentes. Tanto que ni siquiera, el cambio que trajo la utilización de programas CAD; para la realización de los planos del proyecto, es comparable.

El uso recomendado y hasta obligatorio en algunos países, ha sido un plus para dar a conocer esta metodología. Tal es el caso de España donde el uso del BIM es obligatorio en licitaciones públicas de edificación desde el año 2018. Es por ello, que es necesario dar a conocer esta metodología en nuestro país a nivel de las empresas públicas.

Es muy importante entender las diferencias que hay a la hora de llevar a cabo un proyecto mediante las herramientas CAD y la metodología BIM.

La principal diferencia entre estas dos maneras de gestionar proyectos, es que el uso de CAD; se limita únicamente al uso del software de dibujo y el BIM es una metodología que relaciona toda la información del proyecto. Al hablar de CAD lo primero que se piensa es que estamos utilizando un programa de dibujo asistido por un ordenador. Las aplicaciones CAD, imitan el proceso tradicional de lápiz y papel en 2D; creados a partir de elementos simples como: líneas, trazos y textos.

En el caso del BIM es muy diferente, ya que no solo es un software en el que podemos realizar nuestros proyectos; sino engloba mucho más, El Building Information Modelling se tiene que interpretar como una metodología de trabajo, en la que aparte de ser una herramienta que nos permite visualizar tridimensionalmente el proyecto; es posible de analizar el presupuesto de la obra, los tiempos de construcción, evaluar su sostenibilidad, etc. Básicamente estas son las principales diferencias entre CAD y BIM.

Esta metodología permite el trabajo colaborativo, es decir; que todos los colaboradores puedan trabajar sobre un mismo modelo, generando una comunicación más fluida entre las distintas partes que comprenden la obra; ya que los equipos de

ingenieros, arquitectos, presupuestarios, las empresas encargadas de construcción, hasta el proveedor de materiales; trabajen en un mismo entorno, como equipo.

Además, la metodología BIM permite el trabajo en equipo sobre el mismo modelo; hace posible encontrar y solucionar errores en la etapa de diseño, que en el caso de trabajar con CAD; solo se lo hubiera identificado en la fase de construcción.

Otro de los beneficios que nos ofrece el BIM, es poder realizar un seguimiento de la vida útil de la obra; en el mismo modelado que se trabajó la fase de diseño y construcción, sin necesidad de crear nuevos archivos; actividad que en CAD es imposible hacerlo.

Por otra parte, la interoperabilidad entre programas que se dan en BIM es muy generosa, ya que se puede compartir archivos; transmitir datos, facilitando las operaciones acortando tiempo y recursos.

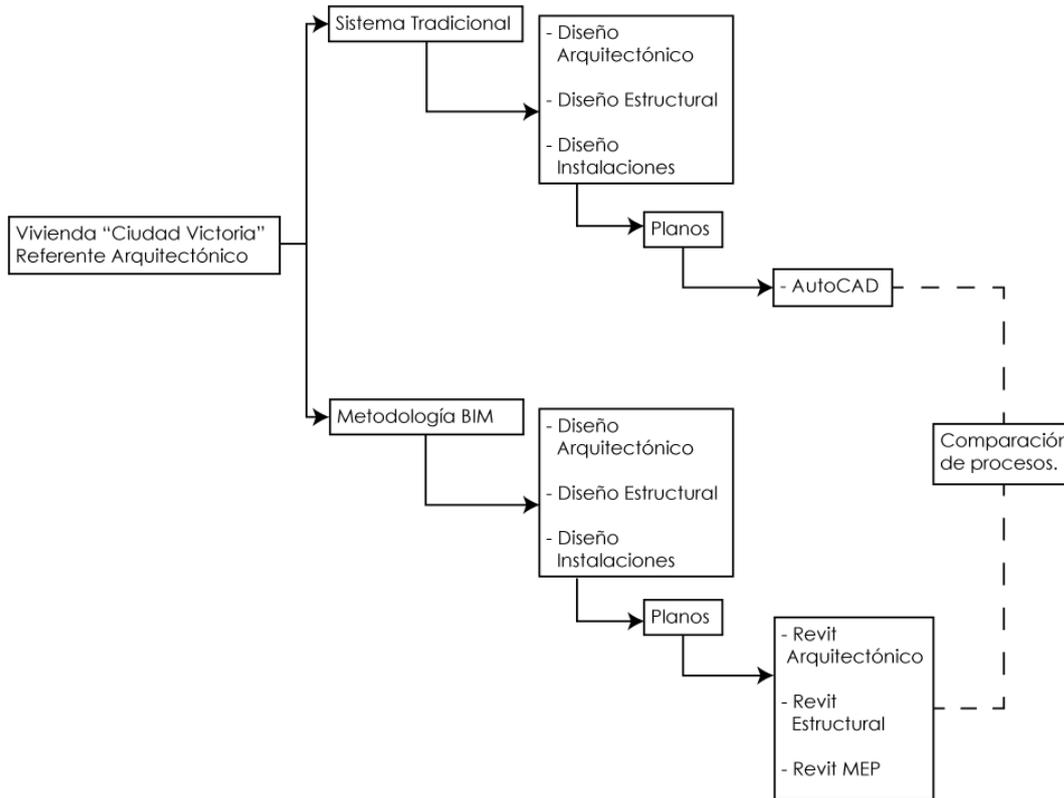
Es importante aclarar que la manera de desarrollar un proyecto en cada uno de estos programas, es completamente distinta. En la industria de la construcción se usaba constantemente CAD, para la elaboración de los diseños bidimensionales; pero con la llegada del BIM, gracias a los análisis de modelo en tiempo real y visualización en 3D; poco a poco va ganando más espacio en el mercado.

En este caso, para la metodología BIM se decidió aplicarla, tomando como ejemplo un caso de estudio ya construido. Se trata de un proyecto realizado por la Empresa Municipal VIVEM EP “Ciudad Victoria”; un proyecto habitacional de interés social, en el cual el programa seleccionado para su elaboración es Autodesk Revit.

Finalmente, la comparación que se va realizar es el resultado arquitectónico y aporte de datos que se obtiene en los dos programas seleccionados. Por un lado el AutoCAD, y por el otro Autodesk Revit.

Gráfico 80.

Esquema del Proceso de Diseño y Comparación

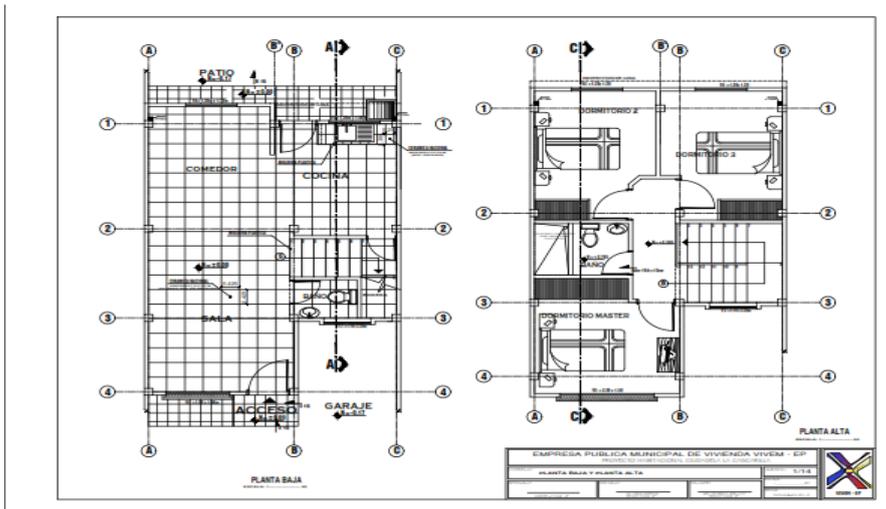


Elaborado por: Marlon Quevedo

En el gráfico 80, se puede apreciar un esquema que permite identificar el proceso de diseño, y a su vez da una pauta referencial; de cómo se llevará a cabo el trabajo de comparación.

Gráfico 81.

Plantas Arquitectónicas obtenidas del software AutoCAD

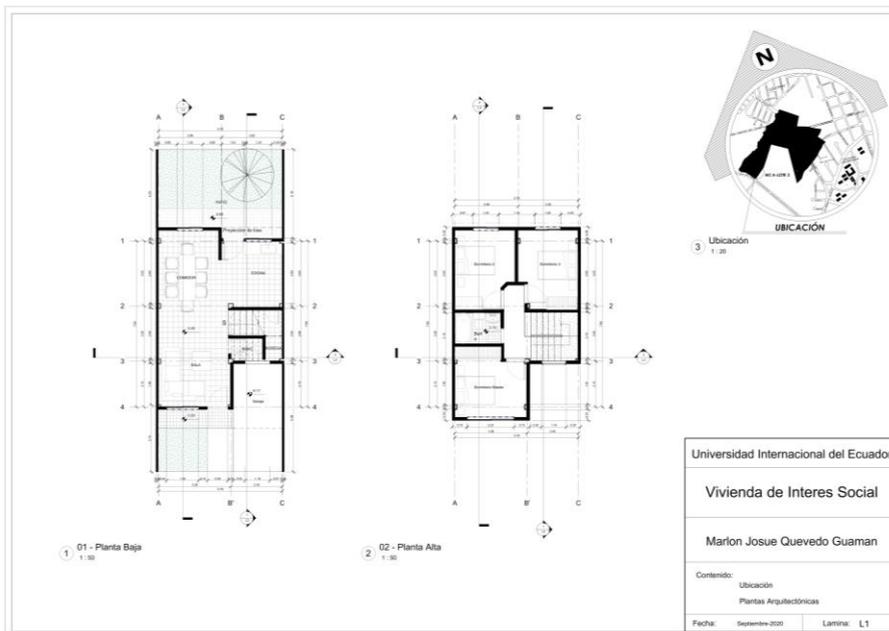


Fuente: VIVEM EP (2014)

En el grafico 81 podemos apreciar las plantas arquitectónicas producto de la utilización del software AutoCAD, en la cual si bien se cuenta con la información necesaria es un modelo únicamente bidimensional.

Gráfico 82.

Planta Arquitectónica obtenida por el software Revit



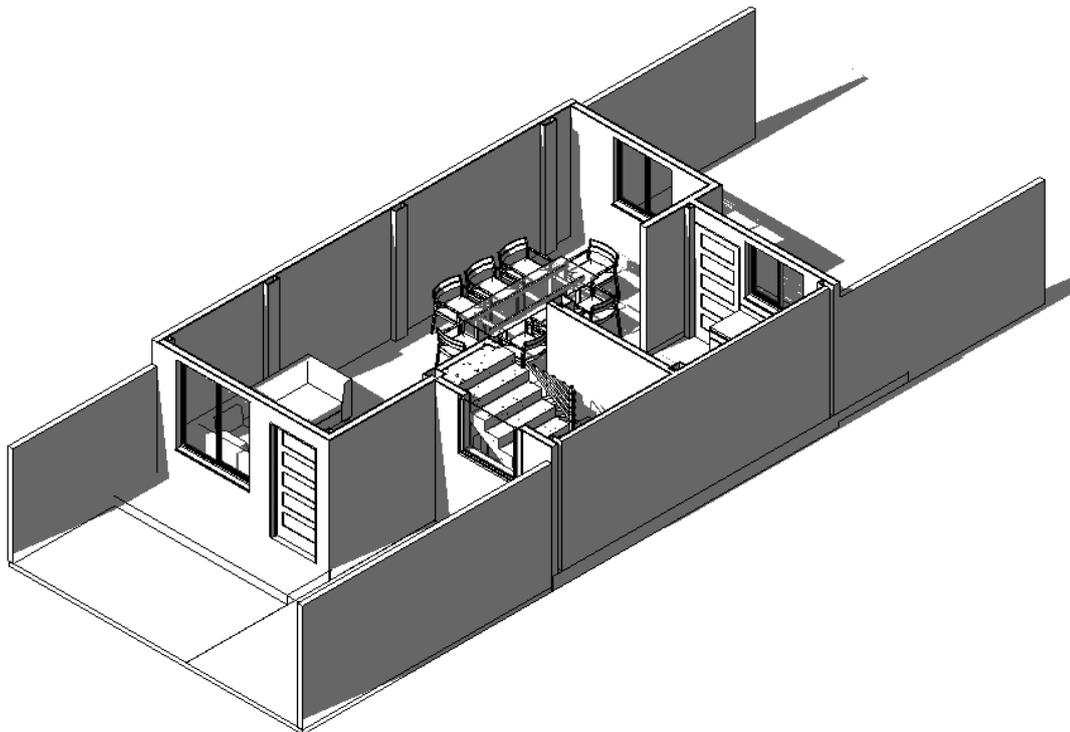
Fuente: (REVIT, 2020)

En el siguiente Grafico 82, tenemos el mismo proyecto realizado en la metodología BIM. A primera instancia podemos apreciar una similitud con el resultado de AutoCAD, pero aquí podemos entender que desde el inicio se puede apreciar las diferencias de cada uno; ya que no es un modelo bidimensional, más bien se basa en la creación de un modelo central, que consiste en una recreación virtual del edificio a construir; del cual se puede obtener toda la información necesaria para el proyecto.

En el grafico 83-84 se puede apreciar de una manera más clara, el factor espacial de la vivienda; pudiendo ver con claridad la disposición de espacios, y la funcionalidad de los mismos.

Gráfico 83.

Perspectiva planta baja, obtenida por el software Revit

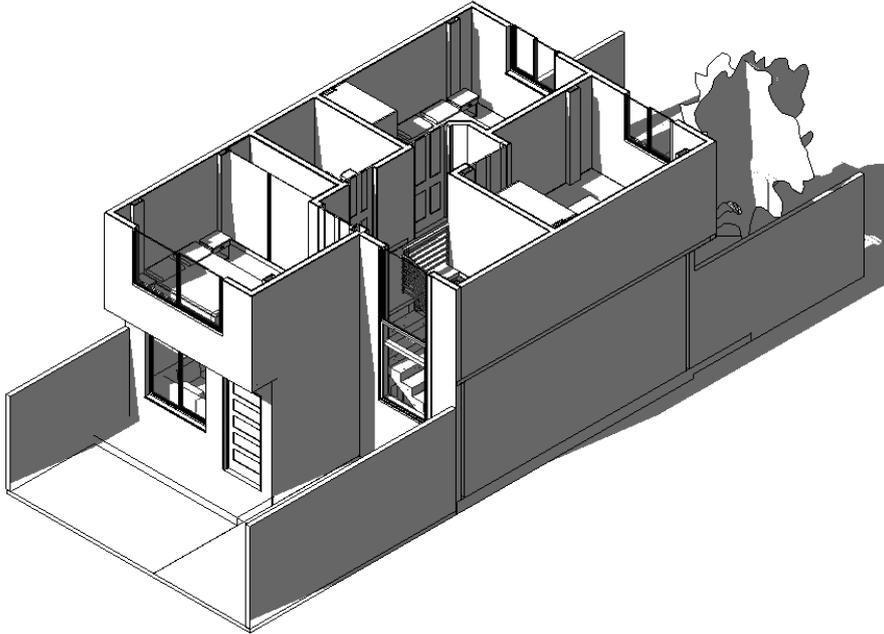


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 84.

Perspectiva planta alta, obtenida por el software Revit



Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 85.

Emplazamiento y Elevaciones obtenidos por el software AutoCAD



Fuente: VIVEM EP (2014)

Gráfico 86.

Emplazamiento y Elevaciones obtenidos por el software Revit

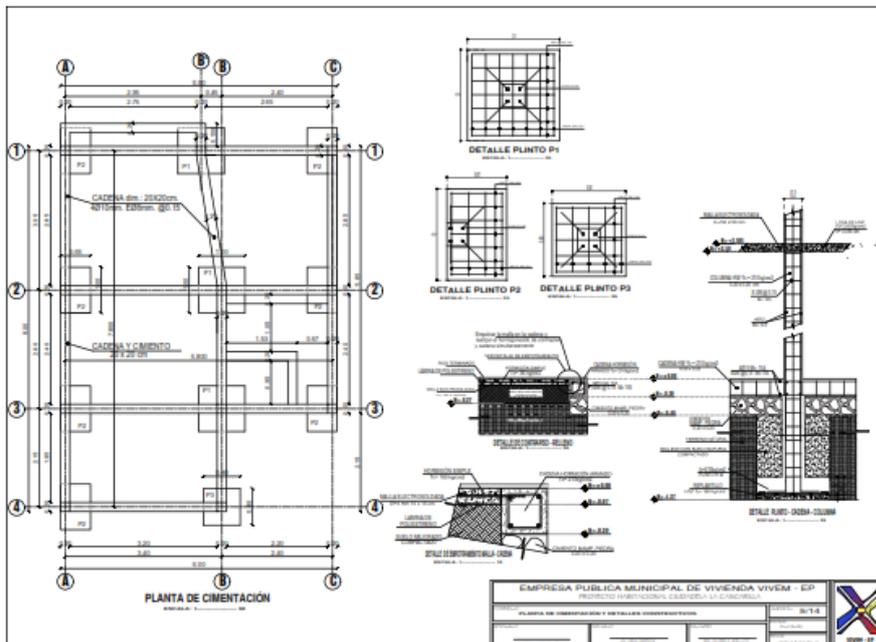


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 87.

Planta de Cimentación y detalles estructurales, por el software AutoCAD



Fuente: VIVEM EP (2014)

Grafico 88.

Planta de Cimentación y detalles estructurales 1, por el software Revit

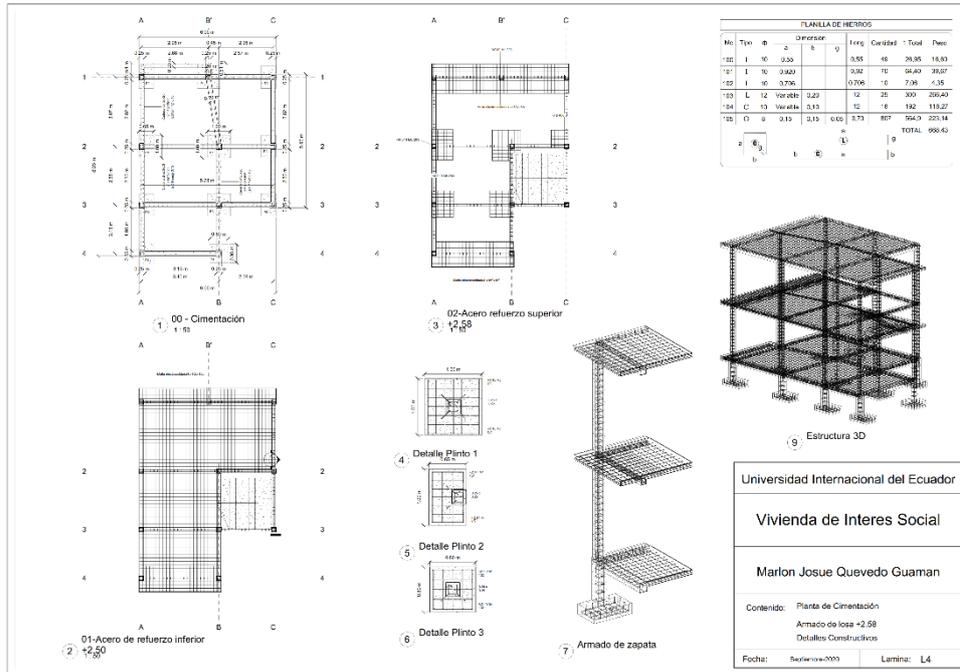
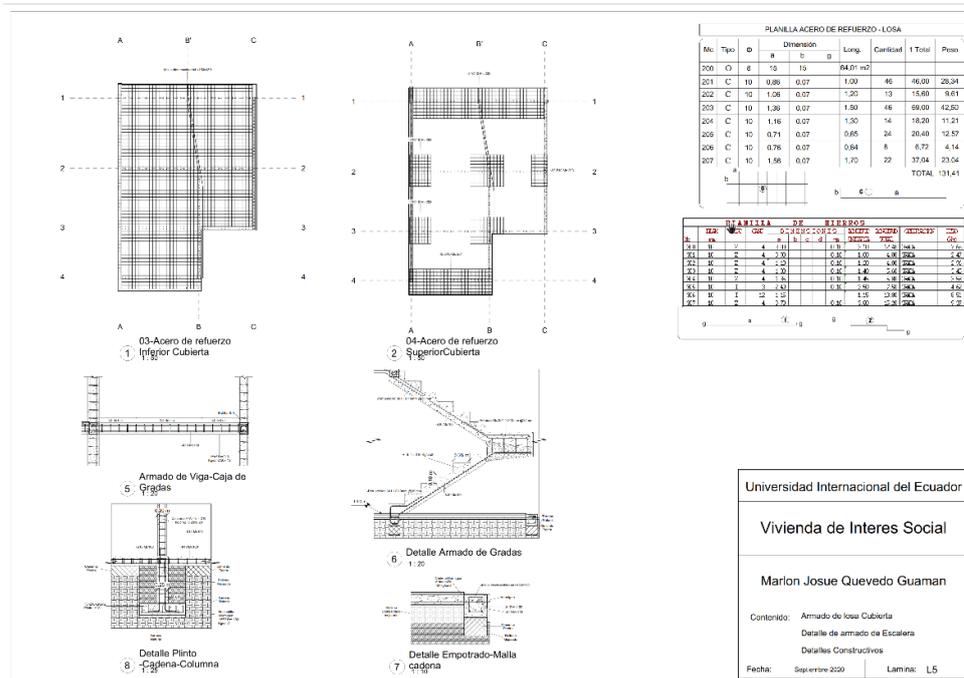


Grafico 89.

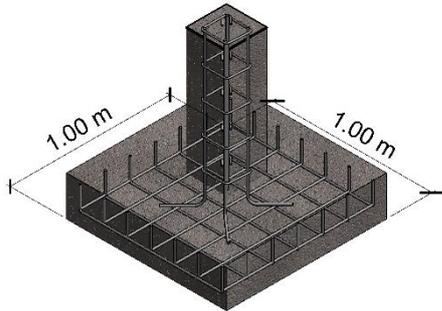
Planta de Cimentación y detalles estructurales 2, por el software Revit



Fuente: (REVIT, 2020)
Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 90.

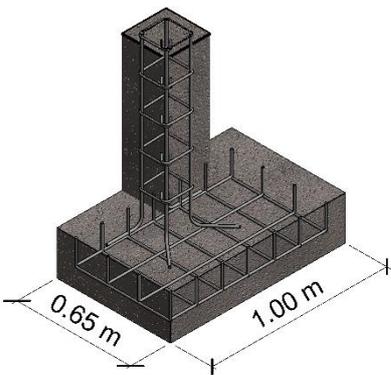
Plinto 1, detalle estructural obtenido en el software Revit



Fuente: (REVIT, 2020)
Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 91.

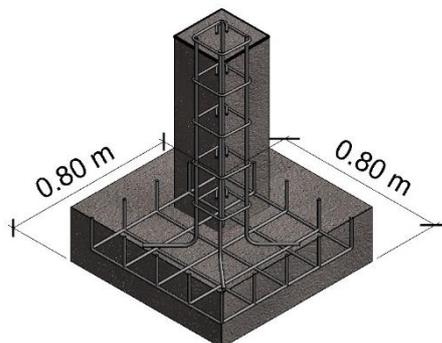
Plinto 2, detalle estructural obtenido en el software Revit



Fuente: (REVIT, 2020)
Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 92.

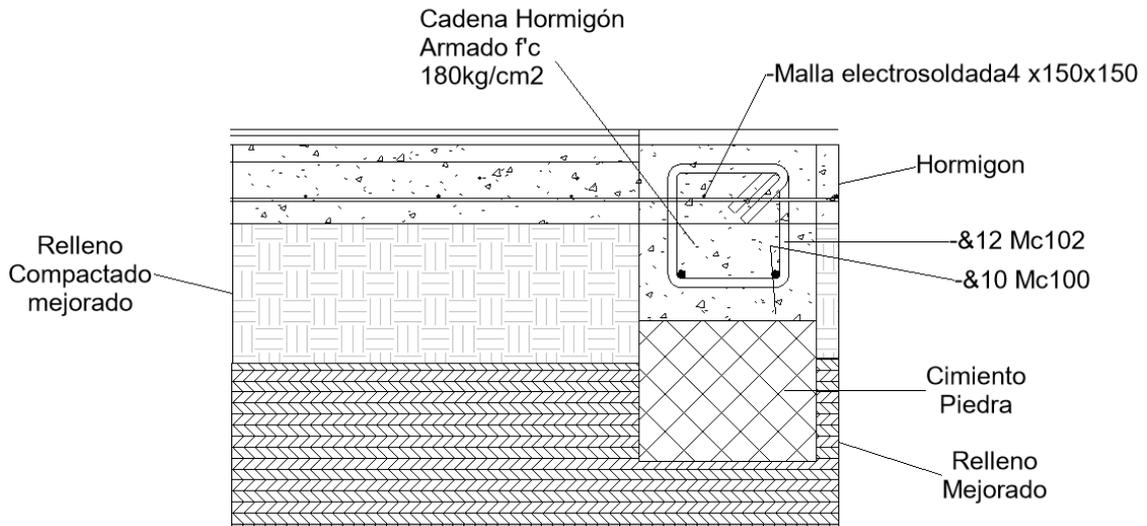
Plinto 3, detalle estructural obtenido en el software Revit



Fuente: (REVIT, 2020)
Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 93.

Detalle Empotrado Malla – Cadena, obtenido con el software Revit.

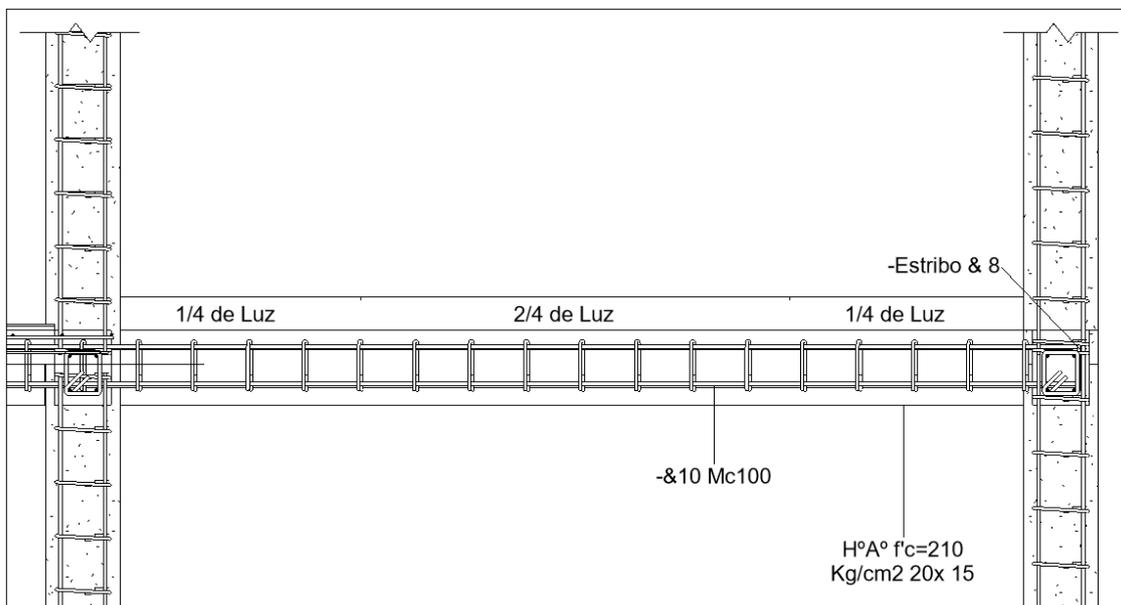


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 94.

Detalle Armado de Viga – Caja de Gradas, obtenido con el software Revit.

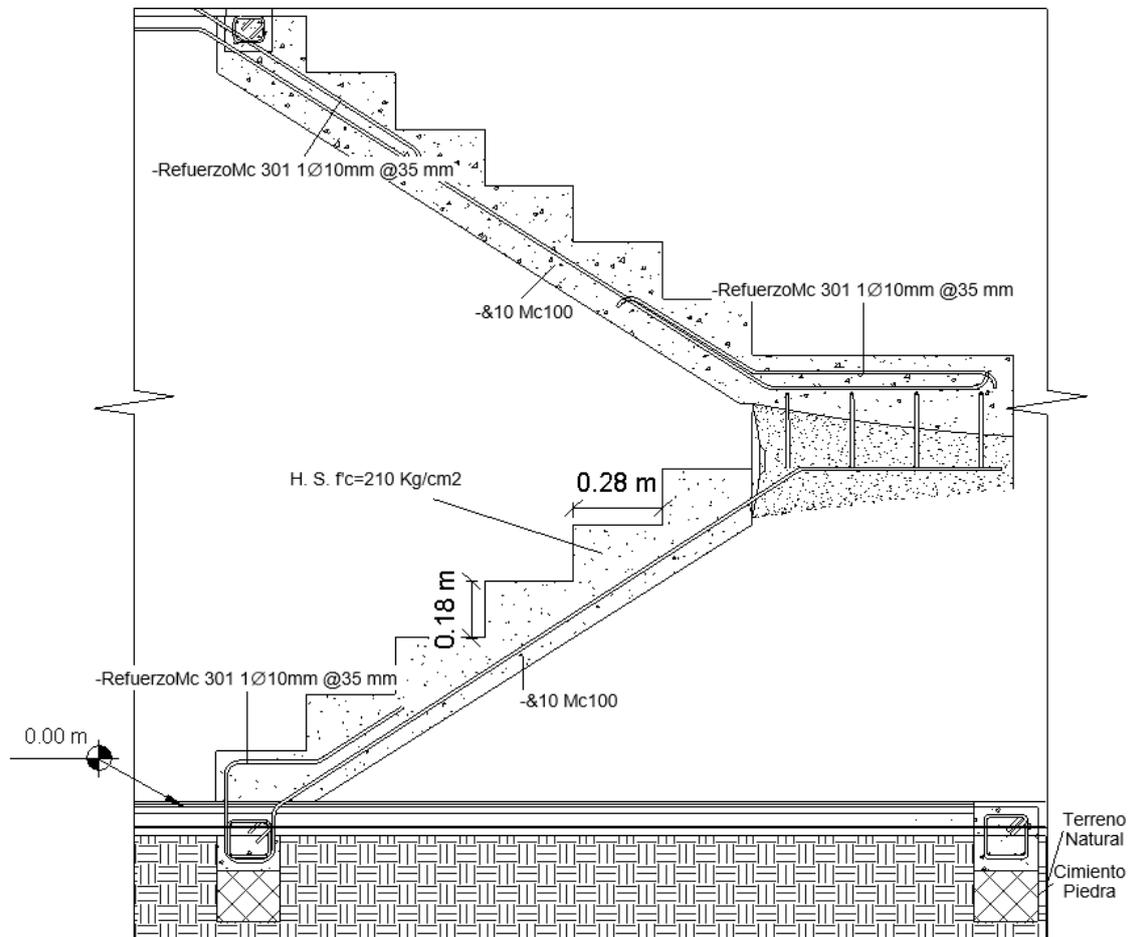


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 95.

Detalle Armado de Gradadas, obtenido con el software Revit.

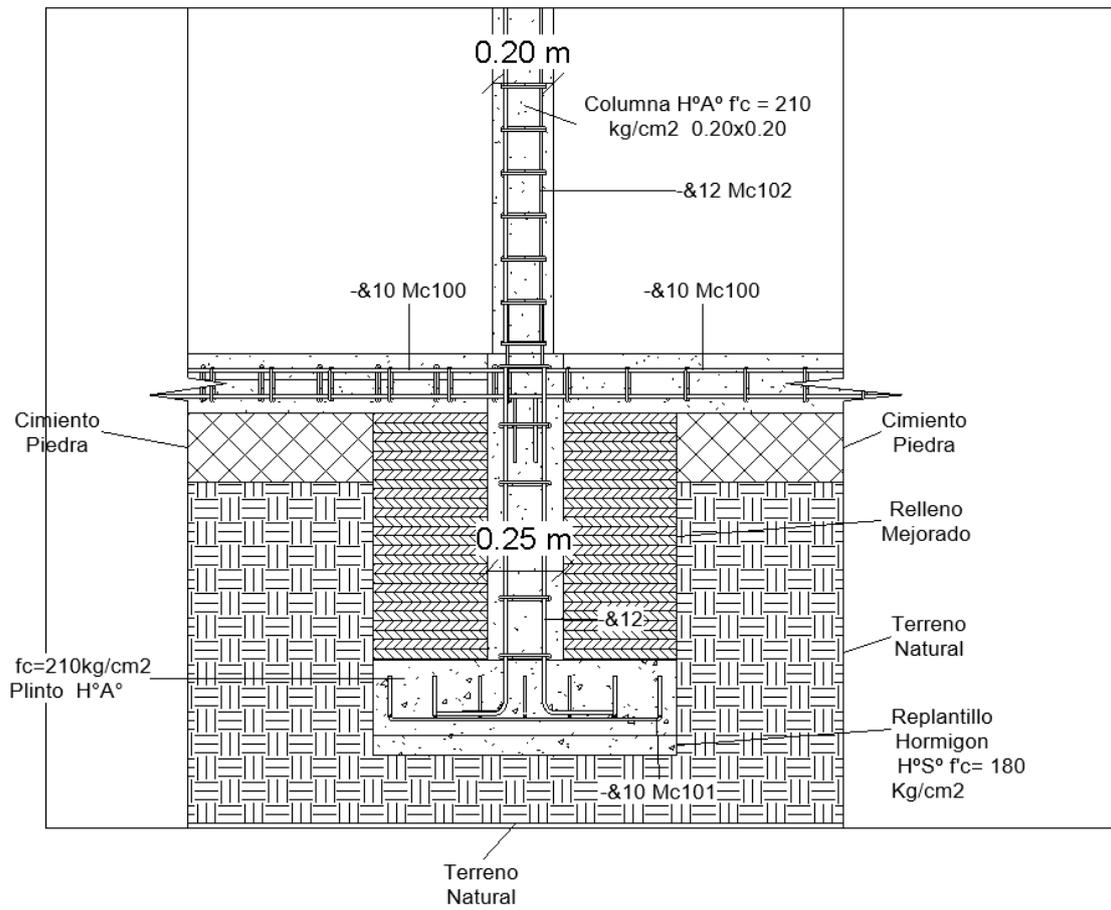


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 96.

Detalle Armado de Gradass, obtenido con el software Revit.

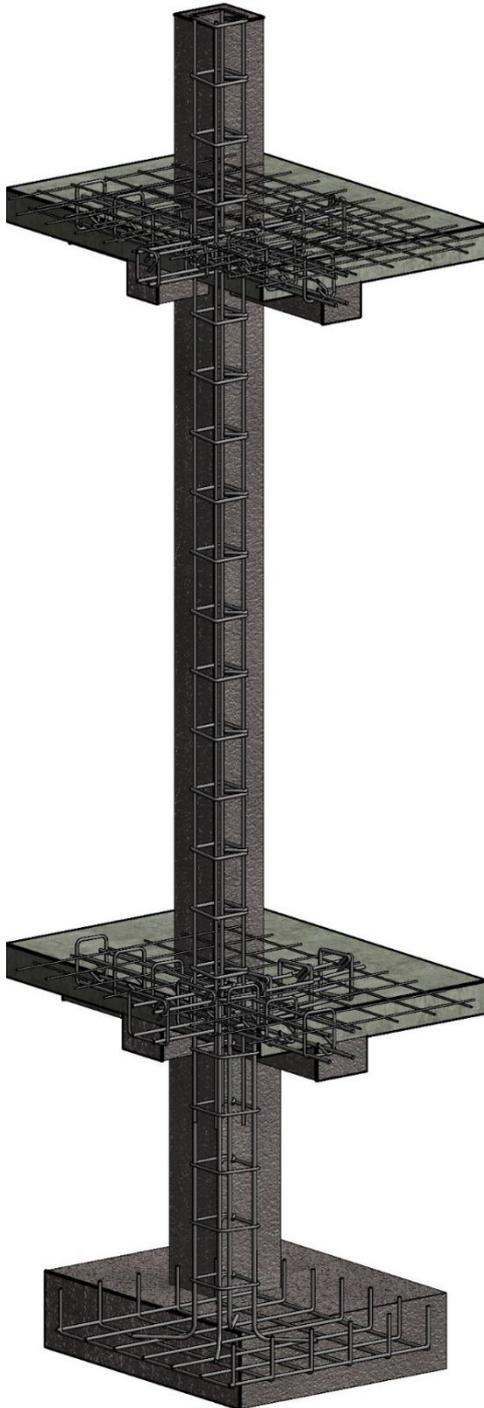


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 97.

Detalle Estructural de la Vivienda, obtenido con el software Revit



Fuente: (REVIT, 2020)

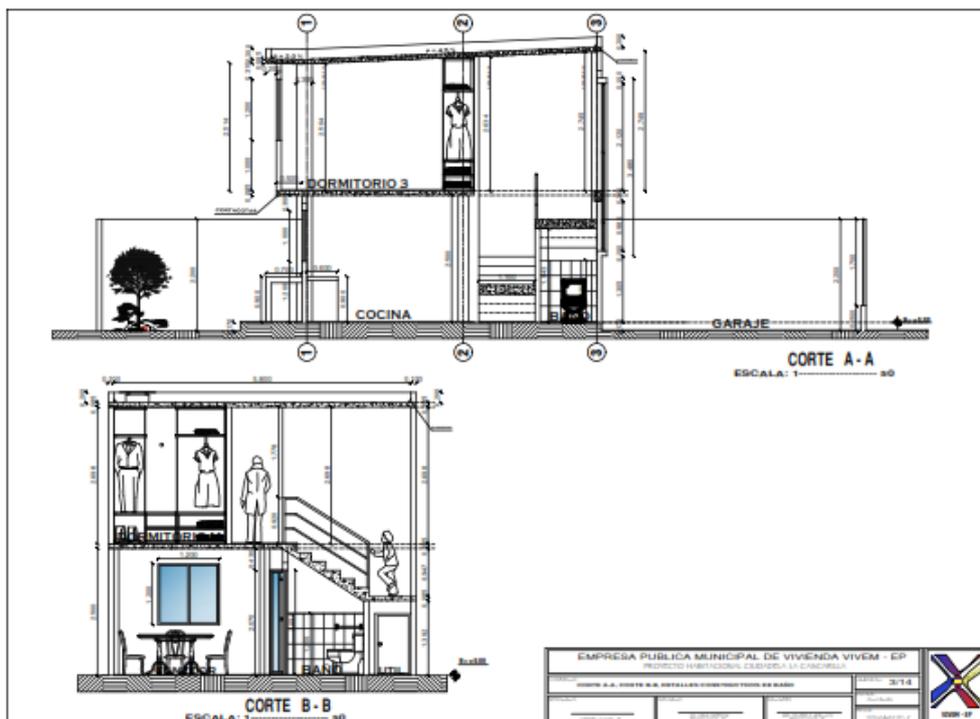
Elaborado por: Marlon Quevedo

La visualización del modelo estructural del proyecto dentro de la metodología BIM, nos permite entender y apreciar de una manera más clara; ya que se logra detallar el proyecto con cada una de sus características estructurales. En los Gráficos 90 al 97, podemos apreciar el armado estructural, la unión de cada uno de sus elementos, y las dimensiones de cada una de sus piezas.

En el caso de las secciones, la representación gráfica que ofrece el BIM; presenta más información que un dibujo de sección arquitectónica realizado con software CAD. En los Grafico 98 - 99 se puede ver que en las secciones del proyecto obtenida en CAD, se suele dar información básica y mayor relevancia a la ambientación; pudiendo ser más susceptible de errores de dibujo que muchas veces se arrastran a errores en la construcción.

Gráfico 98.

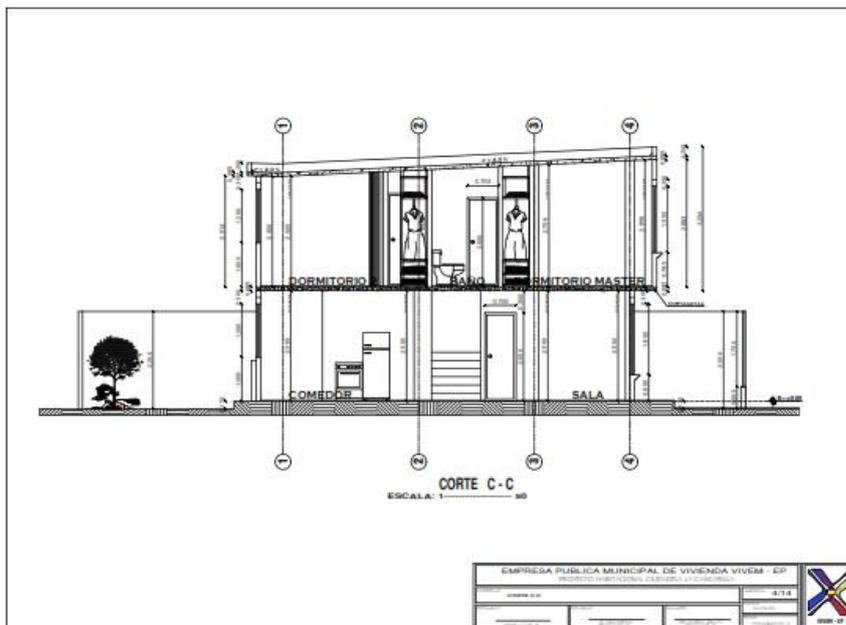
Secciones Constructivas "A-A" y "B-B", obtenidas con el software AutoCAD



Fuente: VIVEM EP (2014)

Gráfico 99.

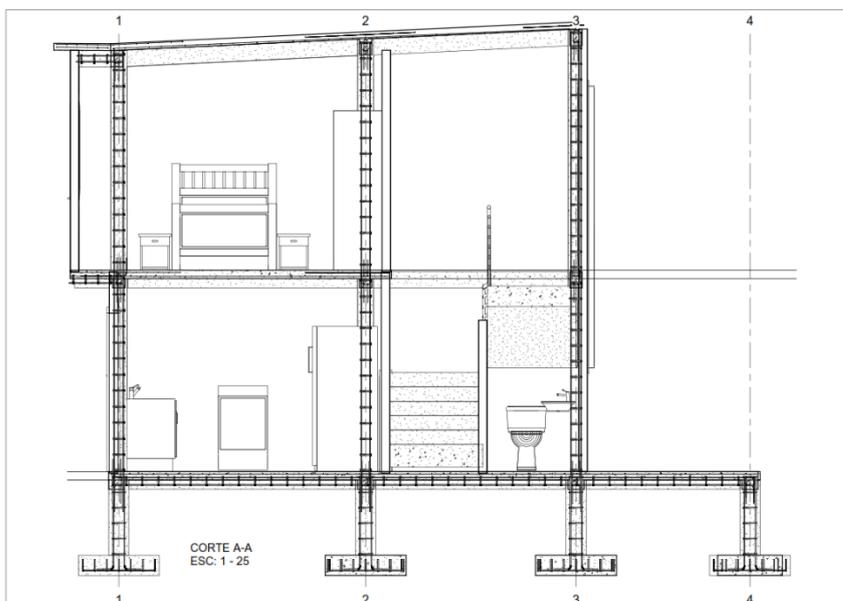
Sección Constructivas “C - C”, obtenidas con el software AutoCAD



Fuente: VIVEM EP (2014)

Gráfico 100.

Sección Constructivas “A - A”, obtenidas con el software Revit

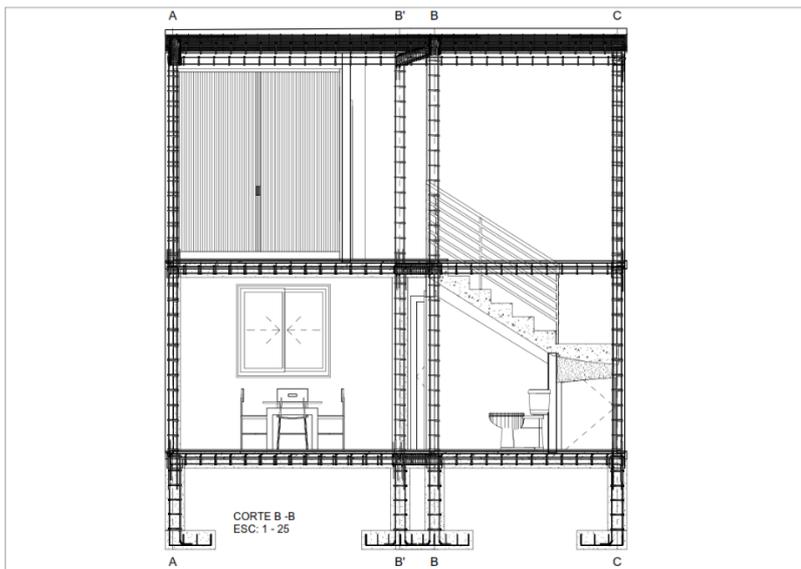


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 101.

Sección Constructiva “B – B”, obtenidas con el software Revit

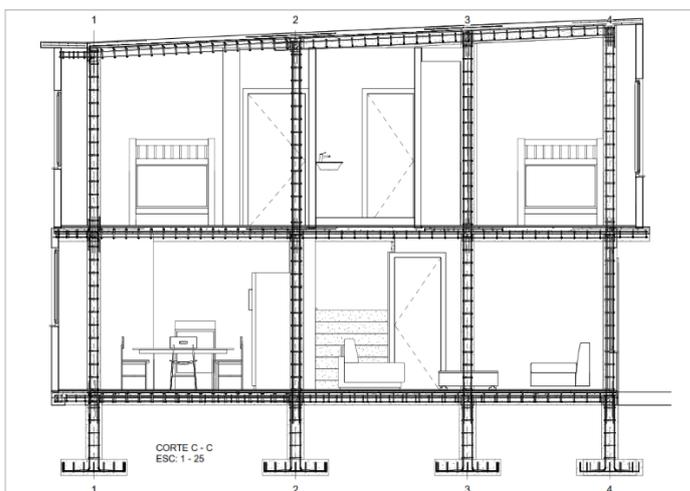


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 102.

Sección Constructiva “C – C”, obtenidas con el software Revit

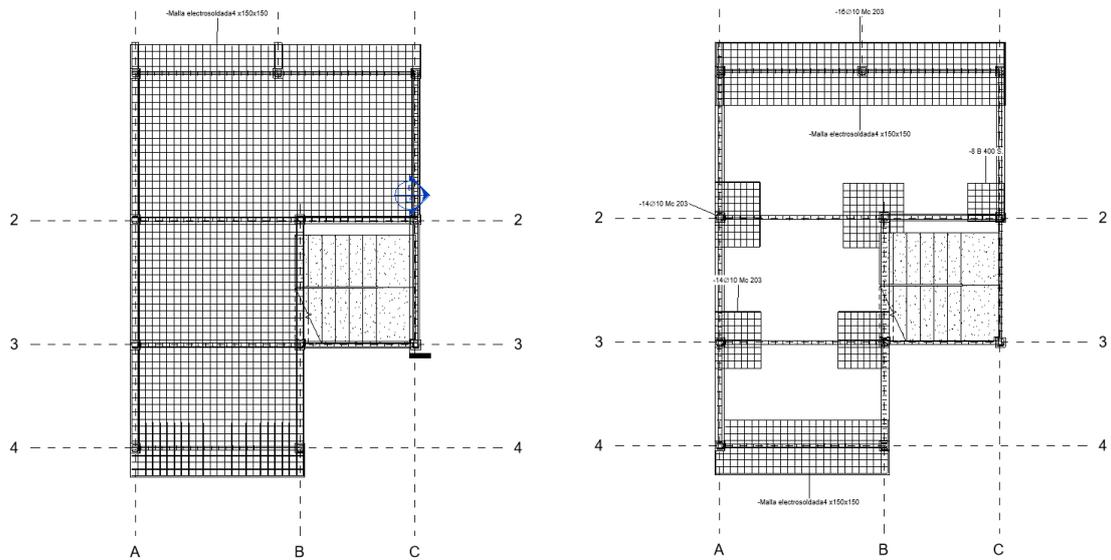


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 104.

Armado de Loza nivel +2.50, + 2.58 obtenido del software Revit

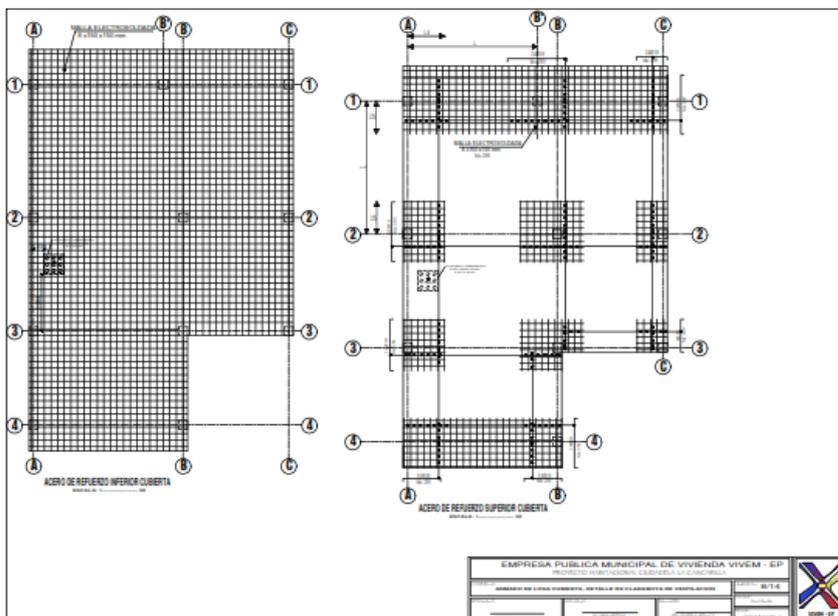


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 105.

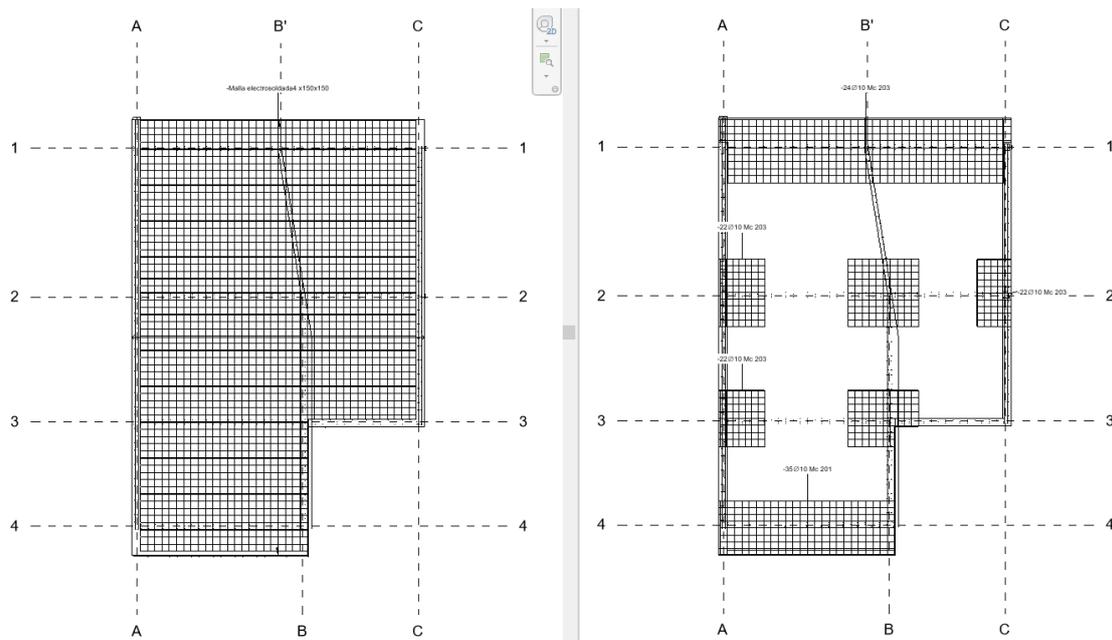
Armado de Losa cubierta, obtenido del software Autocad



Fuente: VIVEM EP (2014)

Gráfico 106.

Armado de Losa cubierta, obtenido del software Revit



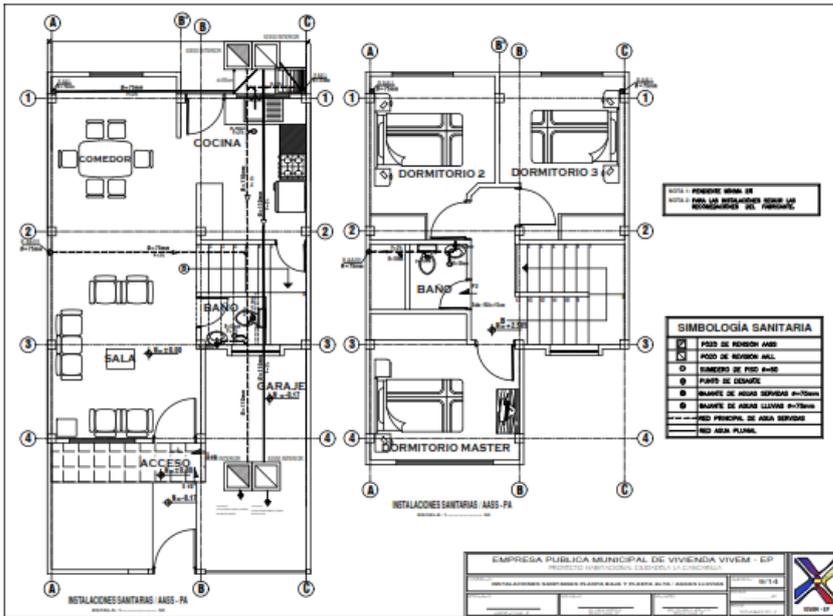
Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gracias a la automatización y utilización de datos, para la facilidad de obtener la información requerida; sin tener que realizar un trabajo extra o empezar desde cero una nueva lamina, está presente en todo momento en la metodología BIM. Podemos entender que para realizar los gráficos 103 y 105 dentro del software AutoCAD, fue necesario realizar un archivo nuevo; mientras que los gráficos 104 y 106 fueron realizados en el software Revit, sucediendo algo similar con las secciones arquitectónicas; aprovechando que la información se encuentra vinculada en el modelo 3D, la obtención de estas o cualquier lámina es simple.

Gráfico 107.

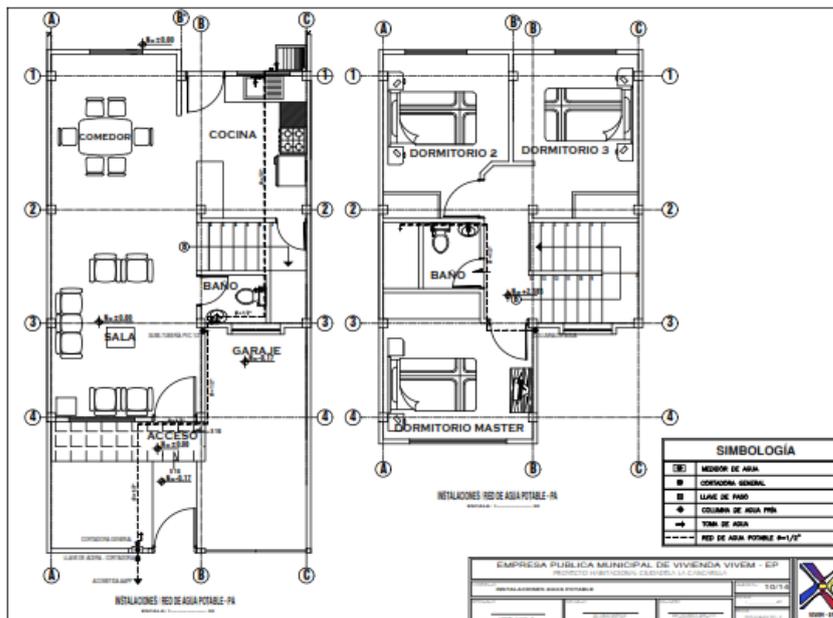
Instalaciones Sanitarias, obtenidas del software AutoCAD



Fuente: VIVEM EP (2014)

Gráfico 108.

Instalaciones Agua Potable, Obtenido del Software AutoCAD

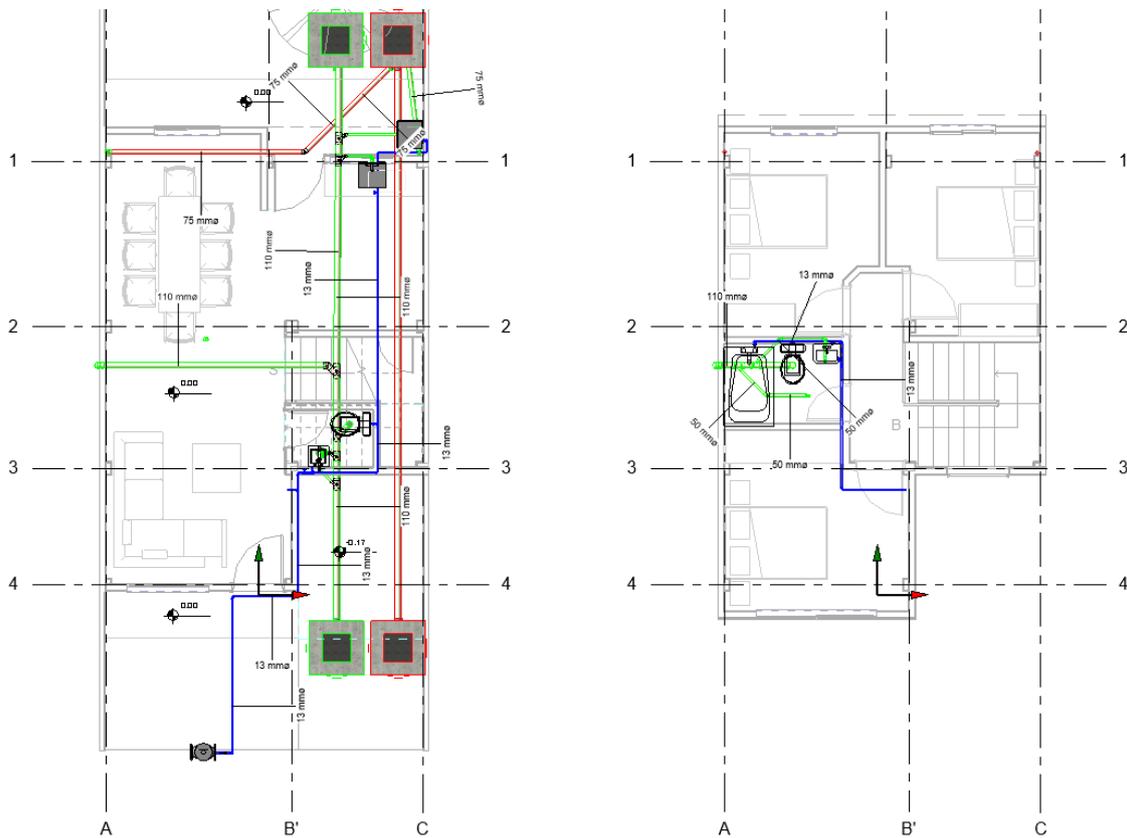


Fuente: VIVEM EP (2014)

Dentro de este apartado, la diferencia que se puede apreciar es que BIM; es un sistema inteligente que conoce las reglas y limitaciones, además de realizar ajustes en los objetos de un modelo. Las herramientas de esta metodología, te ayudarán a identificar problemas como colisiones, montajes, etc. de objetos durante el diseño de un edificio; permitiendo así, desarrollar un sistema eléctrico o sanitario que se pueda ejecutar en la obra.

Gráfico 109.

Instalaciones de Agua potable y Sanitarias, obtenidas del Software Revit

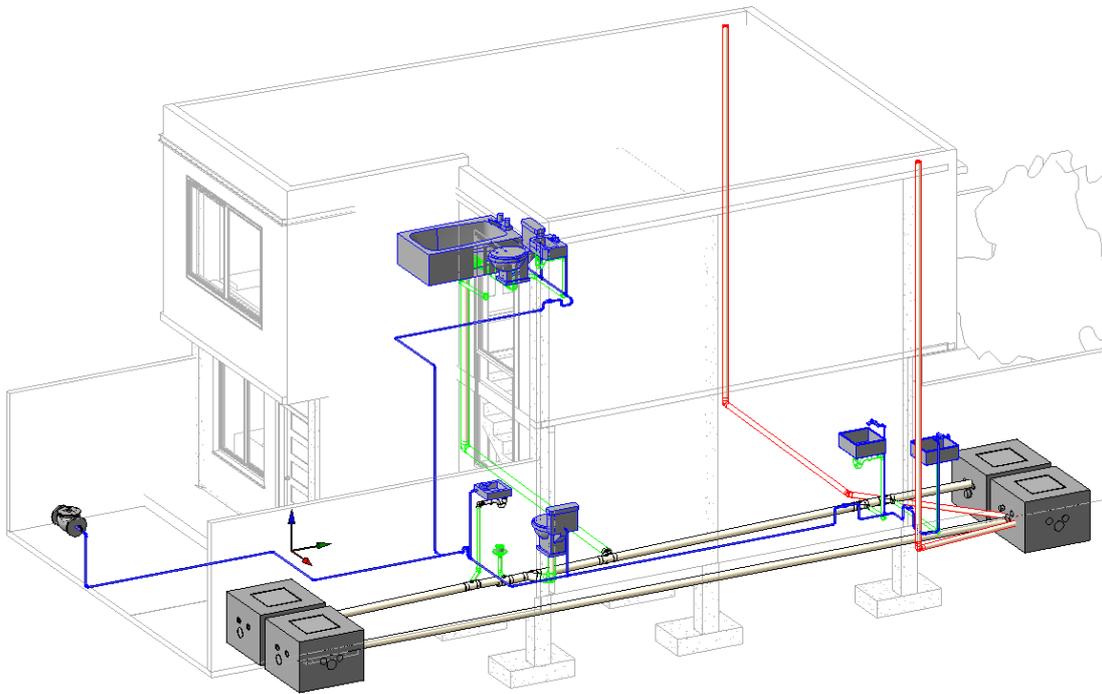


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 110.

Perspectiva Instalaciones de Agua Potable y Sanitarias, obtenidas en el software Revit

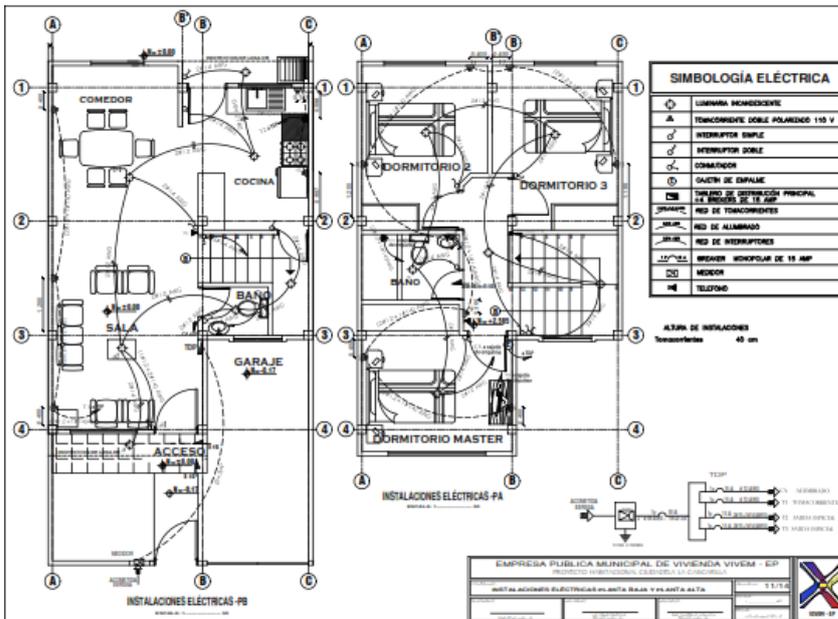


Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 111.

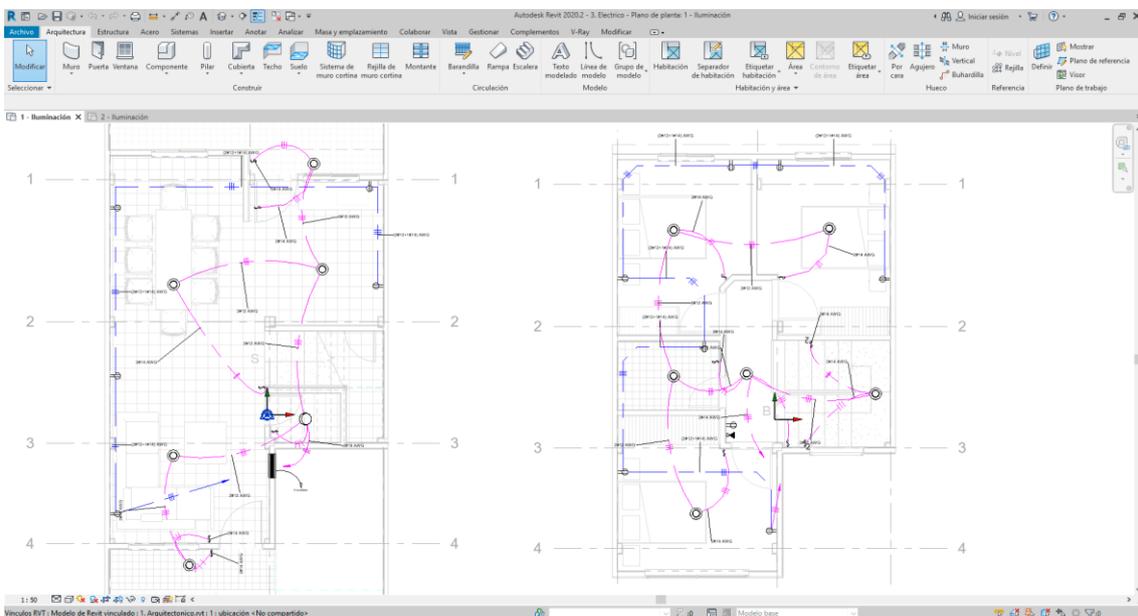
Instalaciones Eléctricas, obtenidas en el software AutoCAD



Fuente: VIVEM EP (2014)

Gráfico 112.

Instalaciones Eléctricas Tomacorrientes, obtenidas en el software Revit



Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

El proceso de comparación en el diseño del caso de estudio, no termina aquí; más bien hay algo extra que el Software Revit, dentro de la metodología BIM. Aporta la recopilación de la información completa de la vivienda, ya que desde el inicio del proceso de modelado del proyecto; se ingresó la información completa de cada uno de sus elementos y esto nos permite al final, tener las tablas de cantidades de obra en cada una de las fases; ya sea la fase estructural, arquitectónica o de instalaciones; teniendo la facilidad de generar la tabla que se necesite y se la puede exportar en los formatos que deseemos. En este proyecto se exportaron las tablas de cantidades al programa Excel. En el gráfico 111, podemos apreciar las tablas de cantidades de obra dentro del software Revit.

Gráfico 113.

Ejemplo de Cantidades de Obra generadas en el software Revit.

The screenshot displays the Autodesk Revit 2020.2 interface with several quantity takeoff tables open. The primary table is titled '<0 PAREDES GENERAL>' and lists various wall types and their associated materials and quantities. Other visible tables include '<1- MAMPOSTERIA DE BLOQUE>', '<2- REVESTIDO>', and '<3- EMPASTADO EXTERIOR>'. The tables are organized into columns for material, name, and area, providing a detailed breakdown of the construction work.

Id	Material	Nombre	Cantidad	Unidad	Ubicación	Restricción de tab.
01	002	revestido - mortero	21.41	medanera	01 - Planta Baja	
02	002	revestido - mortero	19.82	fachada	01 - Planta Baja	
03	002	revestido - mortero	11.12	fachada	01 - Planta Baja	
04	002	revestido - mortero	13.48	fachada	01 - Planta Baja	
05	002	revestido - mortero	9.07	fachada	01 - Planta Baja	
06	002	revestido - mortero	2.79	fachada	01 - Planta Baja	
07	002	revestido - mortero	12.18	fachada	01 - Planta Baja	
08	002	revestido - mortero	4.40	interior	01 - Planta Baja	
09	002	revestido - mortero	2.45	interior	01 - Planta Baja	
10	002	revestido - mortero	19.35	interior	01 - Planta Baja	
11	002	revestido - mortero	8.09	interior	01 - Planta Baja	
12	002	revestido - mortero	2.67	interior	01 - Planta Baja	
13	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
14	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
15	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
16	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
17	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
18	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
19	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
20	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
21	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
22	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
23	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
24	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
25	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
26	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
27	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
28	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
29	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
30	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
31	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
32	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
33	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
34	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
35	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
36	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
37	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
38	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
39	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
40	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
41	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
42	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
43	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
44	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
45	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
46	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
47	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
48	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
49	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
50	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
51	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
52	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
53	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
54	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
55	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
56	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
57	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
58	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
59	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
60	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
61	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
62	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
63	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
64	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
65	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
66	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
67	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
68	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
69	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
70	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
71	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
72	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
73	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
74	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
75	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
76	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
77	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
78	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
79	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
80	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
81	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
82	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
83	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
84	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
85	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
86	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
87	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
88	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
89	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
90	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
91	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
92	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
93	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
94	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
95	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
96	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	
97	002	revestido - mortero	3.25	medanera	01 - Planta Baja	
98	002	revestido - mortero	3.50	medanera	01 - Planta Baja	
99	002	revestido - mortero	3.55	medanera	01 - Planta Baja	
100	002	revestido - mortero	3.20	medanera	01 - Planta Baja	

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 26.

Cantidades de Obra; Mampostería de Bloque.

1 - MAMPOSTERÍA DE BLOQUE		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
35	Bloque 10x20x40	226,73
		226,73

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 27.

Cantidades de Obra; Revestido.

2 - REVESTIDO		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
98	002 revestido - mortero	360,52

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 28.

Cantidades de Obra; Empastado Exterior.

3 - EMPASTADO EXTERIOR		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
79	003 empastador exterior	133,56

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 29.

Cantidades de Obra; Empastado Interior.

4 - EMPASTADO INTERIOR		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
30	004 empastado interior	222,64

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 30.

Cantidades de Obra; Pintura Exterior.

5 - PINTURA EXTERIOR			
Recuento	Material: Nombre	Descripción	Material: Área
16	006 pintura exterior	fachada	111,22
Total general			111,22

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 31.

Cantidades de Obra; Pintura Interior.

6 - PINTURA INTERIOR		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
93	005 pintura interior	239,45
Total general		239,45

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 32.

Cantidades de Obra; Cerámica de Pared para baños.

7 - CERÁMICA DE PARED PARA BAÑOS		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
8	008 Ceramica de pared	24
Total general: 8		24

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 33.

Cantidades de Obra; Mesón de hormigón armado.

8 - MESÓN DE HORMIGÓN ARMADO		
Recuento	Tipo	Anchura
1	1.85x0.71	1,74
Total general: 1		1,74

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 34.

Cantidades de Obra; Granito para mesón.

9 - GRANITO PARA MESÓN					
Recuento	Tipo	Descripción	Anchura	Largo	Area
1	Profundidad 600 mm	Acabado de meson	0,6	1,79	1,074
Total general: 1					1,074

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 35.

Cantidades de Obra; Piso flotante.

10 - PISO FLOTANTE		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
1	010 PISO FLOTANTE	30
010 PISO FLOTANTE: 1		30
Total general: 1		30

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 36.

Cantidades de Obra; Cerámica Baño.

11 - CERÁMICA BAÑO		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
2	014 CERÁMICA DE BAÑO	5
Total general: 2		5

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 37.

Cantidades de Obra; Piso Laminado.

12 - PISO LAMINADO		
Recuento	Material: Nombre	Material: Área
6	017 PISO LAMINADO	133
Total general: 6		133

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 38.

Cantidades de Obra; Ventana corrediza de 6mm.

13 - VENTANA CORREDIZA DE 6 mm					
Recuento		Tipo	Altura	Anchura	Area
	1	V1	1,6	1,5	2,4
V1: 1					2,4
	1	V2	3,36	1,16	3,8976
V2: 1					3,8976
	1	V3	1	1,2	1,2
V3: 1					1,2
	3	V4	1,2	1,2	4,32
V4: 3					4,32
	1	V5	1,5	2,2	3,3
V5: 1					3,3
Total general: 7					15,1176

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 39.

Cantidades de Obra; Puerta principal 90 x 205 cm.

14 - PUERTA PRINCIPAL 90x205		
Descripción	Tipo	Recuento
Principal	90 x 2050	2
Total general		2

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 40.

Cantidades de Obra; Puerta baños 70 x 205 cm.

15 - PUERTA BAÑOS 70x205		
Descripción	Tipo	Recuento
Baño	700 x 2100mm	2
Total general		2

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 41.

Cantidades de Obra; Puerta bodega 70 x 105 cm.

16 - PUERTA BODEGA 70x105		
Descripción	Tipo	Recuento
bodega	700 x 1.05	1
Total general		1

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 42.

Cantidades de Obra; Puerta 85 x 210 cm.

17 - PUERTA 85x210		
Descripción	Tipo	Recuento
Dormitorios	850 x 2100mm	3
Total general		3

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 43.

Cantidades de Obra; Ducha.

18 - DUCHA		
Descripción	Tipo	Recuento
TINA	760 x 1525mm	1
Total general		1

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 44.

Cantidades de Obra; Inodoro de porcelanato blanco.

19 - INODORO DE PORCELANATO BLANCO		
Descripción	Tipo	Recuento
INODORO	Toilet-Domestic-3D	2
Total general		2

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 45.

Cantidades de Obra; Lavamanos con pedestal.

20 - LAVAMANOS CON PEDESTAL		
Descripción	Tipo	Recuento
LAVAMANOS	Pedestal_Sink_7089	2
Total general		2

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 46.

Cantidades de Obra; Fregadero de acero inoxidable 1 pozo.

21 - FREGADERO DE ACERO INOXIDABLE 1 POZO		
Descripción	Tipo	Recuento
FREGADERO DE ACERO	760 x 535mm	1
Total general		1

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 47.

Cantidades de Obra; Acero de refuerzo.

22-ACERO DE REFUERZO					
Recuento	Tipo	Longitud total de barra	total varillas	Peso	Peso Total
77	&10 Mc100	897 m	75	0,617	553,64
&10 Mc100: 77		897 m	75		553,64
6	&10 Mc101	50 m	4	0,617	30,73
&10 Mc101: 6		50 m	4		30,73
2	&10 Mc102	10 m	1	0,617	5,96
&10 Mc102: 2		10 m	1		5,96
44	&12	59 m	5	0,888	52,34
&12: 44		59 m	5		52,34
45	&12 Mc102	242 m	20	0,888	215,16
&12 Mc102: 45		242 m	20		215,16
2	8 B 400 S	10 m	1	0,395	3,96
8 B 400 S: 2		10 m	1		3,96

4	14Ø10 Mc 203	38 m	3	1,208	46,01
14Ø10 Mc 203: 4		38 m	3		46,01
1	16Ø10 Mc 203	53 m	4	1,58	83,89
16Ø10 Mc 203: 1		53 m	4		83,89
6	22Ø10 Mc 203	55 m	5	2,98	163,69
22Ø10 Mc 203: 6		55 m	5		163,69
5	24Ø10 Mc 203	108 m	9	3,85	417,64
24Ø10 Mc 203: 5		108 m	9		417,64
2	35Ø10 Mc 201	61 m	5	7,99	484,31
35Ø10 Mc 201: 2		61 m	5		484,31
42	Estribo & 8	499 m	42	0,395	197,21
Estribo & 8: 42		499 m	42		197,21
33	Malla electrosoldada4 x150x150	2008 m	167		0
Malla electrosoldada4 x150x150: 33		2008 m	167		0
3	RefuerzoMc 301 1Ø10mm @35 mm	32 m	3	0,617	19,82
RefuerzoMc 301 1Ø10mm @35 mm: 3		32 m	3		19,82
Total general: 272		4122 m	344		2274,36

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 48.

Cantidades de Obra; Contrapiso hormigón simple fc 210 kg/cm2.

23-CONTRAPISO HORMIGÓN SIMPLE fc 210 kg/cm2		
Recuento	Tipo	Volumen
	2 Losa de cimentación10.5	8,21
Losa de cimentación10.5: 2		8,21
	3 P1	0,75
P1: 3		0,75
	7 P2	1,14
P2: 7		1,14
	1 P3	0,16
P3: 1		0,16
Total general: 13		10,26

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 49.

Cantidades de Obra; Hormigon Cadenas fc 210 kg/cm2.

24-HORMIGON CADENAS fc 210 kg/cm2		
Recuento	Tipo	Volumen
	18 Cadena dim20x20 cm 4Ø10mm EØ8mm@ 0.15	1,38
Cadena dim20x20 cm 4Ø10mm EØ8mm@ 0.15: 18		1,38
	34 H°A° f'c=210 Kg/cm2 20x 15	1,61
H°A° f'c=210 Kg/cm2 20x 15: 34		1,61
Total general: 52		2,99

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 50.

Cantidades de Obra; Zapatas fc 210kg/cm2.

25-HORMIGÓN ZAPATAS fc 210kg/cm2		
33	Descripción	Volumen
13		10,26
Total general: 13		10,26

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 51.

Cantidades de Obra; Hormigón Pilares fc 210kg/cm2.

26-HORMIGÓN PILARES fc 210kg/cm2		
Recuento	Tipo	Volumen
7	22.5x25	0,45
22.5x25: 7		0,45
4	Columna 25x25	0,25
Columna 25x25: 4		0,25
22	Columna H°A° f'c = 210 kg/cm2 0.20x0.20	2,27
Columna H°A° f'c = 210 kg/cm2 0.20x0.20: 22		2,27
Total general: 33		2,97

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 52.

Cantidades de Obra; Hormigón escaleras 210kg/cm2.

27-HORMIGÓN ESCALERAS 210 kg/cm2			
Recuento	Tipo	Material: Nombre	Material: Volumen
1	Escalera monolítica	Hormigón, Moldeado in situ, gris	1,41
Total general			1,41

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 53.

Cantidades de Obra; Punto de iluminación simple.

28-PUNTO DE ILUMINACIÓN SIMPLE	
Tipo	Recuento
60W - 120V	12
Total general	12

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 54.

Cantidades de Obra; Puntos de toma corrientes 110v.

29-PUNTO DE TOMA CORRIENTES 110V		
Descripción	Tipo	Recuento
Toma Corriente 110v	Estándar	13
Total general		13

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 55.

Cantidades de Obra; Cable 2#12 AWG.

30-CABLE 2#12 AWG				
Panel	Nombre de carga	Notas de circuito de tabla de planificación	Tipo de cable	Longitud
T.D.P	Iluminación	C1-ILUMINACIÓN	2#12 AWG	11,16
Total general				11,16

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 56.

Cantidades de Obra; Cable 2#12 + 1#14 AWG.

31-CABLE 2#12+1#14 AWG				
Panel	Nombre de carga	Notas de circuito de tabla de planificación	Tipo de cable	Longitud
T.D.P	Toma de corriente	C2 TOMA CORRIENTE	(2#12+1#14) AWG	25,72
Total general				25,72

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 57.

Cantidades de Obra; Punto de Agua.

32-PUNTO DE AGUA			
Familia	Tipo	Punto de Agua	Recuento
		Fria	
M_Sanitario - Cisterna	Público - Vaciado mayor que 6,1 Lpf	12,7	1
M_Desagüe de suelo - Redondo	Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm	12,7	1
M_Bañera - Maestro	1675 mm x 915 mm - Privado	12,7	1
M_Sanitario - Cisterna	Público - Vaciado mayor que 6,1 Lpf	12,7	1
M_Lavabo - Montado en muro	485 mm x 355 mm - Privado	12,7	1
M_Lavabo - Rectangular	380 mm x 380 mm - Público	12,7	1
M_Fregadero - Trabajo	510 mmx455 mm	12,7	1
M_Fregadero - Trabajo	510 mmx455 mm	12,7	1
Total general: 8			8

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 58.

Cantidades de Obra; Punto de agua servida 50mm.

33- PUNTO DE AGUA SERVIDA 50MM			
Familia	Tipo	Recuento	Punto Agua servida
M_Desagüe de suelo -	Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm	1	50mm
Redondo			
M_Lavabo - Montado en muro	485 mm x 355 mm - Privado	1	50mm
M_Lavabo - Rectangular	380 mm x 380 mm - Público	1	50mm
M_Fregadero - Trabajo	510 mmx455 mm	1	50mm
M_Fregadero - Trabajo	510 mmx455 mm	1	50mm
Total general: 5		5	

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 59.

Cantidades de Obra; Punto de agua servida 75mm.

34-PUNTO DE AGUA SERVIDA 75MM			
Familia	Tipo	Recuento	Punto Agua servida
M_Bañera - Maestro	1675 mm x 915 mm - Privado	1	75mm
Total general: 1		1	

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 60.

Cantidades de Obra; Punto de agua servida 110mm.

35-PUNTO DE AGUA SERVIDA 110MM

Familia	Tipo	Recuento	Punto Agua servida
M_Sanitario - Cisterna	Público - Vaciado mayor que 6,1 Lpf	1	110mm
M_Sanitario - Cisterna	Público - Vaciado mayor que 6,1 Lpf	1	110mm
Total general: 2		2	

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 61.

Cantidades de Obra; Tubería PVC 110mm.

36-TUBERÍA PVC 110MM

Tipo	Descripción	Diámetro	Longitud
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	AALL Y AASS	110 mm	27,26
Total general			27,26

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 62.

Cantidades de Obra; Tubería PVC 75mm.

37-TUBERÍA PVC 75MM

Tipo	Descripción	Diámetro	Longitud
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	AALL Y AASS	75 mm	18,65
Total general			18,65

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 63.

Cantidades de Obra; Tubería PVC 50mm.

38-TUBERÍA PVC 50MM

Tipo	Descripción	Diámetro	Longitud
PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	AALL Y AASS	50 mm	8,06
Total general			8,06

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 64.

Cantidades de Obra; Tubería PVC 19mm.

39-TUBERÍA PVC 19MM

Tipo	Descripción	Diámetro	Longitud
Plastigama PVC Presión AF Roscable	AGUA	19 mm	2,26
Total general			2,26

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 65.

Cantidades de Obra; Tubería PVC 12.7mm.

40-TUBERÍA PVC 12.7MM

Tipo	Descripción	Diámetro	Longitud
Plastigama PVC Presión AF Roscable	AGUA	13 mm	28,27
Total general			28,27

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Tabla 66.

Cantidades de Obra; Accesorios Sanitarios.

41-Accesorio Sanitarios			
Descripción del producto	Código	Assembly Code	Cantidad
CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 45° EC	925015	D2030	2
CODO DESAGÜE PVC INY 75mm X 45° EC	925016	D2030	1
CODO DESAGÜE PVC INY 75mm X 90° EC	925029	D2030	2
CODO DESAGÜE PVC INY 110mm X 90° EC	925019	D2030	4
CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 90° EC	925027	D2030	9
REJILLA DESAGÜE PVC INY 50mm	925365	D2030	1
REJILLA DESAGÜE PVC INY 75mm	925366	D2030	2
SIFON 1 LAVAMANOS 1-1/4 C/ REJILLA PLAST.CROMADA	940191	D2030	3
CODO DESAGÜE PVC INY 50mm X 45° EC	925015	D2030	3
CODO DESAGÜE PVC INY 110mm X 45° EC	925006	D2030	1
YEE DESAGÜE 110mm	926479	D2030	2
YEE REDUCT. DESAGÜE 110 A 50mm	926466	D2030	6
Grand total			36

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

Con el resultado de las cantidades de obra, nos permite seguir completando la información del proyecto. De esta manera, se puede proceder a generar el presupuesto de la obra. Como sabemos, los precios unitarios varían dependiendo del lugar, y proveedor. En la tabla 76, podremos apreciar los rubros dentro del presupuesto de obra.

Tabla 67.

Rubros de Presupuesto.

PRESUPUESTO					
N°	RUBRO	U	CANT.	P/U	TOTAL
Arquitectónico					
1	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE	m2	226,73		
2	REVESTIDO	m2	360,52		
3	EMPASTADO EXTERIOR	m2	133,56		
4	EMPASTADO INTERIOR	m2	222,64		
5	PINTURA EXTERIOR	m2	111,22		
6	PINTURA INTERIOR	m2	239,45		
7	CERÁMICA DE PARED BAÑO	m2	24,00		
8	MESÓN DE HORMIGÓN ARMADO	ml	1,74		
9	GRANITO PARA MESÓN	ml	1,07		
10	PISO FLOTANTE	m2	30,00		
11	CERÁMICA BAÑO	m2	5,00		
12	PISO LAMINADO	m2	133,00		
13	VENTANA CORREDIZA DE 6MM	m2	15,12		
14	PUERTA PRINCIPAL 90X205	u	2,00		
15	PUERTA BAÑOS 70X205	u	2,00		
16	PUERTA BODEGA 70X105	u	1,00		
17	PUERTA 85X210	u	3,00		
18	DUCHA	u	1,00		
19	INODORO DE PORCELANATO	u	2,00		
20	LAVAMANOS CON PEDESTAL	u	2,00		
21	FREGADERO DE ACERO INOX	u	1,00		

Estructurales

22	ACERO INOXIDABLE	kg	2274,36
23	CONTRAPISO HORMIGÓN SIMPLE fc: 210 kg/cm2	m3	10,26
24	HORMIGÓN CADENAS fc: 210 kg/cm2	m3	2,99
25	HORMIGÓN ZAPATAS fc: 210 kg/cm2	m3	10,26
26	HORMIGÓN PILARES fc: 210 kg/cm2	m3	2,97
27	HORMIGÓN ESCALERAS fc: 210 kg/cm2	m3	1,41

Instalaciones Electricas

28	PUNTO DE ILUMINACIÓN SIMPLE	u	12
29	PUNTO DE TOMA CORRIENTE 110V	u	13
30	CABLE 2#12 AWG	ml	11,16
31	CABLE 2#12+1#14 AWG	ml	25,72

Instalaciones Sanitarias

32	PUNTO DE AGUA	u	8
33	PUNTO DE AGUA SERVIDA 50MM	u	5
34	PUNTO DE AGUA SERVIDA 75MM	u	1
35	PUNTO DE AGUA SERVIDA 110MM	u	2
36	TUBERÍA PVC 110 MM	ml	27,26
37	TUBERÍA PVC 75 MM	ml	18,65
38	TUBERÍA PVC 50 MM	ml	8,06
39	TUBERÍA PVC 19 MM	ml	2,26
40	TUBERÍA PVC 12.7 MM	ml	28,27
41	ACCESORIOS SANITARIOS	u	36

Fuente: (REVIT, 2020)

Elaborado por: Marlon Quevedo

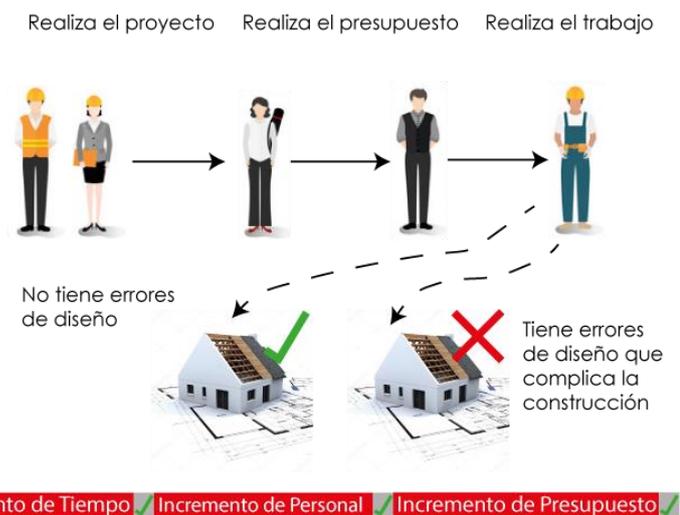
Para mayor visualización y mejor entendimiento en el apartado de anexos, se adjuntará las láminas completas del proyecto modelado en el software Revit; aporte de la Metodología BIM.

Pudiendo entender de esta manera, cómo es el proceso de trabajo de gestión y diseño entre los dos procesos a comparar. Concluyendo que el uso de las herramientas CAD, es un proceso secuencial y que el uso de la metodología BIM es un trabajo participativo. En el grafico 113-114, se entiende cómo es el flujo de trabajo y cómo se desarrolla este trabajo para cada uno de los procesos.

Gráfico 114.

Metodología Tradicional

Metodología Tradicional Trabajo Secuencial

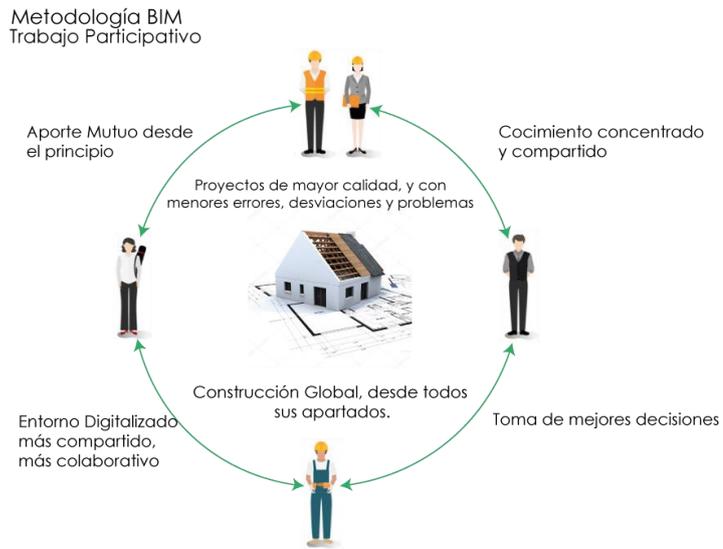


- Resolver los problemas
- Trabajo tedioso en la identificación del problema y cambio en todos los planos.
- Repetición de proceso.
- Dedicarse más tiempo a lo funcional y no al diseño.
- Trabajo no automatizado.

Elaborado por: Marlon Quevedo

Gráfico 115.

Metodología BIM

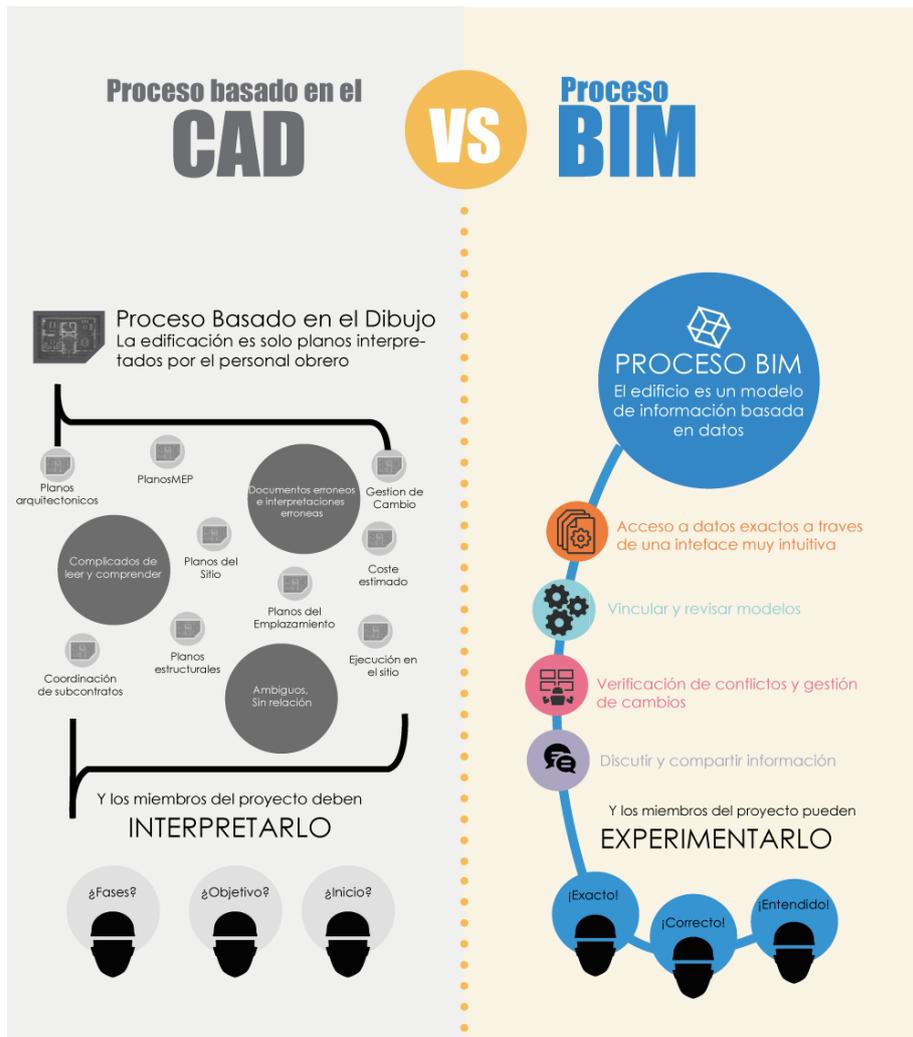


Elaborado por: Marlon Quevedo

De esta manera, se llega a un entendimiento de cómo se desarrollan los dos métodos en el momento de gestión y diseño, puestos a comparación y sintetizando la información, que en el gráfico 115 se explica.

Gráfico 116.

Comparación de la Herramienta CAD y la Metodología BIM



Elaborado por: Marlon Quevedo

En una entrevista realizada al Gerente del VIVEM – LOJA, Ing. Gilberto Patricio León Ojeda en conjunto con el Jefe de Departamento técnico, se pudo obtener la siguiente información.

En la empresa VIVEM – LOJA, se trabaja con distintas escalas de proyección; desde la Macro que es la Urbanización a la Micro que es Vivienda. La escala Macro, llega a ser un proceso largo y complejo; ya que el peso de los archivos colapsan las

herramientas de trabajo. No hay compatibilidad de archivos, los datos se transfieren de forma tradicional; utilizando hardware externo como USB, Memorias microSD, etc.

En la escala Micro de Vivienda, dentro del factor tiempo que se utiliza para el desarrollo del Diseño Arquitectónico, Estructural, Instalaciones, en la empresa VIVEM – LOJA; no son específicos, ya que se busca la culminación y aprobación de estos planos en el menor tiempo posible; dado que la empresa trabaja para una máxima autoridad que es el Alcalde de la ciudad. Empezando con una estrategia de basarse en proyectos anteriores que ya han funcionado. Se realiza modificaciones dirigidas a la optimización de estas viviendas, sin cambiar las características que prevalecen como fachadas, etc.

En dichos cambios de optimización, el tiempo promedio que se emplea es de cinco días aproximadamente en la fase arquitectónica. La fase Estructural de estas viviendas, es contratada por entidades externas a la empresa; ya que dichos planos se los adquiere con la firma y responsabilidad de un Ingeniero Civil. El tiempo que se espera para la entrega de estos planos, es igualmente de cinco días aproximadamente. “Dentro de la empresa se trabaja con un diseño básico estructural que permite manejar ciertas cosas”. Lo que compete a la fase del diseño de Instalaciones, debido a que son viviendas pequeñas de 86 mt² aproximadamente, y el diseño de dichos planos es el básico. El tiempo que se emplea es de un día para cada una de las instalaciones, eléctricas, sanitarias y agua potable. En total, el tiempo aproximado para la elaboración de dichos planos es de catorce días laborables.

Interoperabilidad, refiriéndose al intercambio de datos dentro de la empresa; es nula. En la actualidad se trabaja por separado, generando una falta de comunicación a la hora de planear cambios o resolver errores del proyecto. La vinculación de la información, para el desarrollo del proyecto sería muy importante. Tener una base de

datos que nos permita mantener dicha información al alcance de todos los técnicos, debido a que por el momento se trabaja de forma individual. Cada técnico tiene su función específica y de la misma forma, cada cual tiene la información que le corresponde.

Refiriéndose al tema de presupuestos, se maneja un porcentaje del cinco al quince por ciento; dirigido a los imprevistos en la fase de construcción, ya que es la única manera de garantizar que se pueda corregir los errores, debido a que en la fase de diseño no se los puede identificar.

Considerando una comparación entre las metodologías de trabajo en AutoCAD, se dibuja miles de líneas y en el BIM con un modelo paramétrico; podemos evitar este trabajo repetitivo. Se puede comprender que la diferencia es enorme no solo en tiempo, sino también en configuración del dibujo y proyecto. En el tiempo, sería un ahorro importante; ya que se va realizando todo el proyecto conjuntamente, permitiendo utilizar el tiempo ahorrado en otros aspectos importantes como las cantidades de obras, porque con el método que actualmente se utiliza; se trabaja de una manera simple, calculando áreas en AutoCAD de la manera tradicional; siendo un proceso que ocupa mucho tiempo, buscando ser lo más precisos, y si existen cambios; es volver al AutoCAD y repetir el proceso, para obtener estos cálculos y luego cambiar nuevamente las cantidades de obra, “ Es muy necesario que todos estemos capacitados en nuevas metodologías que nos permitan evitar todos estos procesos, ya que nos ayudarían a ser más eficientes” (G.P. León, comunicación personal, 17 de diciembre de 2020)

A continuación, se presente una tabla en donde se encuentra un resumen de la comparación entre CAD y BIM.

Tabla 68.

Resumen de la comparación entre CAD y BIM

Resumen de la comparación entre CAD y BIM		
Variable	CAD	BIM
Uso		
Método de Trabajo	Software de Dibujo Asistido	Diseño Modulado que relaciona la información completa del proyecto
Tiempo		
Diseño	El tiempo que se utiliza únicamente para el diseño de planos es de 14 días laborables	El tiempo que se utilizó para el desarrollo del módulo central fue de 13 días
Documentación	Ya que este es un proceso repetitivo se utiliza largos periodos de tiempo, aparte del tiempo de diseño.	Este módulo, incluye ya toda la información, Arquitectónica, Estructural, Instalaciones, y la documentación se encuentra lista para la entrega sin agregar otros periodos de tiempo
Coordinación	Mayor Tiempo	Menor Tiempo
Interoperabilidad		
Transmitir Datos	Únicamente archivos .dwg	Compatibilidad de Plataformas
Método de Trabajo	Unificado	Trabajo Colaborativo
Visualización		
2D	Posible	Posible
3D	Posible	Posible, con el plus de que el modelo cuenta con toda la información
Vinculación		
Información del Proyecto	Información suelta en un sinfín de láminas	Modelo central que contiene todos los datos del proyecto
Revisión		
Identificación de Errores	Etapas de construcción	Etapas de Diseño
Seguimiento		
Vida Útil de la Obra	Imposible	Posible
Presupuesto		
Cambios	Propenso a cambios en la etapa de construcción	40% de reducción de dichos cambios
Costos Estimados	Propenso a errores	3 % incremento en la precisión de los costos estimados

Tiempo requerido para la Elaboración de Presupuestos	Dependiendo de la Forma que se use para la obtención	80 % disminución del tiempo requerido
Ahorro	nulo	10 % en el valor del contrato gracias a la identificación de errores
Elaboración y Obtención de la Información		
Método de Trabajo	Tedioso y Repetitivo, para la elaboración de las láminas (plantas, cortes, secciones, elevaciones, etc.)	Fácil de obtener ya que el modelo central contiene ya la información completa
Desarrollo del Proyecto		
Plantas Arquitectónicas	Modelo Bidimensional	Modelo Central consta:
	Trabajo Extra	2D
	Trabajo Repetitivo	3D + Información del Proyecto
		Apreciación Factor Espacial
		Apreciación Factor Funcional
Plantas Estructurales	Interpretación grafica Bidimensional	Proyecto Elaborado a Detalle Estructural
	Información Básica	Información Completa
	Trabajo Extra	Identificar cada Elemento que forma parte de la Estructura
	Trabajo Repetitivo	Visión Directa al Armado Estructural
Secciones Constructivas	Información Básica	Información Completa
	Mayor relevancia a la Ambientación	Estructural - Arquitectónica - Espacial
	Trabajo Extra	
	Trabajo Repetitivo	

<p>Instalaciones Sanitarias, Agua Potable, Eléctrica</p>	<p>Simple Representaciones Bidimensionales</p>	<p>Además de la Representación Bidimensional, se puede trabajar en un modelo 3D, que nos permite evaluar el diseño de las instalaciones y detectar errores en su planteamiento, pudiendo utilizar los elemento que se encuentran en el mercado ya que los proveedores ponen a disposición los productos en su formato BIM</p>
<p>Cantidades de Obra</p>	<p>Uso de Programas Externos para su obtención</p>	<p>Obtención Fácil ya que cada elementos encuentra ya especificado y su información completa lo que nos permite elaborar las tablas de Cantidades de Obra</p>

Elaborado por: Marlon Quevedo

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

- Gracias al diagnóstico elaborado en el proceso de diseño y construcción de la vivienda, podemos concluir que: En la práctica profesional dentro del sector público y parte del privado, se sigue utilizando el método de diseño tradicional; un método en el cual se utilizaba programas bidimensionales (softwares CAD), que aunque su utilización y aplicación sea la más acertada; en el mayor de los casos, la información del proyecto; estará suelta, desordenada, incompleta y propensa a errores.
- El procedimiento de diseño que se llevó a cabo, para el desarrollo de la investigación “Vivienda de Interés Social de la ciudad de Loja”; dentro de la metodología BIM, fue un proceso de diseño Básico Estándar; donde a la vez que se pudo realizar el objetivo de dibujar, modelar y documentar el proyecto de una forma eficiente; se explica el proceso de una manera ordenada, para que la aplicación de la metodología BIM sea la correcta.
- Dado que BIM se expresa en 3D, cada vista o plano de planta del edificio, está relacionado entre sí; es decir, independientemente de los cambios o ajustes que se realicen en los elementos del proyecto en el software BIM; las vistas y características de los nuevos elementos, serán de ajuste automático; durante todo el proceso. En lo que respecta al proyecto en CAD, cada uno de estos planos de planta es independiente, y cada línea debe ajustarse manualmente. No hay una base de datos para interconectar los planos en segundo plano. Se necesita de trabajo adicional, para mantener y actualizar el plan, a lo que se toma un riesgo de errores en el proyecto.

- BIM es un sistema inteligente que comprende las normativas y restricciones en la aplicación ilustrativa en conjunto con la arquitectura. Además de ajustar los objetos del modelo, sus bots ayudan en la identificación y reorganización entre los objetos en el proceso de diseño del edificio, y mejorar el cálculo de materiales, interferencia estructural e instalaciones.
- Gracias a BIM, el equipo multidisciplinario idóneo y capacitado para la aplicación de esta herramienta, puede utilizar la misma base de datos; para diseñar y construir edificios juntos. BIM permite al equipo analizar y visualizar el diseño antes de que comience la fase de construcción del proyecto.
- La mayor ventaja que nos aporta la metodología BIM respecto a la tradicional, aparte de un mayor control del proyecto y de todas sus partes; es la liberación de un trabajo tedioso, producción de información y repetición de procesos; automatizando la producción y permitiendo que se le dedique una mayor cantidad de tiempo al diseño, obteniendo como resultado; proyectos de mayor calidad, menos errores, desviaciones y problemas en su construcción.
- Dentro de la comparación de las metodologías de trabajo tradicional AutoCAD y BIM en términos de tiempo, en el proceso de diseño de proyectos; podemos señalar que el tiempo aproximado en la empresa VIVEM – LOJA, para generar los planos arquitectónicas, estructurales, instalaciones, etc., utilizando el método tradicional; es de catorce días, recalando que es una información bidimensional. Únicamente el trazado en AutoCAD, que a su vez tomará más tiempo generar información; complementarían a la fase de diseño. En la metodología BIM, en un periodo de trece días; se logró generar el modulado completo del proyecto con toda la información necesario del mismo; tomando en cuenta que el factor tiempo es directamente

proporcional al factor económico, ya que si se utiliza más tiempo en la fase de diseño; mayor será el costo de producción de esta fase.

- Los beneficios que obtendrá la empresa VIVEM – LOJA y cualquier otra empresa, ya sea pública o privada; al implementar la metodología BIM, será optimizar el factor tiempo, modernizar el recurso humano, mejorar la organización y producción de los proyectos; considerando que la información detallada del proyecto, estará enlazada y lista para constructores, fiscalizadores, administradores, etc. La usen cuando sea requerida, tomando en cuenta que; si se necesita modificar, corregir, cambiar o realizar un reajuste en cualquier fase como arquitectónica, estructural, hidrosanitaria, eléctrica; estos cambios se verán reflejados automáticamente en las distintas fases, ya que contamos con la vinculación de las plantillas de trabajo de las distintas fases del proyecto, que a su vez estas conforman el modulado central de información del mismo.
- De esta manera y con la investigación realizada, la implementación de la metodología BIM en la empresa VIVEM – LOJA; aportará al desarrollo, tomando en cuenta las tres dimensiones de la sustentabilidad. En lo económico, además de ahorrar tiempo en la producción del proyecto; se podrá garantizar el uso óptimo y eficiente de los materiales, ya que con las herramientas de diseño que brindan los softwares BIM; se promueve a un mejor diseño y una mejor construcción. En la dimensión ambiental, gracias al cálculo y uso óptimo de los materiales de construcción en general; se evita la acumulación de desperdicios, reduciendo de manera significativa; el impacto ambiental de la construcción. Además la implementación y tecnología BIM, nos permite generar una evaluación ambiental de los materiales utilizados, cálculos de eficiencia energética, aprovechamiento de la luz solar y control de calidad para ambientes saludables. En lo social, se crea un

ambiente de trabajo colaborativo entre las diferentes áreas que conforman el proyecto (arquitectura, ingeniería, técnica, presupuestaria, administrativa), ofreciendo varios beneficios. El flujo de trabajo es más eficiente y preciso, tenemos mayor control sobre los datos generados y mejora la interoperabilidad. Además, se evita errores durante la fase de ejecución del proyecto y, en consecuencia; no solo se reduce costos, sino también tiene un gran impacto en la eficiencia general del proyecto.

Recomendaciones.

- La motivación para adoptar BIM, debe estar dada desde las entidades gubernamentales encargadas del tema de la construcción. Estas organizaciones deben crear campañas de difusión ideales, para la implementación de esta metodología; creando un compromiso en cada nivel o fase de diseño de una obra, buscando un resultado de motivación de todos; para construir en equipo y crear un entorno de trabajo más colaborativo.
- Para implementar de una manera adecuada la metodología BIM, dentro de las empresas públicas; en este caso la empresa VIVEM – LOJA, es necesario contar con estrategias que involucre a todo el personal, con el respaldo adecuado de la jefatura correspondiente; que permita cambiar los procesos tradicionales e implementar de forma adecuada, nuevos métodos de trabajo; con un uso adecuado de la metodología BIM, explicando de manera clara a los colaboradores; los nuevos procesos, cambios y estrategias que serán aplicadas.
- Contar con profesionales BIM, para la implementación de la metodología en proyectos pilotos; para que se pueda medir sus resultados, comparar el método y el

flujo de trabajo, y obtener beneficios que más adelante; puedan escalar a nivel de la empresa, con la finalidad de optimizar el ciclo de vida de los proyectos.

- Es fundamental introducirse al mundo BIM, perder el miedo al cambio de metodologías de diseño, arriesgar tiempo, recursos; bajo una buena coordinación y asesoría que nos dé a entender que más costoso es no hacerlo.
- Es de suma importancia que la Academia aborde el tema con mayor énfasis, es decir; se empiece a formar a los estudiantes dentro del mundo BIM, el manejo, la metodología y sus conceptos; para que posean bases firmes. Actualmente en las universidades se dictan cursos de Revit o ArchiCAD, pero solo enfocados en el diseño. Es necesario que se enseñe a coordinar y a diseñar tal cual se construye en la realidad y llegar más allá como: detectar interferencias o realizar simulaciones profesionales, ya que esta metodología nos permite realizar estas y más actividades antes de la ejecución de la obra.

Bibliografía

- Arquiparados. (2017). *Desarrollo del proyecto entre CAD y BIM*. Obtenido de <https://www.arquiparados.com/>
- Arrelos, L. (2010). *Diseño asistido por computadora*. Obtenido de <https://le0el.wordpress.com/2010/02/01/disenio-asistido-por-computadora-cad/>
- Asamblea Constituyente. (2018). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>
- Cedeño, G. (2015). *Análisis comparativo de sistemas constructivos aplicados en viviendas de calidad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Especialidades Espiritu Santo.
- Constitución de la República del Ecuador. (2017). *Decreto Ejecutivo No. 58-2017*. Quito: Planificación y Desarrollo.
- EDITECA. (12 de Febrero de 2018). *El BIM en Latinoamérica*. Obtenido de <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>
- Editeca. (2020). *LOD nivel de desarrollo*. Obtenido de <https://editeca.com/lod-nivel-de-desarrollo/>
- Gámez, F. (2014). *Spanish journal of BIM*. Obtenido de Introducción a la metodología BIM: <http://docplayer.es/1833938-Spanish-journal-of-bim.html>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Loja. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Obtenido de <http://loja.gob.ec/files/pdot/propuesta.pdf>
- González, R. (2014). *Introducción a la metodología BIM*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/284159764>
- Gonzalez, R., Gámez, F., & Soler, M. (2014). Introducción a la metodología IBM. *Research Gate*.
- Group T. (2014). *UK BIM*. Obtenido de <http://www.docplayer.es/1833938Spanish-journal-of-bim.html>

- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- INEC. (2010). *Censo Poblacional*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: <http://www.inec.gov.ec> Población y Vivienda
- Instituto Espacial Ecuatoriano. (2012). *Mapas del Cantón Loja*. Obtenido de <https://www.defensa.gob.ec/instituto-espacial-ecuatoriano/>
- MIDUVI. (2019). *Reglamento para Validación de Tipologías y Planes Masa para Proyectos de Vivienda de Interés Social (Reformado)*. Obtenido de <https://apive.org/download/miduvi-004-19-reglamento-para-validacion-de-tipologias-y-planes-masa-para-proyectos-de-vivienda-de-interes-social/>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2013). *Memoria técnica*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA7/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/LOJA/LOJA/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_loja_clima_hidrologia.pdf
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). *Bono de la Vivienda*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *Acuerdo Ministerial No. 003-19*. Obtenido de Reglamento para el proceso de calificación de proyectos de vivienda de interés social: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Acuerdo-No-003-19-Reglamento-para-el-Proceso-de-Calificacion-de-Proyectos-de-Vivienda-de-Interes-Social.pdf>
- Monfort, C. (2015). *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. Valencia.
- Moreno, L. (2013). *Que es autocad y para que nos sirve?* Obtenido de <http://leonardoqta03.blogspot.com/2013/04/que-es-autocad-y-para-que-nosirve.html>
- Municipio de Loja. (2014). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Obtenido de <https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/podt2014.pdf>
- Ramos, C. (2015). Ordalías y Juicios de Dios en la Edad Media Europea. *Revista Redes*, 5.

REVIT. (2018). *Revisión REVIT*. Obtenido de

https://www.google.com/search?q=Planta+Arquitect%C3%B3nica+obtenida+por+el+software+Revit&newwindow=1&client=firefox-b-d&sxsrf=ACYBGNQoJKw7O1-swou5BJCHPM3bdLbzXA:1581706187111&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjEvK_b2tHnAhWOjFkKHU68BKYQ_AUoAXoECAwQAw&b

REVIT. (2020). *Revisión REVIT*. Obtenido de

https://www.google.com/search?q=Planta+Arquitect%C3%B3nica+obtenida+por+el+software+Revit&newwindow=1&client=firefox-b-d&sxsrf=ACYBGNQoJKw7O1-swou5BJCHPM3bdLbzXA:1581706187111&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjEvK_b2tHnAhWOjFkKHU68BKYQ_AUoAXoECAwQAw&b

Rojas, M. D., & Arenas, J. J. (2008). Comparación Técnico-Financiera del acero estructural y el hormigón armado. *Dyna*, 75(155), 47-56.

Rojas, R. (2011). *Building Information Modeling - BIM V1.5*. Santiago de Chile: Inconet.

Rojas, R., & Lagos, R. (2014). *BIM (Building Information Modeling)*. Chile: Paradigma.

Trujillo, C. (2004). *Ejecución de edificios en acero estructural*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Universidad Católica de Santa Fe. (2016). *Revit architecture*. Obtenido de <https://www.ucsf.edu.ar/tags/revit-architecture/>

Anexos

Anexo 1: Encuesta: Arquitectos trabajadores del sector público y privado.

La presente encuesta tiene por finalidad obtener información de interés, para el trabajo de investigación denominado: **“Diseño de prototipo de vivienda de interés social que aporten al desarrollo sustentable de la ciudad de Loja, aplicando software Building Information Modeling (BIM)”** Por lo que se solicita que las preguntas que a continuación se acompañan, tenga usted a bien elegir una alternativa apropiada de acuerdo a su criterio.

La presente encuesta es de carácter reservado y anónimo, lo cual será utilizado únicamente con fines académicos.

1. ¿En qué sector usted trabaja?

Funcionario Público () Privado ()

2. ¿Conoce usted el significado de las cifras BIM?

SÍ () NO ()

Si su respuesta es sí, puede indicarlo.

-
3. ¿Conoce usted la existencia de la Metodología BIM?

SÍ () NO ()

4. ¿Utiliza la metodología BIM para su trabajo?

SÍ () NO ()

5. ¿Conoce los beneficios que puede traer el uso de la metodología BIM?

SÍ() NO ()

Si su respuesta es sí, puede indicarlos.

6. ¿Qué programas de computación forman parte de la metodología BIM?

7. ¿Se encuentra usted preparado para aplicar la metodología BIM en su trabajo?

SÍ () NO ()

Por qué:

8. ¿En qué utilizaría la metodología BIM en su trabajo?

Gracias por su colaboración.

Anexo 2: Láminas: Resultado Final modelado de vivienda “Ciudad Victoria”

Gráfico 117.

Lamina. Plantas arquitectónicas

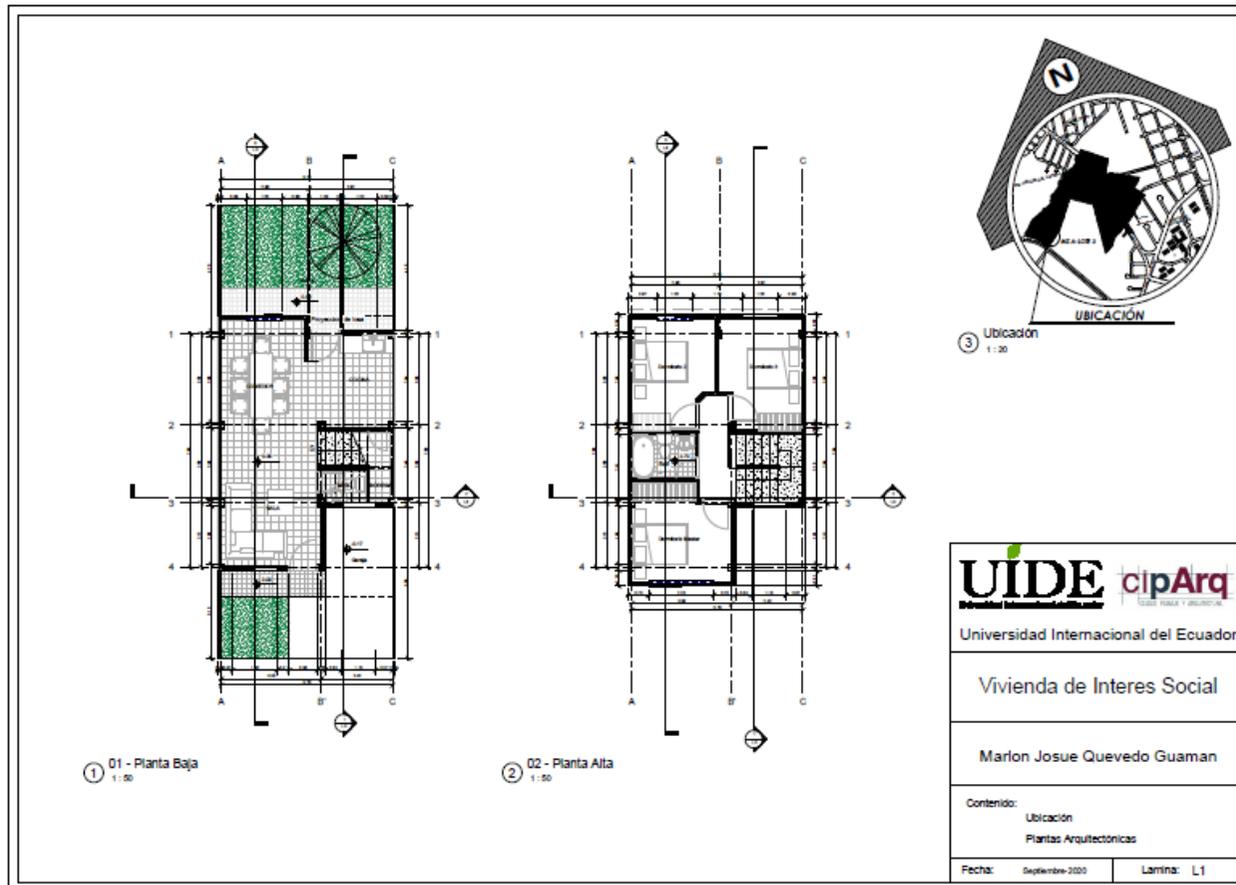


Gráfico 118.

Lamina. Plantas de cubiertas y fachada

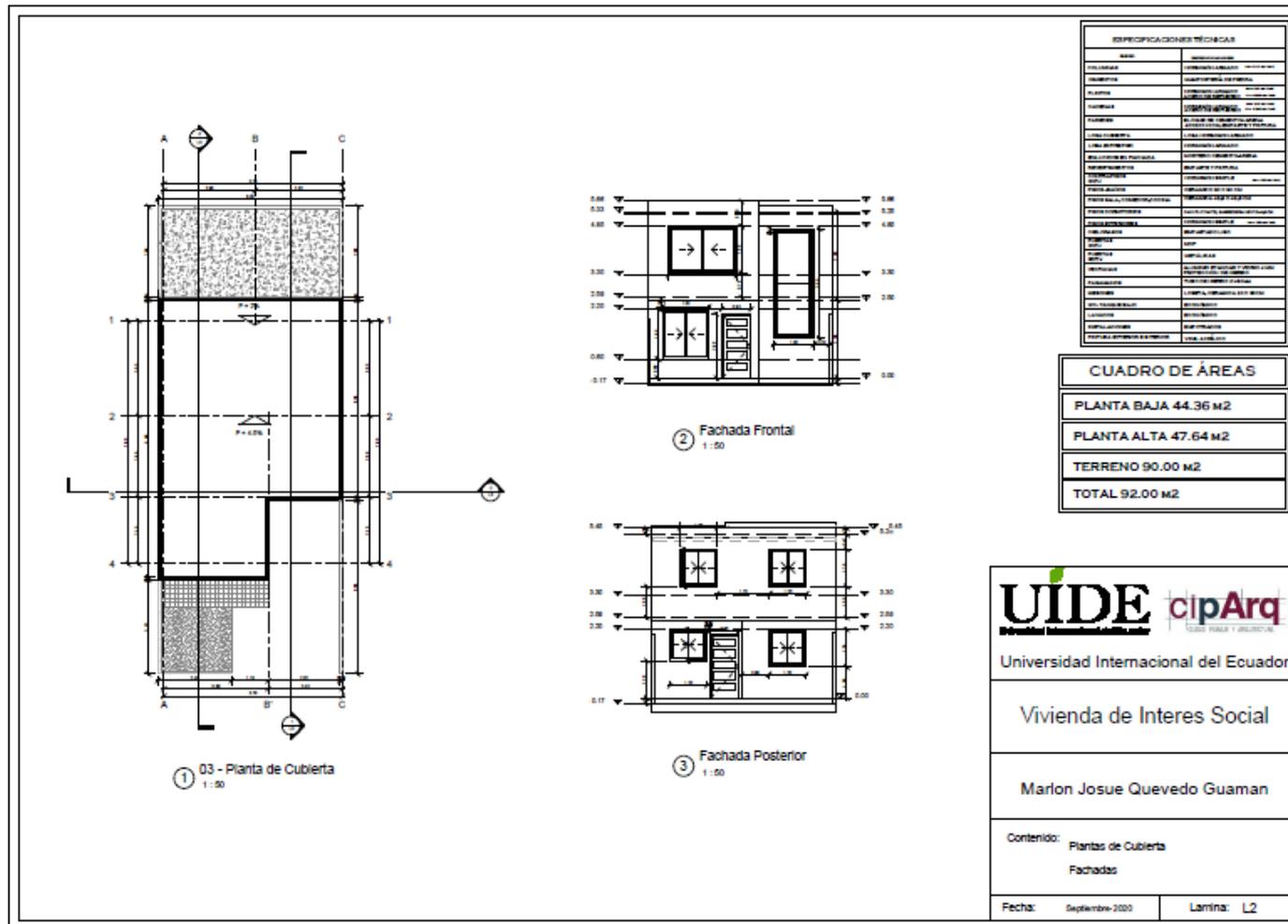


Gráfico 119.

Lamina. Secciones arquitectónicas

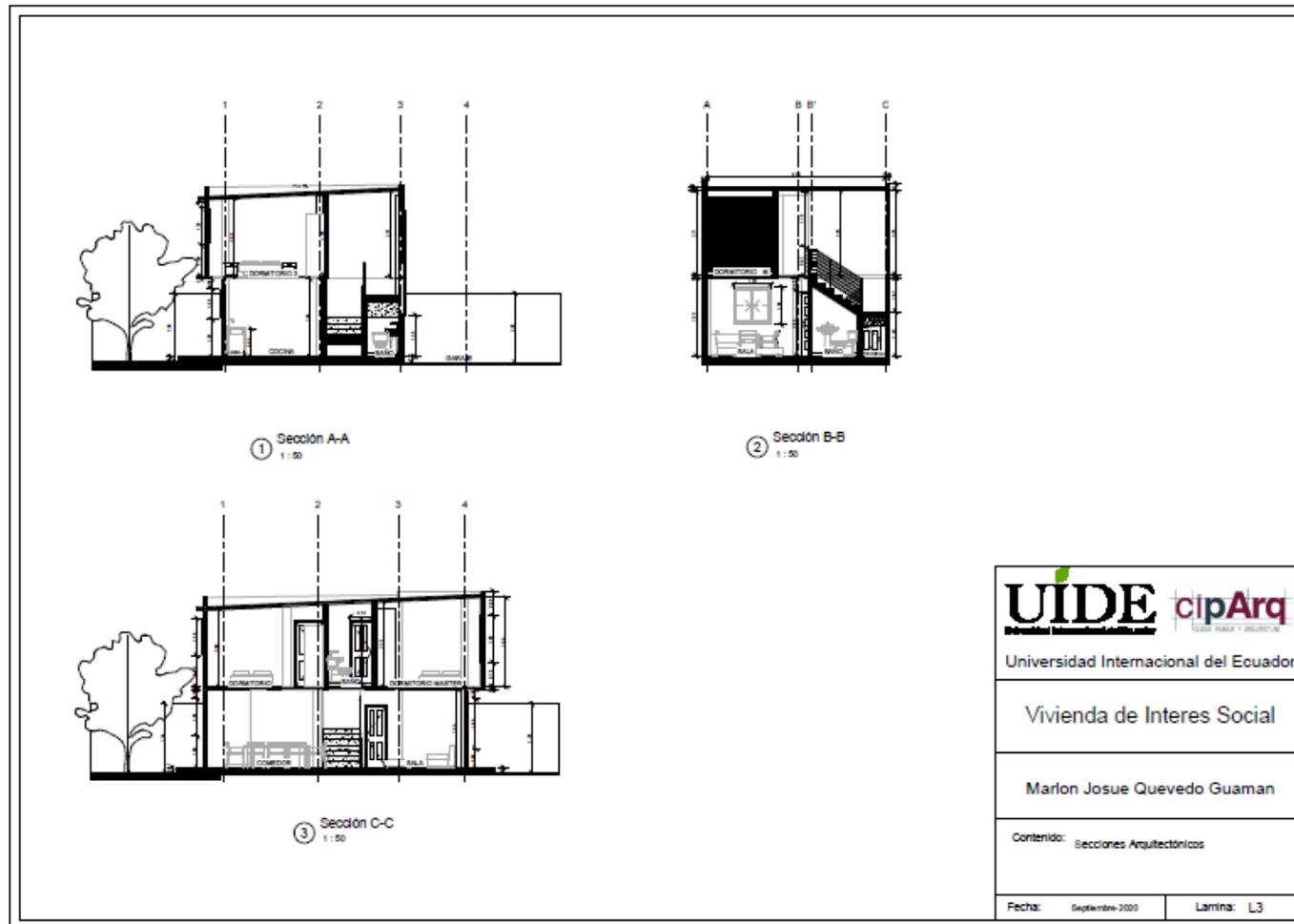


Gráfico 120.

Lamina. Planta de cimentación Armado de losa detalles constructivos

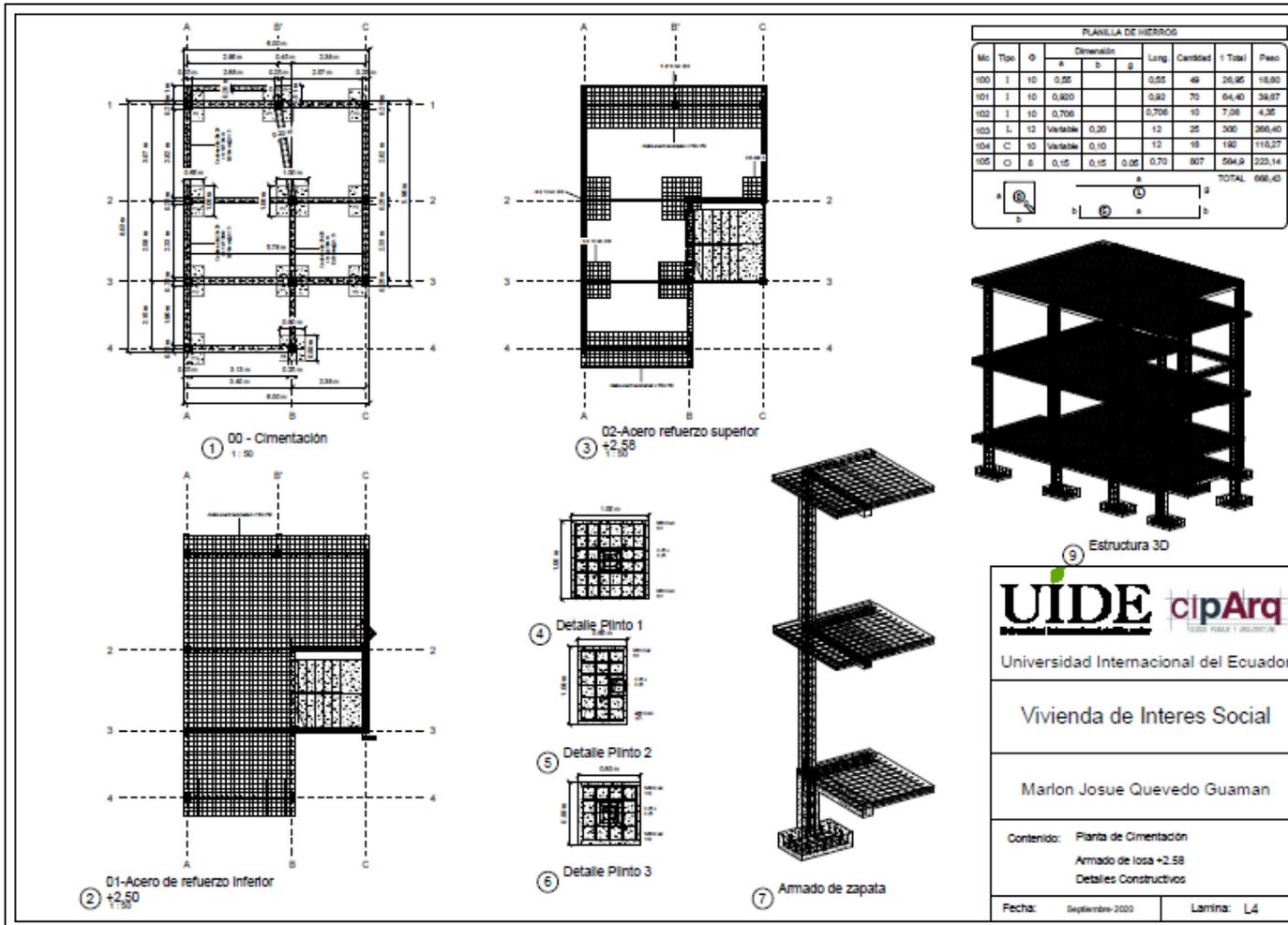
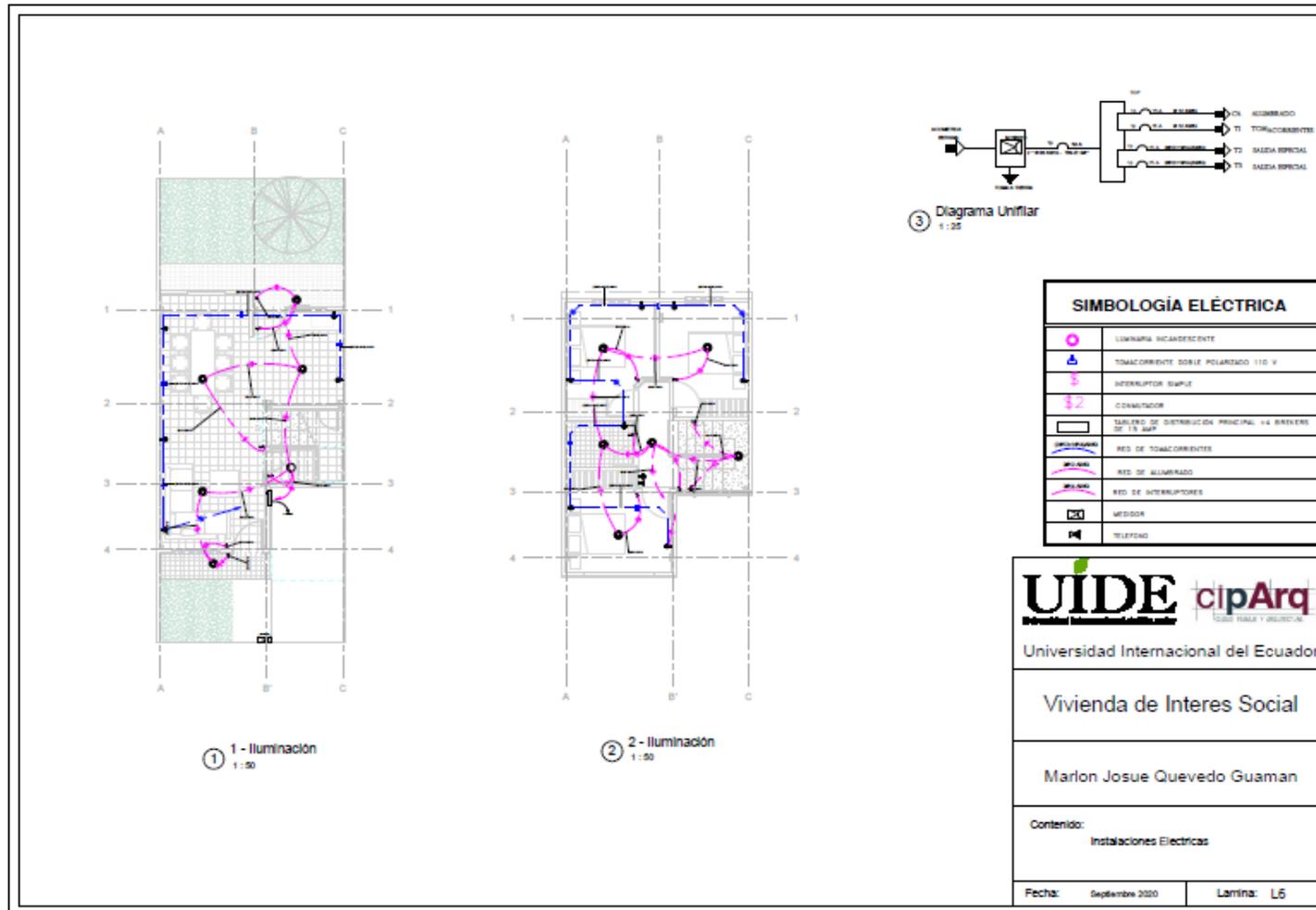


Gráfico 122.

Lamina. Instalaciones eléctricas



Anexo 3: Laminas: Documentación entregada VIVEM – Loja caso de estudio “Ciudad Victoria”

Gráfico 124.

Lamina Plantas Arquitectónicas

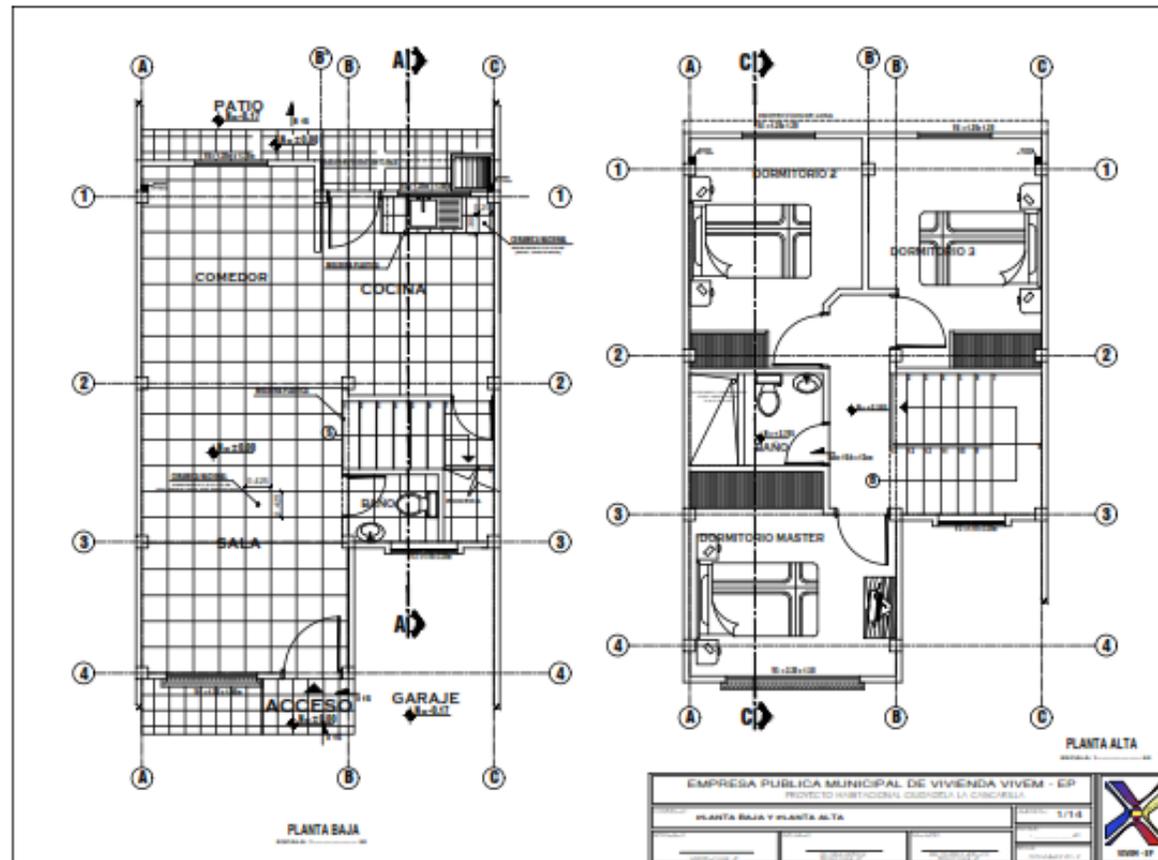


Gráfico 125.

Lamina Emplazamiento, Elevación Frontal y Posterior

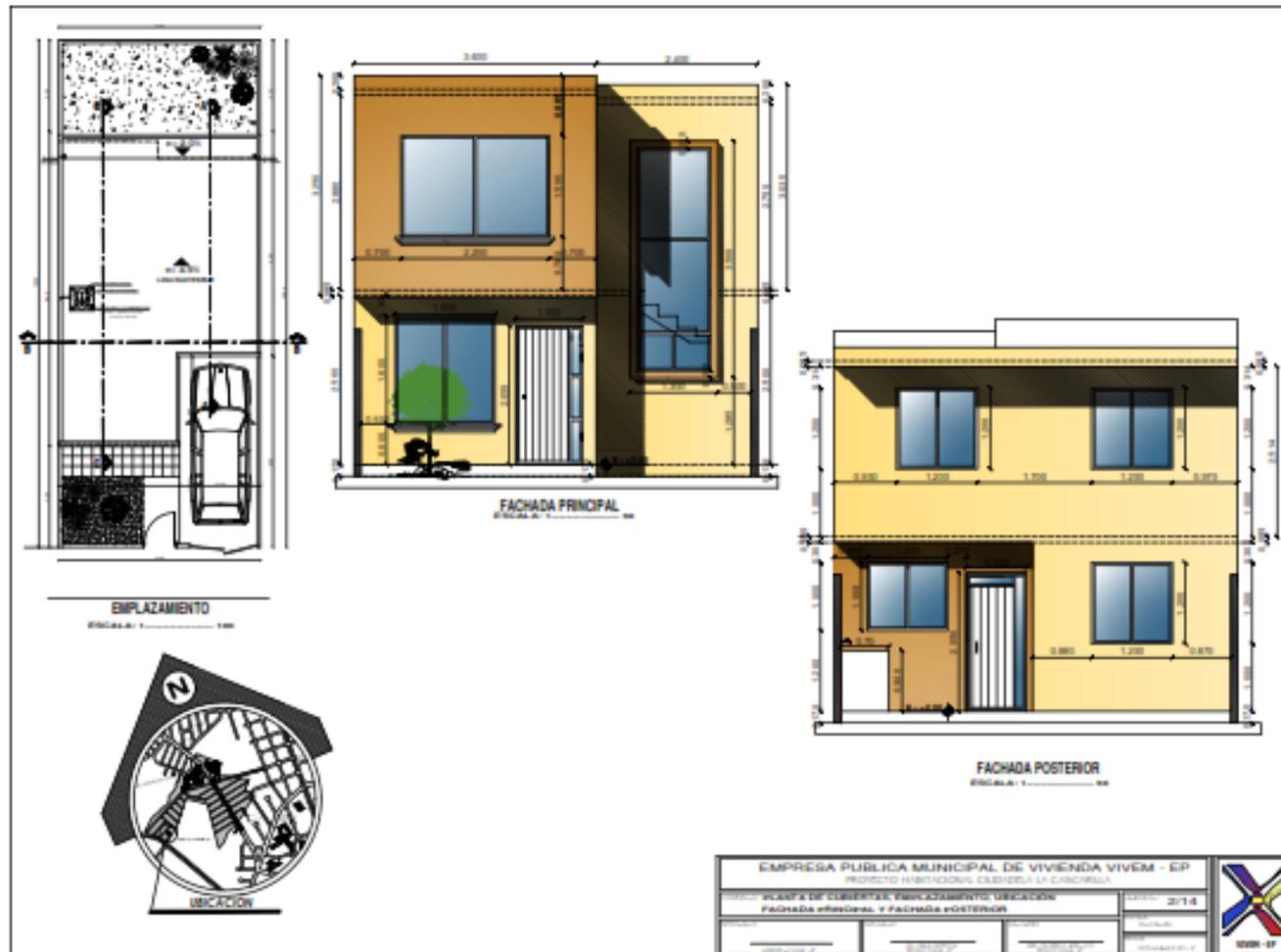


Gráfico 126.

Lamina Corte A-A, Corte B-B

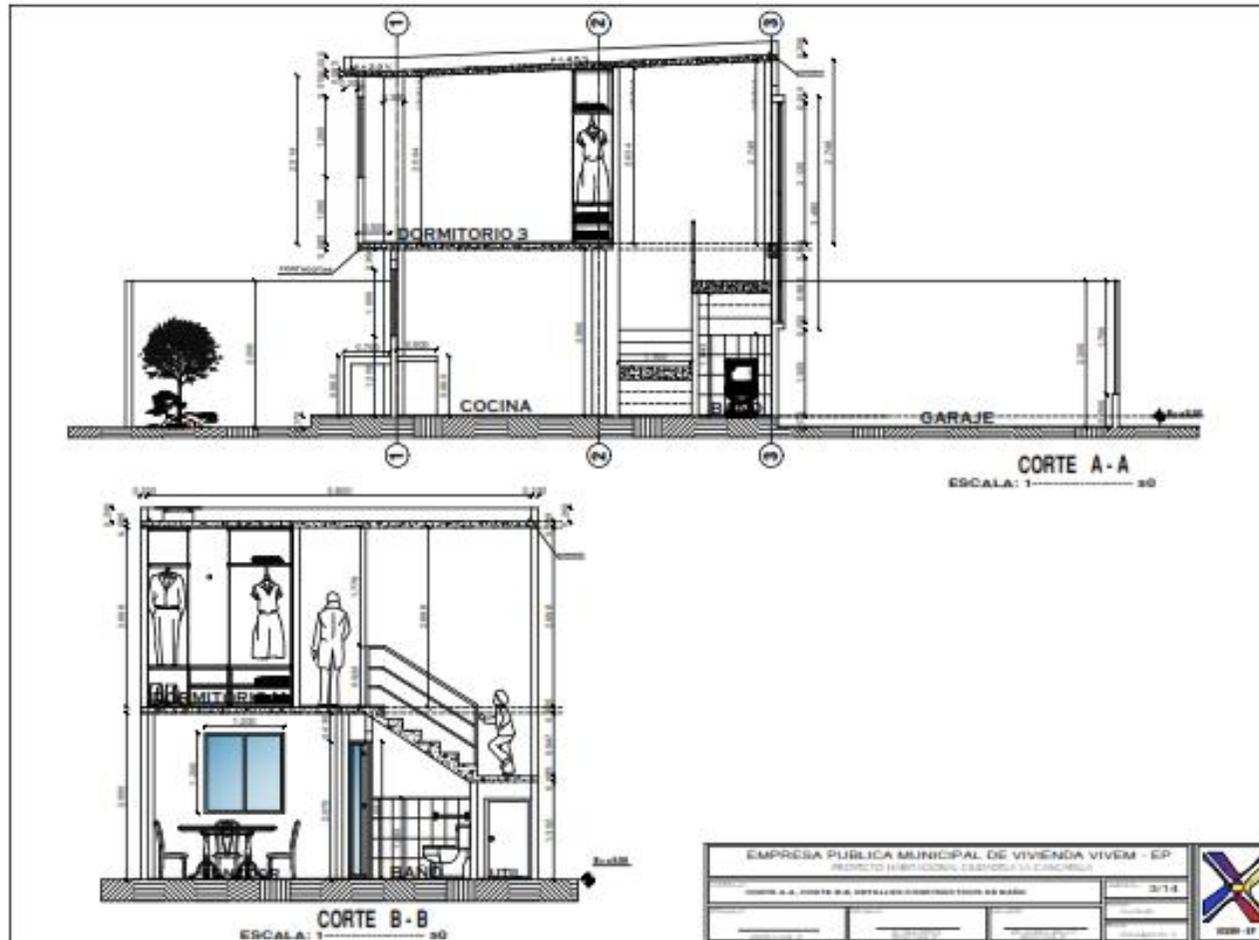


Gráfico 127.

Lamina Corte C-C

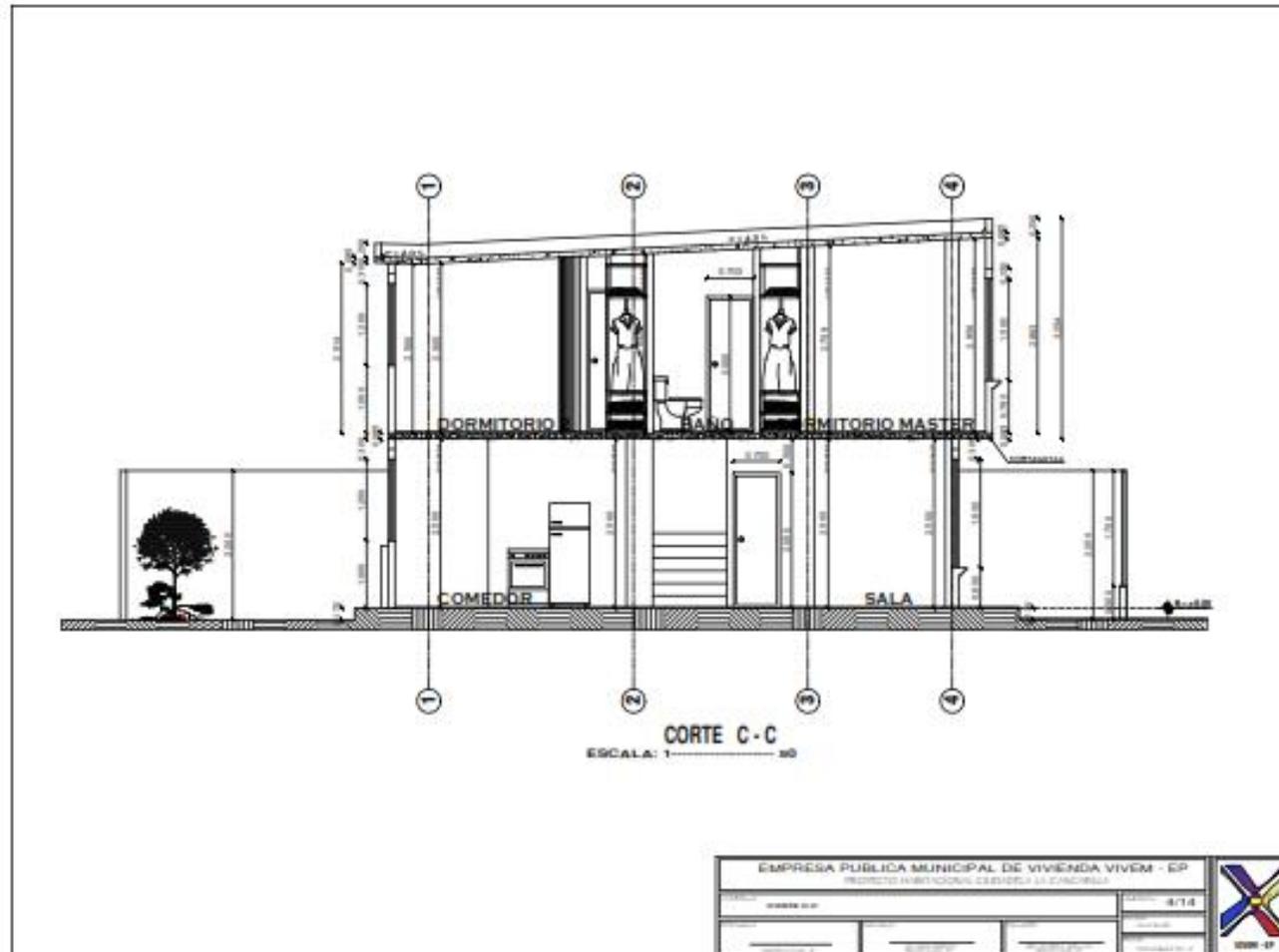


Gráfico 128.

Lámina Planta de Cimentación

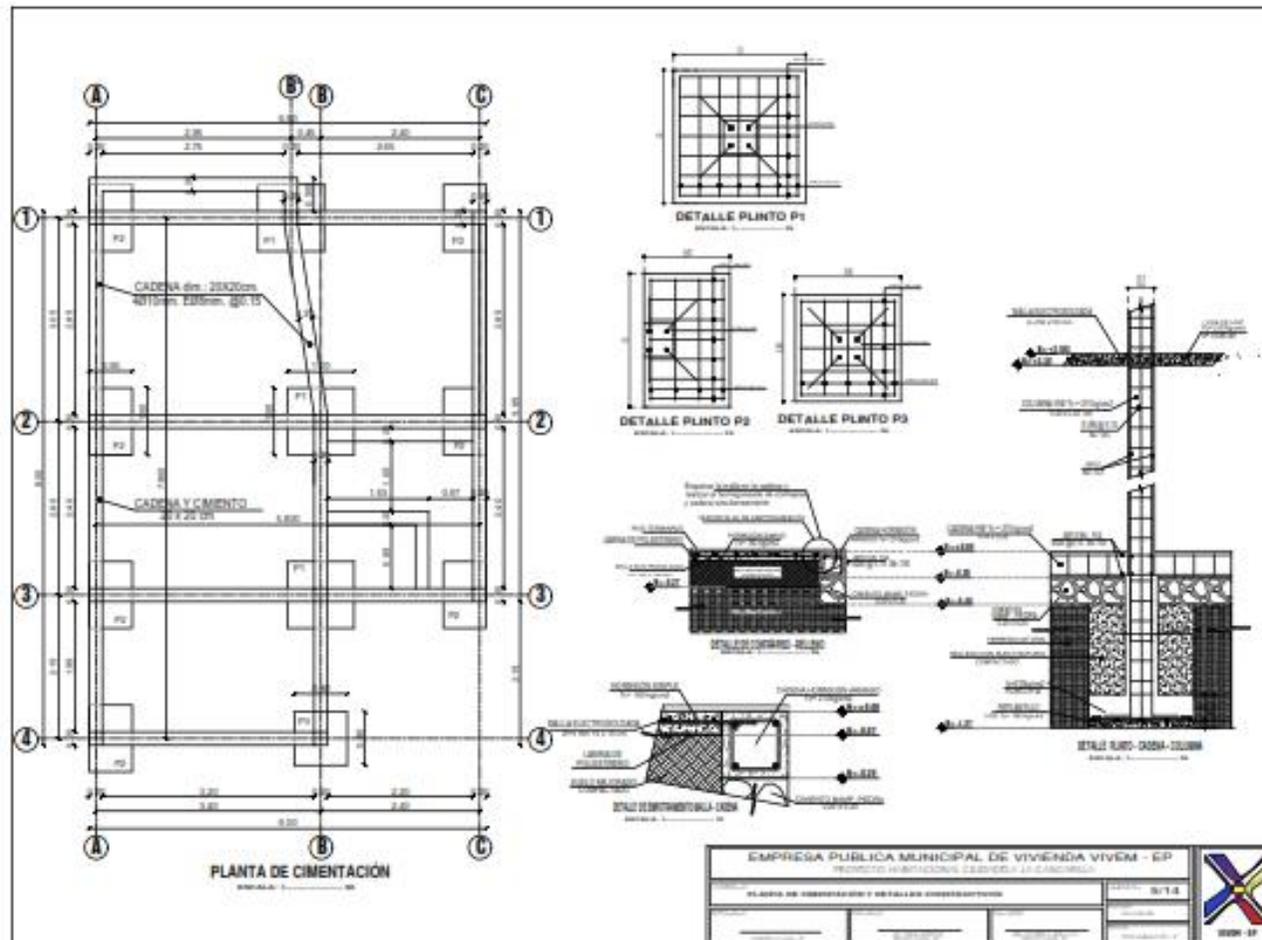


Gráfico 129.

Lámina Armado de losa nivel +2,584

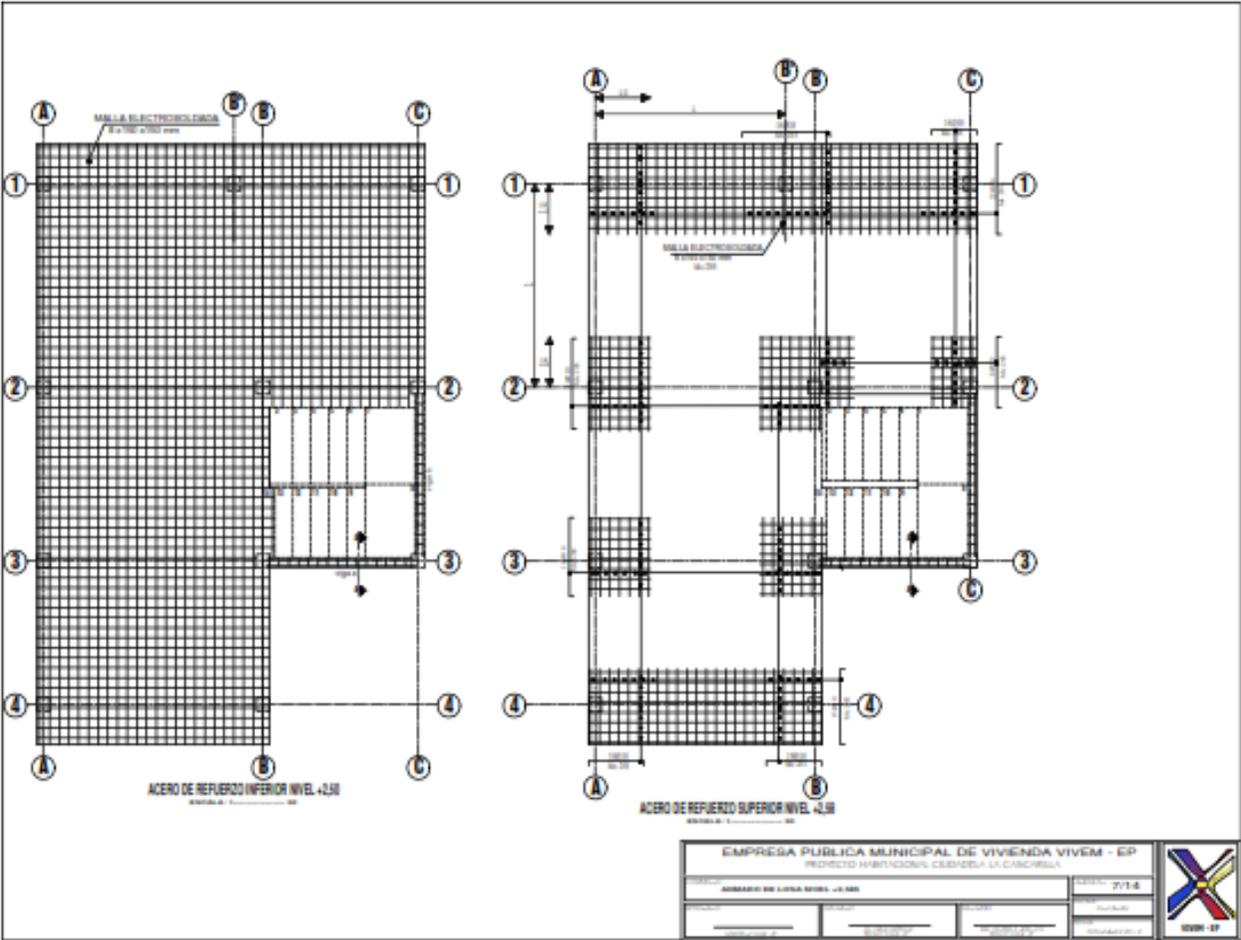


Gráfico 130.

Lámina Armado de losa cubierta

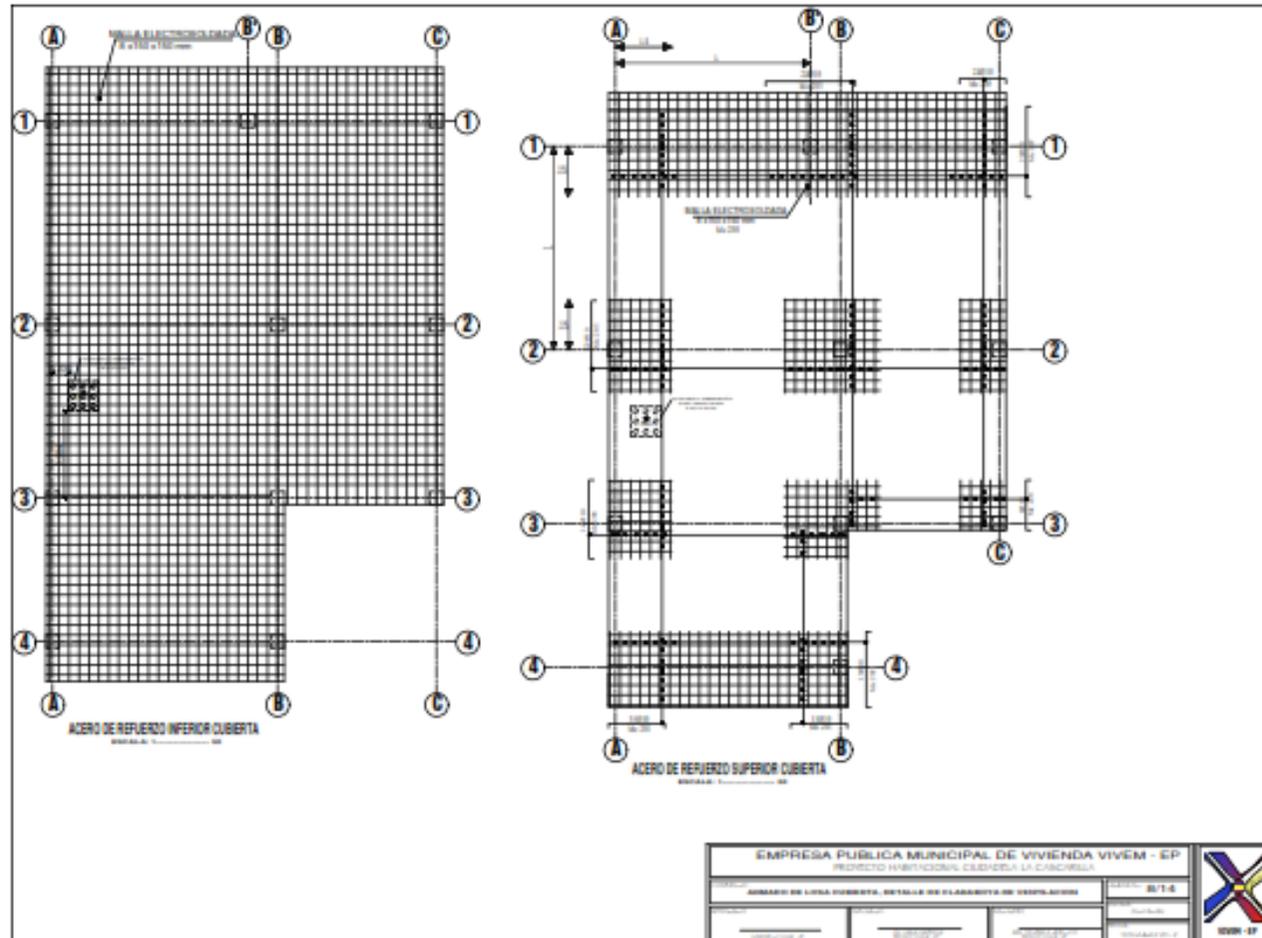


Gráfico 131.

Lámina Instalaciones Sanitarias

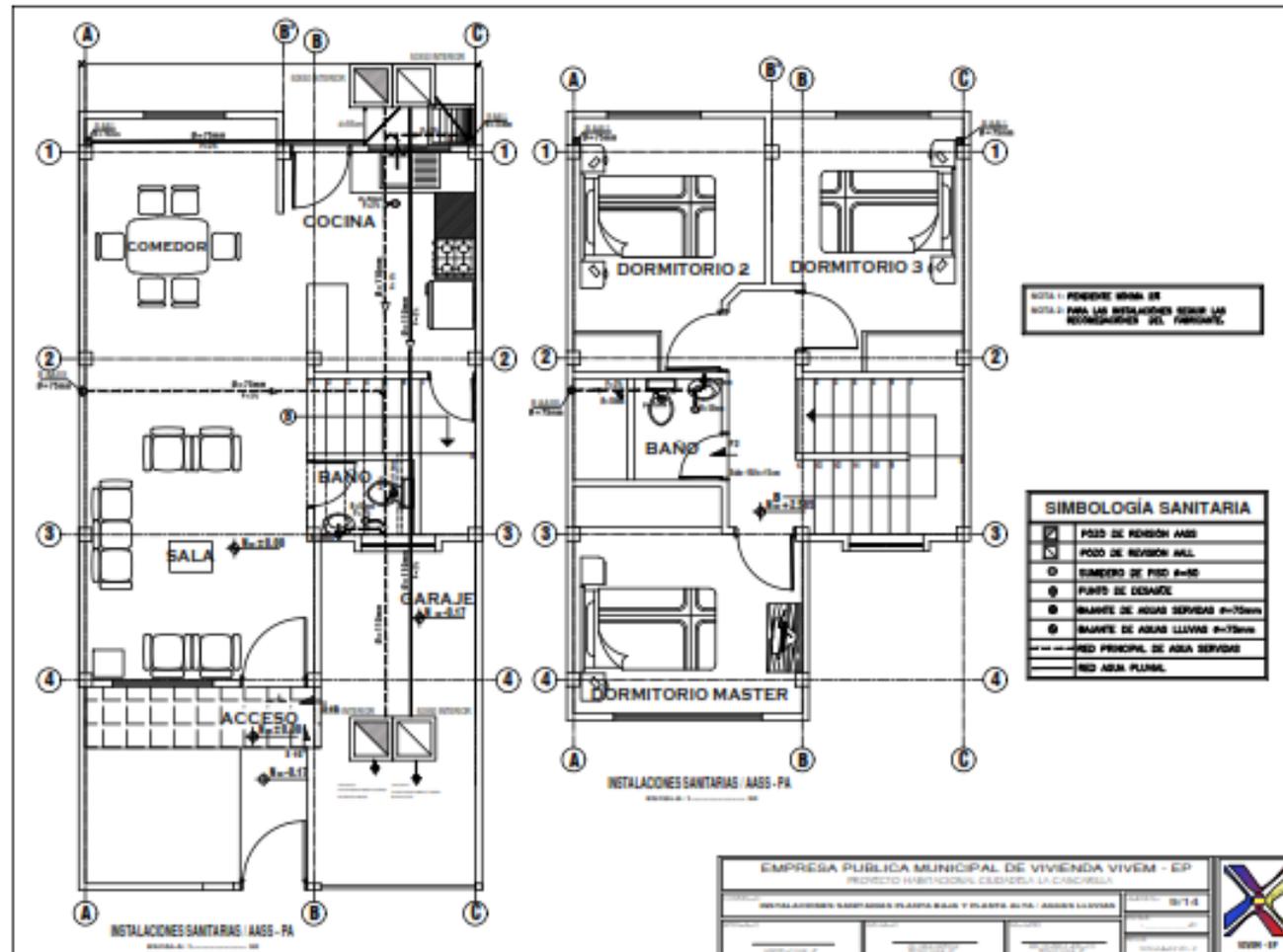


Gráfico 132.

Lámina Instalaciones Agua Potable

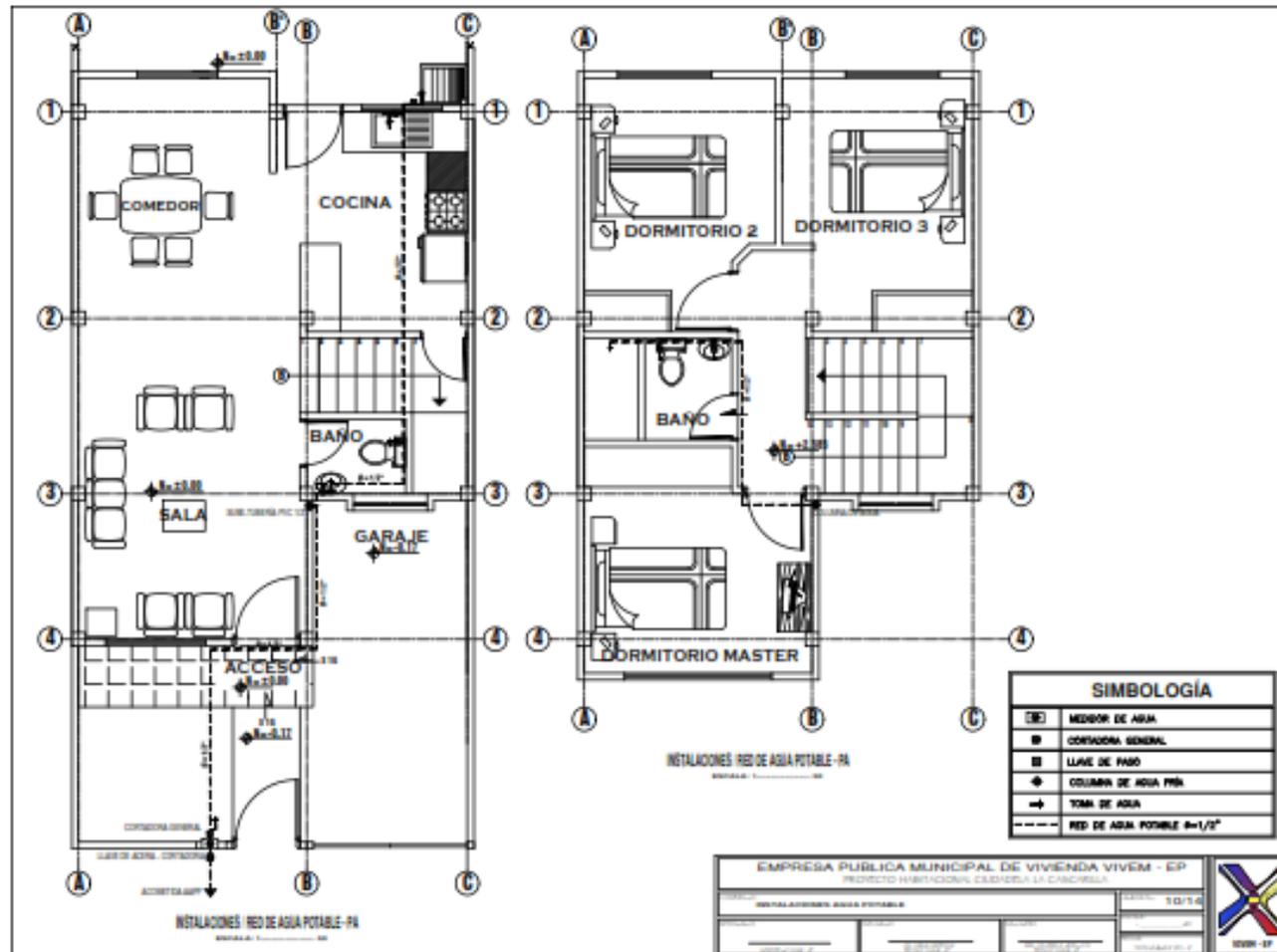


Gráfico 133

Lámina Instalaciones Eléctricas

