



Análisis de la implementación de las metodologías BIM en los procesos de construcción en las obras de vivienda Villa Sofía y bodegas San Francisco en el departamento de Santander.

Farid Andrey Olejua Manrique

10481622103

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá, Colombia

2021

Análisis de la implementación de las metodologías BIM en los procesos de construcción en las obras de vivienda Villa Sofia y bodegas San Francisco en el departamento de Santander.

Farid Andrey Olejua Manrique

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Civil

Directora:

Ingeniera Jeniffer Sánchez Londoño

Opción de grado:

Pasantía

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá, Colombia

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

Cumple con los requisitos para optar

Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Bogotá D.C, 07 noviembre 2021

(Dedicatoria)

Agradezco primeramente a Dios, por darme la salud, entendimiento y sabiduría para llevar a cabo este proceso profesional, a mis padres quienes son mi motor de vida brindándome su amor incondicional ya que siempre han sido un apoyo fundamental a lo largo de mi vida para cumplir cada una de mis metas y proyectos de vida, a mis hermanos quienes son un claro ejemplo de superación personal, que me impulsan para ser cada día una mejor persona, a mi novia Mariana Sandoval quien siempre ha estado a mi lado en los momentos más difíciles, brindándome su amor y apoyo para ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por su inmenso amor y misericordia, por la salud que me brinda día a día y la sabiduría para poder entender cada uno de los procesos que he llevado a cabo a lo largo de mi vida y formación profesional, a mis padres Rodolfo Olejua y Elena Manrique quienes me han brindado todo el apoyo para cumplir cada una de mis metas y poderme superar profesionalmente con su amor incondicional, dando siempre lo mejor de ellos y siendo mi mayor motivación de vida, a mis hermanos Christian Olejua y Deninson Olejua quienes me han enseñado que con esfuerzo y dedicación se consigue todo lo que nos proponemos, a mi novia Mariana Sandoval que es una gran mujer porque siempre está presente en cada uno de mis proyectos para apoyarme e impulsarme a ser cada día una mejor persona, a mis compañeros de clase por brindarme su conocimiento y apoyo a lo largo de mi formación, también a la Ingeniera Jennifer Lyda Sánchez quien aceptó ser mi tutora de grado, colaborando para que este proyecto sea aprobado con su gran sabiduría, entendimiento, dedicación y esfuerzo, a la Universidad Antonio Nariño por todo el conocimiento y por ser mi alma mater, donde me alojo durante 5 años en sus instalaciones, a la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS por aceptarme como pasante, capacitándome en la parte de las metodologías BIM para aplicar a mi carrera profesional junto con los profesionales que me brindaron sus conocimientos en el área de arquitectura e ingeniería y por último agradezco a cada una de las personas que me dieron el impulso para poder terminar mi proyecto educativo que sin duda cada uno de sus aportes fue indispensable para lograr mi objetivo.

Contenido

RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1. Importancia de las pasantías laborales	21
1.2. Descripción de la empresa.....	21
2. ANTECEDENTES.....	22
2.1. Historia de las Metodologías BIM	22
2.2. Contexto Internacional	23
2.2.1. Perú.....	23
2.2.2. España:.....	25
2.2.3. Reino Unido:.....	27
2.2.4. Estados Unidos	28
2.3. Contexto Nacional.....	30
2.3.1. Colombia	30
3. OBJETIVOS.	33
3.1. General.	33
3.2. Específicos.	33
4. JUSTIFICACION.....	34
5. MARCO TEORICO.....	36
5.1. Costos	37
5.2. Planeación	39
5.3. Riesgos Laborales	40
5.4. Metodología BIM.....	41
5.5. Gestión de proyectos	42
5.6. Modelado 3D.....	44
6. DISEÑO METODOLÓGICO	46
7. ANÁLISIS Y RESULTADOS	48

7.1.	Interferencias encontradas en Revit, respecto a los planos CAD.....	61
7.1.1	Discontinuidad escalera.	61
7.1.2	Error de cantidades en la placa.	62
7.1.3	Interferencia Barandilla muro.	62
7.1.4	Interferencia entre puerta y muros.	63
7.1.5	Interferencia entre muro y columna.....	64
7.1.6	Interferencia de puertas con ventana y columna.	65
7.1.7	Sobredimensionamiento de tubería Hidráulica.....	66
7.1.8	Inserción de la red de aguas lluvias en la columna.....	66
7.1.9	Intersección entre red Hidráulica y sanitaria	67
7.2.	Encuestas.....	69
7.2.1	Encuesta gerente.....	69
7.2.2	Encuesta al personal que trabaja en el campo de la construcción.	71
7.3.	Visitas a campo en la ejecución de los proyectos	81
7.3.1	Bodegas San Francisco.....	81
7.3.2	Vivienda unifamiliar Villa Sofia.	91
7.4.	DISEÑO ARQUITECTONICO REVIT	97
8.	CONCLUSIONES	106
9.	Bibliografía.....	108

Lista de Figuras

Figura 1. variable de gestión de proyectos. Fuente elaboración propia	37
Figura 2. Variable-Costo. Fuente elaboración propia.	38
Figura 3. Planeación. Fuente elaboración propia.	39
Figura 4. Riesgos Laborales. Fuente elaboración propia.	40
Figura 5. Metodologías BIM. Fuente elaboración propia.	42
Figura 6. Diseño metodológico. Fuente elaboración propia	47
Figura 7. Ubicación de líneas para dibujo. Fuente elaboración propia.	49
Figura 8. Elementos para el diseño del modelo. Revit. Fuente elaboración propia.	49
Figura 9. Herramienta de rejilla. Revit. Fuente elaboración propia.	85
Figura 10. Dibujo por medio de líneas. AutoCAD. Fuente elaboración propia.	51
Figura 11. Plano corte longitudinal. AutoCAD. Fuente elaboración propia.	51
Figura 12. Sección de corte. Revit. Fuente elaboración propia.	52
Figura 13. Plano Hidráulico. AutoCAD. Fuente elaboración propia.	53
Figura 14. Plano sanitario. AutoCAD. Fuente elaboración propia.	53
Figura 15. Primera Planta Plano Hidráulico sanitario. Revit. Fuente elaboración propia.	54
Figura 16. Segunda Planta Plano Hidráulico y sanitario. Revit. Fuente elaboración propia.	54
Figura 17. Vista en 3D de la red hidráulica y sanitaria. Revit. Fuente elaboración propia.	55
Figura 18. Vista de los elementos de la red hidráulica y sanitaria. AutoCAD. Fuente elaboración propia.	56
Figura 19. Vista de los elementos de la red hidráulica y sanitaria. Revit. Fuente elaboración propia.	56
Figura 20. Vista caja de inspección, red hidráulica. Revit. Fuente elaboración propia.	57
Figura 21. Plano primer y segunda planta. AutoCAD Fuente elaboración propia.	58
Figura 22. Vista frontal. Revit. Fuente elaboración propia.	59
Figura 23. Vista norte. Revit. Fuente elaboración	59
Figura 24. Vista este. Revit. Fuente elaboración propia.	60
Figura 25. Vista Oeste. Revit. Fuente elaboración propia	60
Figura 26. Discontinuidad escalera. Revit. Fuente elaboración propia.	61
Figura 27. Error de cantidades en la placa. Revit. Fuente elaboración propia	62
Figura 28. Interferencia Barandilla muro. Revit. Fuente elaboración propia	63
Figura 29. Interferencia entre puerta y muros. Revit. Fuente elaboración propia	64
Figura 30. Interferencia entre muro y columna. Revit. Fuente elaboración propia	65
Figura 31. Interferencia de puertas con ventana y columna. Revit.	65
Figura 32. Sobredimensionamiento de tubería Hidráulica. Revit.	66
Figura 33. Inserción de la red de aguas lluvias en la columna. Revit.	67
Figura 34. Intersección entre red hidráulica y sanitaria. Revit. Elaboración propia.	68
Figura 35. Conocimiento de la metodología BIM. Fuente elaboración propia.	72
Figura 36. Programas utilizados con Metodologías BIM. Fuente elaboración propia.	73
Figura 37. Implementación de la metodología BIM. Fuente elaboración propia.	74

Figura 38. Uso de la metodología respecto a su producción. Fuente elaboración propia.	74
Figura 39. Problemas comunes en obra. Fuente elaboración propia.	76
Figura 40. Comunicación entre diseño y obra. Fuente elaboración propia.	77
Figura 41. Efectividad en los proyectos. Fuente elaboración propia	78
Figura 42. Metodología CAD o BIM. Fuente elaboración propia	78
Figura 43. Tiempo con Metodología CAD. Fuente elaboración propia	79
Figura 44. Tiempo con Metodología BIM. Fuente elaboración propia	80
Figura 45. Primera visita a campo. Fuente elaboración propia	81
Figura 46. Segunda visita a campo. Fuente elaboración propia	82
Figura 47. Tercera visita a campo. Fuente elaboración propia	83
Figura 48. Cuarta visita a campo. Fuente elaboración propia	84
Figura 49. Quinta visita a campo. Fuente elaboración propia	85
Figura 50. Sexta visita a campo. Fuente elaboración propia	85
Figura 51. Séptima visita a campo. Fuente elaboración propia	86
Figura 52. Octava visita a campo. Fuente elaboración propia	87
Figura 53. Novena visita a campo. Fuente elaboración propia	88
Figura 54. Decima visita a campo. Fuente elaboración propia.	89
Figura 55. Onceava visita a campo. Fuente elaboración propia	90
Figura 56. Doceava visita a campo. Fuente elaboración propia	91
Figura 57. Primera visita Enciso. Fuente elaboración propia.	91
Figura 58. Segunda visita Enciso. Fuente elaboración propia.	93
Figura 59. Tercera visita a Enciso. Fuente elaboración propia.	94
Figura 60. Cuarta visita Enciso. Fuente elaboración propia.	95
Figura 61. Quinta visita Enciso. Fuente elaboración propia.	96
Figura 62. Quinta visita Enciso. Fuente elaboración propia.	96
Figura 63. Sexta visita Enciso. Fuente elaboración propia.	97
Figura 64. Primera, segunda y tercera planta. Revit. Fuente elaboración propia	98
Figura 65. Cuarta planta, cubierta y frente de vivienda. Revit. Fuente elaboración propia	98
Figura 66. Frente de vivienda. Revit. Fuente elaboración propia	99
Figura 67. Vista isométrica. Revit. Fuente elaboración propia	100
Figura 68. Corte de la primera planta. Revit. Fuente elaboración propia	101
Figura 69. Corte de la segunda planta. Revit. Fuente elaboración propia	101
Figura 70. Corte de la tercera planta. Revit. Fuente elaboración propia	102
Figura 71. Corte de la cuarta planta. Revit. Fuente elaboración propia	103
Figura 72. Vista de sol con sombras. Revit. Fuente elaboración propia	103
Figura 73. Vista interna de oficina primera planta. Revit. Fuente elaboración propia.	104
Figura 74. Vista interna cuarta planta. Revit. Fuente elaboración propia.	105

Lista de tablas

Tabla 1. Entrevista al propietario de la empresa ESCO SAS, Ing. Especialista Estructural Cristian Olejua.	73
--	----

RESUMEN

En este documento se realizó el análisis de los beneficios y ventajas de la implementación de la metodología BIM en los procesos de diseño y redes en una vivienda en el municipio de Málaga, Santander a partir del proceso de pasantías en la empresa ESCO, mediante un análisis cuantitativo y cualitativo. Primeramente se realizó la recopilación de información por medio de investigaciones y también por medio de encuestas al personal que tiene experiencia en los procesos constructivos, compartiendo sus conocimientos y obteniendo un mayor enfoque en la investigación, luego se efectuó la comparación de las metodologías CAD con BIM, demostrando los beneficios y las ventajas que tienen las BIM, con menores errores en los diseños, más rapidez y efectividad, donde trabajan varios profesionales en un mismo modelo, por último se realizó un modelo de una vivienda multifamiliar, para afianzar más los conocimientos acerca del uso de los software, permitiendo estar actualizados en la industria de la construcción y ser más competentes en el mercado.

Palabras clave: Metodología BIM, modelado en 3D, Gestión de proyectos, planeación, riesgos laborales, costos.

ABSTRACT

This document analyzes the benefits and advantages of the implementation of the BIM methodology in the design and network processes in a home in the municipality of Malaga, Santander, based on the internship process at the ESCO company, through an analysis quantitative and qualitative. First, the collection of information was carried out through research and also through surveys of personnel who have experience in construction processes, sharing their knowledge and obtaining a greater focus on research, then the comparison of CAD methodologies with BIM was carried out. , demonstrating the benefits and advantages of BIM, with fewer errors in the designs, more speed and effectiveness, where several professionals work on the same model, finally a model of a multi-family home was made, to further strengthen the knowledge about of the use of the software, allowing to be updated in the construction industry and to be more competent in the market.

Keywords: BIM methodology, 3D modeling, Project management, planning, occupational risks, costs.

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se ha llevado a cabo desde miles de años atrás en la pre historia, donde se ejecutaron grandes obras de infraestructura dependiendo su interés social, político y tecnológico, que cada vez resultaban siendo más complejas por las necesidades de la humanidad. Con su constante evolución al pasar los años se vio la necesidad de involucrar sistemas de información donde se iban almacenando diferentes tipos de datos que servían para intervenir las patologías que se presentaban en las estructuras con los anteriores materiales de construcción y así ir mejorando las obras (Armisen, 2018).

Con la implementación de las metodologías BIM, (Modelado de la Información de Construcción) se quiere brindar un avance tecnológico en las obras de infraestructura, teniendo un mejor almacenamiento de la información en los modelos de diseño para prevenir errores constructivos como lo son: Coordenadas principales, elementos principales en la ubicación no adecuada, colisión entre el sistema estructural y las redes sanitarias, haciendo que aumenten los costos que se estipularon en la parte de planeación del proyecto, debido a todas las causas mencionadas anteriormente la metodología BIM nos ayuda a ejecutar los proyectos de obras civiles de una manera más eficiente, planificando a su vez el periodo de entrega de los proyectos dentro del tiempo establecido, satisfaciendo las necesidades del cliente y haciendo que los usuarios se sientan más seguros y crean en los proyectos que ofrece la empresa (Buch & Moya, 2021).

Este trabajo presenta la implementación de las metodologías BIM a proyectos constructivos en el departamento de Santander, donde se identifican los beneficios y ventajas que tiene aplicar estas metodologías BIM, con respecto a las metodologías tradicionales de la construcción ya sea por CAD (Diseño Asistido por Computador) que son métodos muy usados en gran parte del territorio Colombiano, estos se integran a los proyectos, donde se reúne toda la información en el diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño sanitario, hidráulico, haciendo que todos los agentes trabajen constantemente en equipo almacenando todos los datos que permitirá operar durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto incluyendo las fases de operación y mantenimiento.

Teniendo en cuenta los párrafos anteriores para el presente trabajo de grado se planteó una metodología cuantitativa y cualitativa por medio de encuestas al personal que labora en los proyectos de construcción para identificar sus expectativas respecto a la implementación de las metodologías BIM en los procesos constructivos y de cómo se benefician los procesos al implementar esta nueva metodología en la construcción.

También se plantea una metodología descriptiva y comparativa en la obra de construcción unifamiliar de dos plantas ubicada en el municipio de Málaga, Santander donde se hizo la implementación de las metodologías BIM, en el que se muestran los beneficios y ventajas en la parte de presupuestos y tiempos, comparando la obra donde se implementó la metodología CAD y los ahorros que tendría si se hubiera implementado la metodología BIM.

1.1.Importancia de las pasantías laborales

Generar experiencia en el pasante, adquiriendo mayor conocimiento en el campo laboral acerca de cómo se maneja cada uno de los procesos constructivos, mirar las cantidades de los materiales, la estructura de operación en campo, el manejo de software. También permite al estudiante, tener un contacto más directo con personas expertas en el tema, para aumentar el conocimiento al interactuar con ellos, desarrollando habilidades para ser más competitivo a la hora de realizar trabajos y según la capacidad que se tenga para desenvolverse de problemas que se presenten a lo largo del camino, generar aportes positivos en la empresa para que se tengan en cuenta.

1.2.Descripción de la empresa

La empresa constructora ESCO SAS del sector privado ubicada en el municipio de Málaga Santander, realiza actividades especializadas para la construcción de edificios unifamiliares, residenciales y obras de ingeniería civil, a su vez actividades de planificación y diseño de proyectos arquitectónicos, estructurales, topográficos, hidráulicos, sanitarios, viales, estudio de suelos, donde además se tramitan todo tipo de licencias tales como obra nueva, reconocimiento, ampliación, demolición, desenglobe, declaración de áreas y otras actividades conexas de consultoría técnica (ESCO SAS, 2020).

2. ANTECEDENTES

2.1. Historia de las Metodologías BIM

A continuación, se evidencian algunos antecedentes de esta nueva tecnología que va tomando mayor fuerza y reconocimiento a nivel mundial.

Chuck Eastman quien es un reconocido profesor del instituto de tecnología de Georgia del departamento de arquitectura, es considerado como el padre de BIM cuando afirmo y demostró que habían muchos retrasos en la parte de diseño ya que cuando se necesitaban hacer cambios en los planos, era bastante tedioso tener que reformar cada uno de ellos, por ello planteo que los diseños que se realizaran solo se deberían de modificar una vez y los demás arreglos procedentes del mismo dibujo se actualizarían automáticamente. Building Description System (BDS) es un prototipo de trabajo que dio a conocer las primeras ideas de BIM para introducir la información obtenida de una forma virtual, minimizando costos y trabajándolo en un mismo archivo (Mojica & Valencia, 2012).

En 1982 la empresa Autodesk dio a conocer el software AUTOCAD que brindo beneficios a la hora de realizar los planos en una mesa de dibujo virtual CAD (Diseño Asistido por Computador) en 2D ya que era la mayor problemática de la época por la realización de planos y dibujos en diferentes escalas. En 1984 se presenta la nueva versión ArchiCAD inspirada por la empresa Graphisoft de Hungría que tenía un enfoque más profundo hacia modelos de edificios en 3D (Wierzbicki, 2011).

En 1986 el señor Robert Aish de la empresa GMW computers Ltd. nombra algunos aspectos importantes para el nombramiento oficial de las metodologías BIM ya que es el nombre que se le da actualmente.

El profesor Laiserin nombra: Modelación 3D, extracción automática de dibujos, componentes paramétricos inteligentes (superando la mentalidad del dibujo plano cuyos elementos carecen de parámetros diferentes a su geometría en el plano de visualización); Bases de datos que se relacionen entre si y funcionales para múltiples proyectos, procesos de construcción concebidos por fases temporales definidas, etc. (Mojica & Valencia, 2012).

2.2. Contexto Internacional

En la actualidad muchas empresas de construcción han recurrido a implementar el uso de las metodologías BIM, por sus grandes beneficios en los procesos constructivos, a continuación, se dan a conocer algunos antecedentes a nivel internacional que han implementado estas tecnologías.

2.2.1. Perú

Se estudia que para el 2050 el mundo va a tener una sobrepoblación esto va a llegar a ser uno de los problemas más grandes para la ingeniería civil, ya que tiene que ir evolucionando, buscando nuevas formas para satisfacer las necesidades de la comunidad, esto lo debe hacer en el menor tiempo posible por la gran demanda que se puede presentar, brindando una calidad de vida hacia la humanidad con los aspectos mínimos del habitat, se crearan nuevos espacios, nacerán nuevas ciudades donde la tecnología será la protagonista en estos lugares, innovando y haciendo que todo sea más fácil para la población.

El ministerio de economía y finanzas dice que: el crecimiento poblacional genera una gran brecha de proyectos de construcción pública y privada, donde la metodología tradicional usada no logran suplir las necesidades de la población. Sobre este aspecto el Poder Ejecutivo en el Perú en su publicación del Decreto Supremo N.º 289-2019 (EF) menciona la implementación progresiva de la metodología BIM en las entidades públicas; donde la primera entidad a ser aplicada es el Ministerio de Economía y Finanzas. (Marín & Otros, 2021)

El próximo ministerio a implementar esta metodología es el de construcción, saneamiento y vivienda teniendo como objetivo disminuir el tiempo en la ejecución de las obras con las recomendaciones específicas y por otra parte reducir la corrupción que posiblemente se puede llegar a presentar en el momento de las licitaciones y desarrollo de las obras públicas (Marín & Otros, 2021) ya que por medio de esta metodología la información es recolectada y dirigida a una base de datos tridimensional.

En Perú la construcción ha venido creciendo constantemente esto trae como consecuencias que los procesos tradicionales en la construcción no sean lo suficientemente eficaces para cubrir los costos y retrasos, el hacer uso de las nuevas tecnologías no les genera tanta confianza ya que creen que van a tener altos costos con la implementación de estas en la construcción.

la implementación de la metodología BIM, permite plantear nuevas estrategias mediante la información e integración del proyecto como un todo unificado y con mejores resultado, esta metodología fue implementada en una edificación en Villa el Salvador en Lima en el año 2018, en esta utilizaron el modelado tridimensional, intercambiando

información por medio de software, esta información fue recolectada en una base de datos para realizar su respectivo análisis en la reducción del tiempo y los costos comparando con el sistema convencional para saber cuál es más eficiente a la hora de implementarla en las obras. (Ybañez, 2018)

Obtuvieron resultados a favor de la implementación de la metodología BIM, donde se logró un 263% de perfección en la precisión de incompatibilidades, un ahorro de S/ 10,175.06 por identificar anticipadamente las incongruencias, del mismo modo muestra 121 horas de retraso según cronograma, logrando optimizar el proceso de diseño en la construcción. (Ybañez, 2018)

Las obras de infraestructura en Perú presentan varios inconvenientes uno de ellos es en que se debe invertir el gasto público y los problemas presentes en la construcción, estos evidencian un 200% de aumento en costo y un 900% en tiempo, frente a esto el gobierno ve como una oportunidad la aplicación de las BIM para minimizar estos inconvenientes, uno de los puntos a tener en cuenta es que el personal se debe capacitar para que maneje adecuadamente esta nueva implementación al mundo de las tecnologías en la construcción, con estos estudios queda demostrado la importancia del uso de las BIM, el uso más importante es incompatibilidades y detección de interferencias. (Prado, 2018)

2.2.2. España:

Los proyectos realizados en la construcción están optando por innovar y hacer uso de las tecnologías, los gobiernos en todo el mundo lo están implementando, en España se realizaron 548 encuestas a expertos en el tema de la construcción donde todos ellos coinciden en que es de gran beneficio la implementación de las metodologías BIM, en las

etapas de los proyectos que se trabaja más esta metodología es en el diseño, cálculo de instalaciones y estructuras, uno de los inconvenientes que se presentan son en cuanto al momento de capacitar los trabajadores que no aprenden lo suficiente en cuanto al manejo y el trabajo no es tan eficaz (Del Solar & Silva, 2016)

En el año 2015 el consejo de ministro dio a conocer el anteproyecto de la ley de contrataciones públicas, donde su meta es mejorar la competencia y la transparencia además de plantear las metodologías BIM en muchos de sus apartados y el ministerio de fomento formo la comisión para establecer esta metodología en España, la cual fue aprobada en el 2018, obligando a licitaciones públicas de edificios e infraestructura. (Del Solar & Silva, 2016)

La Metodología BIM, frecuente en el campo de la edificación , está siendo usada cada vez más en la realización de proyectos ferroviarios, conociendo las ventajas que estas brinda como la reducción de costos, tiempo muerto y errores operativos ya que en la construcción ferroviaria no existe una tabla de clasificación de todos los procesos en el proyecto, debido a esto se vuelve tedioso el intercambio de la información entre los distintos agentes, según estos se crea una alianza entre Grant Thornton, Ineco y Railway Innovation Hub para el desarrollo de un proyecto ferroviario unificado BIM (Ineco, 2019)

La Asociación Española de Normalización y Certificación, constituyo un Comité de Normalización AEN/CTN 41/SC13 con el objetivo de llevar a cabo modelos de la información referente a obras civiles y edificaciones y la Universidad Politécnica de Valencia solicito un plan de formación BIM, entre todas las instituciones académicas a nivel nacional e internacional, las empresas de España obligatoriamente tienen que presentar

proyectos con implementación de Metodologías BIM para acceder a licitaciones en países que son precursores de estas metodologías. (Verdú & Otros, 2015)

España quiere llegar a ser pionero en la implementación de esta metodología al igual que el Reino Unido e Inglaterra, para esto está realizando estudios y conociendo los beneficios que brinda en la ejecución de sus proyectos, capacitándose desde el ámbito académico donde dan licencias gratuitas de este software y realizando obras con esta.

2.2.3. Reino Unido:

En estos tiempos Reino Unido lidera la lista de la implementación de las metodologías BIM, su uso se generó ya que en este lugar la construcción no era tan buena, ocasionaba altos costos y mucho tiempo, algunos contratos no se cumplían en el periodo estipulado y dejaban sin finalizar la obra, lo que no dejaba tan satisfechos a los clientes, debido a esto el gobierno creó una estrategia, la cual se trataba del uso de las BIM para que todos los proyectos fueran desarrollados eficazmente. (Zigurat Global Institute of Technology, 2018)

National Building Specification (NBS) del Reino Unido determinó los niveles para la implementación de las BIM:

En el nivel 0 se encuentra la falta de colaboración, en el siguiente nivel se evidencia una mezcla de CAD 3D Y 2D, estos para el trabajo conceptual, el informe de producción y los documentos legales, en el nivel 2 ya se reconoce el extenso trabajo colaborativo y el gobierno del Reino Unido estableció en el 2016 que como mínimo las constructoras debían

tener este nivel como objetivo para la realización de proyectos evidenciando su éxito. (Zigurat Global Institute os Technology, 2018)

El órgano del Reino unido delegado para producir estándares técnicos es British Standards Institution (BSI), implantando requisitos para la implementación de BIM en la parte de proyectos públicos como: condiciones para brindar información al cliente, planes para efectuar BIM, formato de intercambio para los modelos BIM, funciones, responsabilidades, protocolos y proceso. (Gobierno España, 2020)

El reino unido implementa el uso de las metodologías BIM en sus obras y proyectos de manera obligatoria, logrando éxito, un ejemplo de esto es el diseño y construcción de la línea de alta velocidad HS2, atravesando el Reino Unido, también el proyecto Crossrail en Londres, siendo uno de los proyectos más valiosos en Europa. (Gobierno España, 2020).

2.2.4. Estados Unidos

Los países que más implementan las metodologías BIM son Estados Unidos, Canadá, Finlandia, China y Australia.

En el año 2005 el país de Estado Unidos la implemento desde la gestión, el diseño y la construcción mientras que Canadá la implemento en el 2007 al igual que Finlandia.

Estados Unidos es el pionero de las metodologías BIM, en 1992 gracias al programa Facility Information Council (FIC), llevado a cabo por el programa Institute of Building

Sciences, se trataba de unir todas las etapas del ciclo de vida útil en un edificio y en el 2005 es publicada la versión número 1 del National BIM Standard y su programa nacional 3D-4D BIM. (Cortes, 2018), estas metodologías se están implementando de forma obligatoria en los proyectos, en Estados Unidos la implementan: la administración de servicios generales desde el 2007, el ejército, la fuerza aérea, la armada, la guardia costera y el departamento de defensa.

La empresa OK, es una de las más grandes en la parte de la construcción, ubicada en Estados Unidos, dedicada a la ingeniería, arquitectura y urbanismo, los agentes que integran el equipo de trabajo implementaron las BIM para llevar a cabo las funciones, formas y geometría en Anaheim Regional Transportation Intermodal Center (ARTIC) con este uso crean ventajas de analizar las tolerancias del edificio y el rendimiento ambiental. (Ogbamwen, 2016)

En los Estados Unidos implementaron las metodologías BIM en 3 proyectos de hospitales: Temecula Valley, Van Ness and Geary y Campus, para la reducción de los residuos sólidos en modelados 3D, buscando la mayor eficiencia, este uso les dio un mayor aumento en la exactitud de diseño, dando paso a la fabricación y preensamblaje, Mejoro en aspectos como en que se presentaron menores fallas, por ende se demoró menos tiempo su programación ya que permitía a todo el equipo trabajar al mismo tiempo y generar menos costos y evitar que las construcciones sean demolidas para que no se originen más residuos sólidos y alcanzar el objetivo que se quiere. (Salgin & Otros, 2016)

2.3.Contexto Nacional

2.3.1. Colombia

Los proyectos de obra que se ejecutan en Colombia tienden a presentar ciertas fallas, llevando a aumentar los costos y tiempo en su desarrollo y entrega, generando poca competitividad en el mercado de la construcción, el método utilizado para el desarrollo de los proyectos de construcción en Colombia generalmente es el tradicional como programación de obras poco detalladas, llevando a que este método sea poco adecuado en la realización de obras.

Un estudio efectuado por la Universidad de los Andes en el cual se analizó tomando como referencia 109 contratos de obras de entidades públicas en Colombia en los años 2011, 2012 y 2013, dando como resultado una alza en los costos del 13% y un retraso en el tiempo del 80%, generando pérdidas en la ejecución de la obra (Ramírez, 2018), por tal motivo se evidencia la necesidad de implementar estas nuevas tecnologías en las empresas de construcción en Colombia para ser más eficientes en el desarrollo de los proyectos y su puesta en marcha.

El uso de las metodologías BIM aparece como la solución a los problemas de las vías en Colombia debido a que hay mucha deficiencia en ellas y la población se ve afectada ya que necesitan transportarse y transportar sus productos agrícolas, por tal motivo implementando esta tecnología surgen ventajas como un trabajo más rápido generando que sean entregadas a tiempo y en una excelente calidad como lo es el caso de la vía de Pesca en el departamento de Boyacá (Limas, 2019)

En Colombia capacitan más a los trabajadores para que manejen los programas software independientes de las tecnologías BIM por tal motivo CAMACOL, cámara Colombiana de la construcción incentiva su uso en el país, llevando a cabo el primer BIM FORUM COLOMBIA, llegando a más empresas y profesionales de la construcción, generando estrategias para el buen desarrollo en la construcción, su objetivo es que el acceso a las BIM aumente cerca de un 50% para el 2020 y las empresas que usan esta tecnología por encima del 80% . (Limas, 2019)

Camacol, resalto que más del 40% de las edificaciones nuevas en Colombia están haciendo uso de las metodologías BIM un ejemplo es el uso en el proyecto Atrio, ubicado en el centro internacional de Bogotá, implementado también en un edificio de oficinas y locales comerciales Urban 165, ubicado al norte de Bogotá, esto genero la creación de un equipo de coordinación BIM. (Flórez, 2018)

En el municipio de Tocancipá en Cundinamarca se ejecutó un proyecto de viviendas de interés social, sobre la vía anillo Vial el vergazo, el lote tiene un área de 18.8 Ha, de las cuales el 7% se utiliza para parqueaderos y vía, contando con gran calidad en los diseños de arquitectura y construcción, constando de zonas de espacio público, parques, colegio, una iglesia y zonas deportivas. (Rubiano, 2021)

En la ciudad de Bogotá se llevó a cabo un gran proyecto el metro donde el Banco Interamericano de desarrollo (BID), decreto que se implementaran las metodologías BIM en este gran proyecto y quien la realiza la empresa francesa Systra, realizando simulaciones para evidenciar su éxito en la operatividad ya que esta ciudad es una de las más

congestionadas, por tal motivo lo mejor es un metro superficial, ahorrando un 28% en costos y en tiempo 24 meses en su ejecución. (Structuralia, 2020).

3. OBJETIVOS.

3.1.General.

- Analizar los beneficios y ventajas de la implementación de la metodología BIM en los procesos de diseño y redes sanitaria e hidráulica en la obra de vivienda unifamiliar de dos pisos en el municipio de Málaga, Santander a partir del proceso de pasantías laborales en la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS.

3.2.Específicos.

- Recopilar información referente al proceso que se optimiza en la obra unifamiliar con la implementación del sistema BIM.
- Comparar los resultados de los diseños arquitectónicos, hidráulico y sanitario en las metodologías CAD respecto a las metodologías BIM.
- Identificar la percepción de los profesionales, maestros y ayudantes del municipio de Málaga, Santander, encargados de los procesos de construcción respecto a la utilización de la metodología BIM en los proyectos residenciales.

4. JUSTIFICACION

Este proyecto es importante porque con esta práctica se quiere dar una solución al problema que se está planteando, aportando en la gestión de proyectos en todos los campos de desarrollo durante las pasantías laborales, donde ejecutare actividades en la parte de diseño arquitectónico, sanitario e hidráulico y también en la planificación, organización, dirección, control y supervisión de la construcción de viviendas unifamiliares y multifamiliares, siempre acorde a la normativa vigente y el cumplimiento del marco legal.

Con este estudio se da a conocer los beneficios que brinda la implementación de las metodologías BIM a los procesos de construcción, evidenciando que al transcurrir el tiempo las empresas están innovando, actualizándose constantemente por el tema de la globalización y las nuevas tecnologías, por tal razón las empresas están cambiando la forma de proceder y operar, adaptándose a estos nuevos cambios en la industria de la construcción.

En la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS, la cual opto por implementar esta nueva tecnología, ya que las BIM ayudan en el trabajo de un proyecto haciendo que el trabajo se vea más organizado, donde los integrantes del equipo trabajen en un mismo modelo, evitando errores como se presentaban en las metodologías tradicionales cuando tenían que unir los planos de las diferentes especialidades, ahorrando así el tiempo empleado ya que se tiene la información en tiempo real para la toma de decisiones (Trejo, 2018).

Una de las características más importantes es que en estos programas se hace la identificación de propiedades de los materiales, diferentes instalaciones ya sean eléctricas, sanitarias, hidráulicas, red contra incendios, todo esto trabajado sobre un mismo modelo.

Según Autodesk, las metodologías BIM son un proceso completo de la gestión de información y creación para una obra de construcción. Establecido en un modelo inteligente y proporcionado por una plataforma en la nube, BIM constituye datos estructurados y multidisciplinarios para originar una representación digital de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones. (Autodesk, 2021)

Los grandes beneficios que brindan las metodologías BIM son la combinación de varias disciplinas, elaboración de presupuestos y mediciones con una mayor exactitud, mejora continua en los procesos de trabajo, información compartida en un solo modelo de datos, Visualización y modelización 3D Y la detección y solución de interferencias disciplinarias, esto facilita el desarrollo del proyecto en un menor tiempo y disminución de costos. (Panduro, 2020)

Con el desarrollo de esta práctica se beneficiarán directamente la empresa y el estudiante debido a que la empresa tiene un apoyo en el control de la ejecución de proyectos, así mismo el estudiante adquiere nuevos conocimientos y la experiencia para poder ejercer lo aprendido en el campo laboral. A nivel institucional la Universidad Antonio Nariño fortalece las actividades de extensión social incorporando nuevos proyectos y ampliando la relación con nuevas empresas del mercado. Indirectamente se beneficiarán los profesionales y usuarios de los proyectos en los cuales se realizan las pasantías.

5. MARCO TEORICO

La construcción de edificaciones es un tema bastante amplio, donde ayuda en gran parte a la sociedad brindando protección, resguardo y un habitat para las personas, llevando a cabo el conocimiento previo del estudio de posibles impactos ya sean positivos o negativos, para poderlos analizar y evaluar, ejecutando actividades durante cada etapa del proyecto y haciendo los respectivos controles. (Gómez, 2016).

Las metodologías BIM son un proceso inteligente basado en modelos que permite planear, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructuras. No solamente modela en 2 o 3 dimensiones, las BIM usan objetos de geometría y datos inteligentes. La información se captura en el modelo de una forma coordinada en tiempo real, el poder de BIM radica en la información en cualquier punto del ciclo de vida del proyecto la información se mantiene concisa para ayudar a reducir errores y trabajo doble que consumen tiempo, accesible virtualmente desde cualquier lugar y en cualquier momento para todos los integrantes del proyecto y practica para ayudar a tomar decisiones con las capacidades de simulación y análisis (Castro & Otros, 2012).

BIM ayuda a todos los que trabajan en un proyecto a coordinarse y comunicarse de manera fluida, como todos los integrantes trabajan sobre el mismo modelo del edificio, la transferencia de conocimiento se optimiza. Esto se conduce a una mayor precisión y reduce la repetición de trabajo. BIM ayuda a comunicar la finalidad del diseño desde la oficina a la obra, lo que reduce las órdenes de cambio y problemas de coordinación con la obra.

Es importante saber que las variables de la gestión de proyectos son fundamentales para garantizar un buen desarrollo en la ejecución del proyecto, cumpliendo con los tiempos estipulados en los procesos constructivos para evitar posibles retrasos lo que a su vez aumenta el presupuesto.

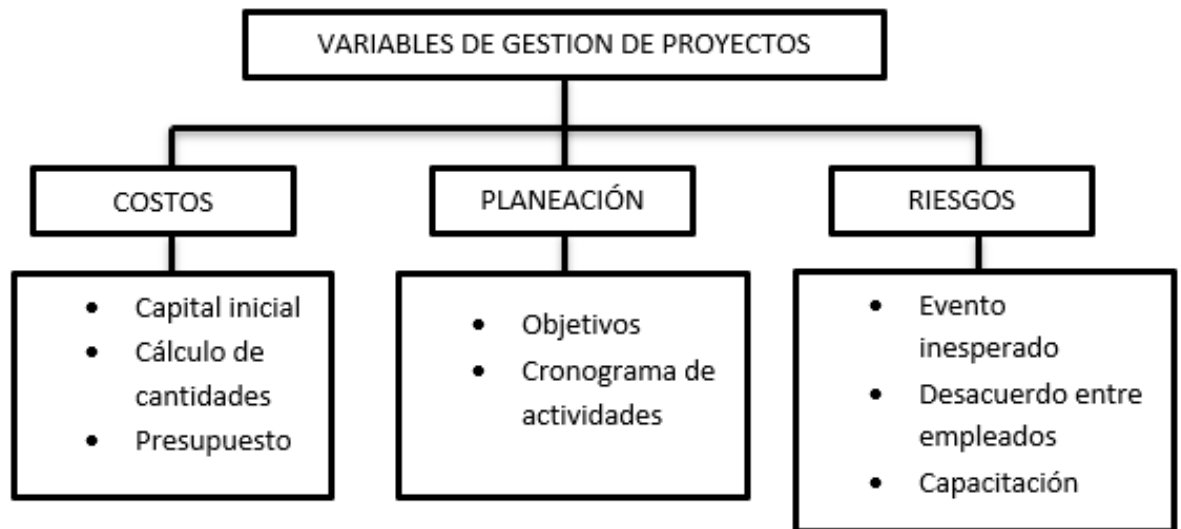


Figura 1. variable de gestión de proyectos. Fuente elaboración propia

5.1. Costos

Se debe tener en cuenta que a la hora de iniciar un proyecto se debe contar con un capital que cubra los requerimientos que se van presentando en el desarrollo del proyecto, es importante tener en cuenta el costo actual y el costo presupuestado del trabajo planificado y realizado, teniendo en cuenta los costos reales y el dinero presupuestado con los cálculos de cantidades realizados en las actividades del inicio del proyecto (Oliveros & Rincón, 2011).

Según el Project management institute la gestión de costos aborda unas importantes áreas de control en el proyecto, sus presupuestos y la estimación reconociendo entradas

como la línea base, el alcance del proyecto, el cronograma donde se plasman las actividades a desarrollar, y los posibles riesgos que se pueden presentar, además de sus herramientas técnicas donde se realizan unas estimaciones analógicas y paramétricas para hacer el análisis de la propuesta (Oliveros & Rincón, 2011).

En la parte de costos directos son los que están relacionados directamente con el proceso a desarrollar como la materia prima, la mano de obra y la maquinaria, por otra parte, los costos indirectos son los que no se evidencian fácilmente en este proceso como por ejemplo la gerencia, administrativos, funciones de desarrollo e investigación, costos financieros entre otros (Castro & Otros, 2012)

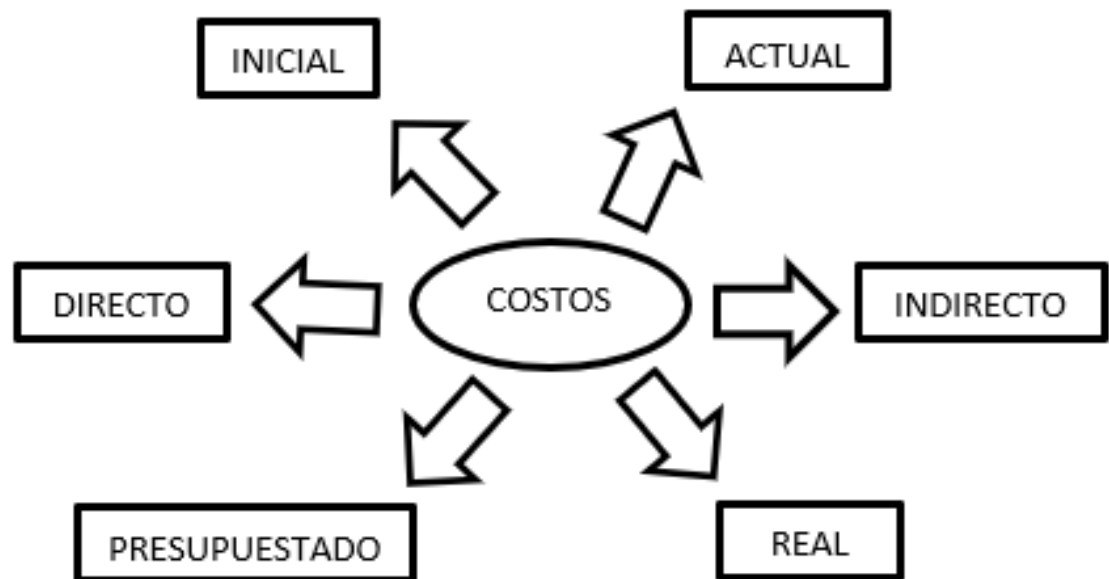


Figura 2. Variable-Costo. Fuente elaboración propia.

5.2.Planeación

Para llevar una buena planeación es necesario realizar un cronograma de las actividades que se van a desarrollar a lo largo del proyecto, teniendo en cuenta su tiempo, realizando los presupuestos, analizándolos y haciendo un control de estos, evaluando la ejecución en cuanto a sus riesgos, beneficio y trascendencia llegando a cumplir sus objetivos (Porrás & Diaz, 2015)

La planeación la podemos observar desde diferentes puntos, no solo en lo administrativo, sino también en la parte socio-económica, ya que nos ayuda a crecer como comunidad teniendo la posibilidad y potestad de adelantar su propio proceso de planeación, siendo el autor principal de su propio desarrollo, sin dejar atrás el acompañamiento de personal profesional que brinde una asistencia técnica, tanto a los funcionarios como a los ciudadanos locales para que estén en la capacidad de resolver sus propios problemas (Miranda, 2005).

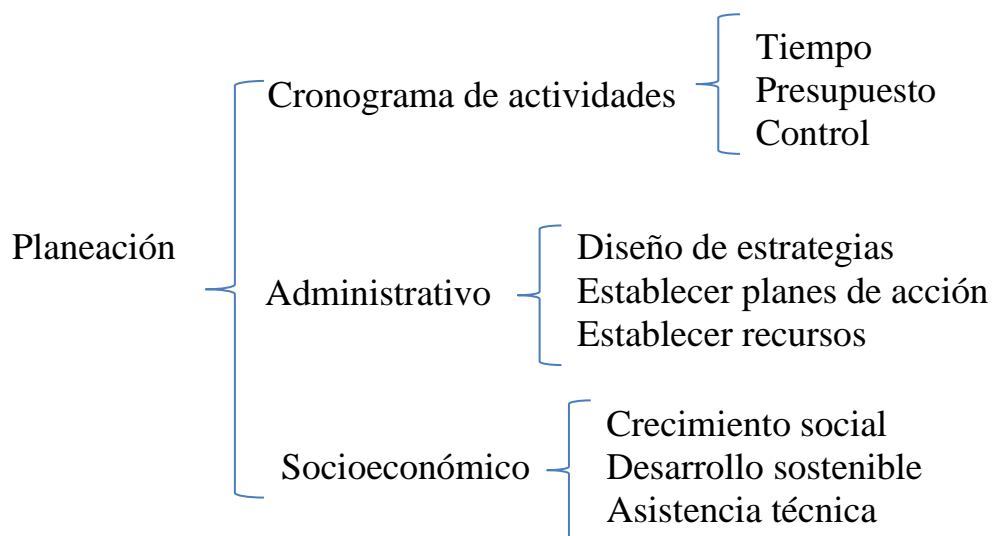


Figura 3. Planeación. Fuente elaboración propia.

5.3. Riesgos Laborales

Es un evento que no sabe en qué momento va a ocurrir y de ser así de efecto será negativo o positivo para llevar a cabo los objetivos, su administración evalúa los riesgos del proyecto identificándolos, analizándolos y estudiando las probabilidades que se puedan presentar (Lledó & Rivarola, 2007).

Algunas causas por las que se pueden presentar riesgos en la ejecución del proyecto es que se pueden registrar demandas legales por la inseguridad de la obra, ya que no se tuvo un buen control de calidad. Otras de las causas son los riesgos laborales por desacuerdos entre los trabajadores presentándose, sindicatos, presión de gremios entre otros factores que influyen directamente con la ejecución del proyecto (Lledó & Rivarola, 2007).



Figura 4. Riesgos Laborales. Fuente elaboración propia.

5.4. Metodología BIM

Se considera BIM como una presentación de las características físicas y funcionales de un edificio, esta presentación digital sirve como recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre la construcción, lo que permite la creación de una base confiable para decisiones durante su ciclo de vida, desde el diseño hasta el final de la vida útil/demolición. (Maia & Otros, 2015).

Un proyecto BIM contiene una base de datos bastante completa y no solo en el modelo geométrico que es la parte más visible del proyecto, si no en el conjunto de materiales y propiedades aplicados en el modelo ya que interfiere con aspectos involucrados en el proyecto de construcción, donde inicialmente se encuentra la etapa de arquitectura, en seguida la etapa estructural donde se realiza la elaboración de planos técnicos, después la cuantificación de materiales y presupuestos, donde finalmente tenemos la etapa posterior donde se evidencia el uso que se le va a dar al edificio (Zitia, 2017)

Las metodologías BIM facilitan el trabajo ya que permite la interoperabilidad entre diferentes profesionales, haciendo que el ciclo de vida del proyecto lleve una mejor organización de la información y así poder estar conectados en tiempo real para la toma de decisiones o los cambios que se puedan presentar a lo largo del proyecto.

Debido a la consistencia de los datos de diseño con los datos de calidad y el proceso de construcción con el proceso de control de calidad, el potencial de la implementación de BIM en la gestión de calidad radica en su capacidad para presentar datos multidimensionales, incluidos los datos de diseño y la secuencia de tiempo (Zitia, 2017)

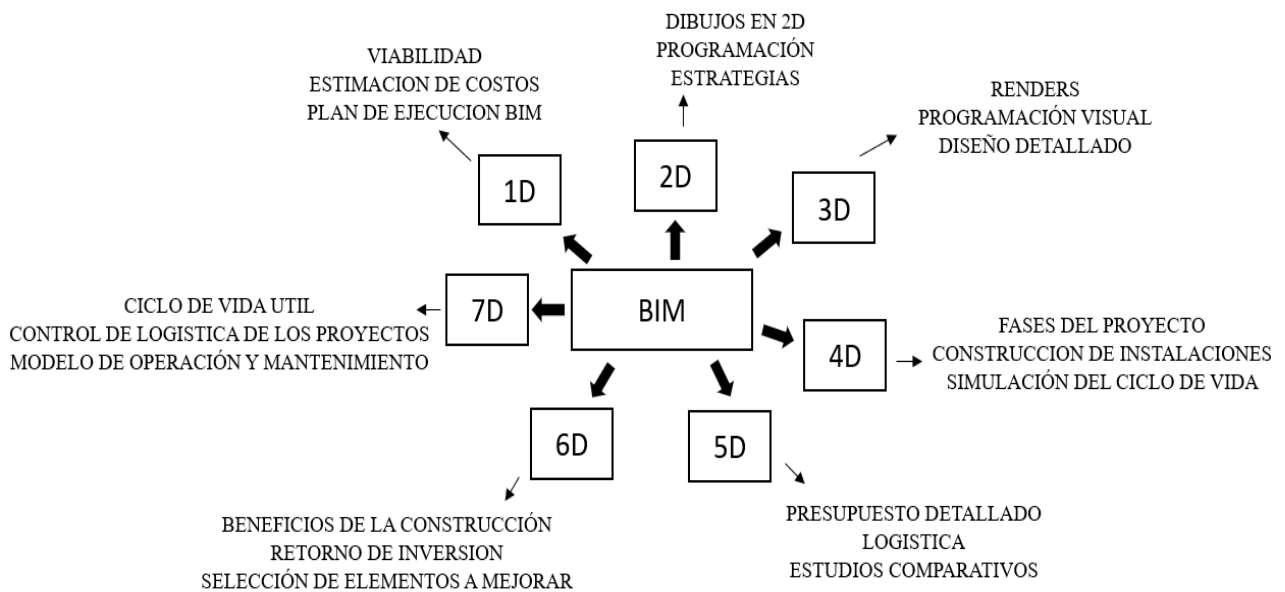


Figura 5. Metodologías BIM. Fuente elaboración propia.

5.5. Gestión de proyectos

Son las habilidades, las técnicas, y el conocimiento que se tiene para la planificación y ejecución de un proyecto de manera efectiva, crear estrategias para lograr el objetivo propuesto, esto requiere de conocer las necesidades de los grupos interesados para lograr satisfacerlas, saber manejar al equipo de trabajo, que se desempeñe bien, tener claro que es lo que se va hacer, como lo va hacer y porque lo va hacer y que es lo que quiere alcanzar con esto, por ultimo gestionar cualquier cambio que se realice. Los procesos de la planeación y control para llevar a cabo la terminación de un proyecto a tiempo, con los gastos necesarios, seguridad y calidad a un nivel de riesgo tolerable (Wallace, 2014)

El profesor Lauri Koskela en el año 1992 introdujo el nuevo termino de Gestión de Proyectos en la construcción el cual se trataba de “construcción sin perdidas” dice que la construcción posee poca planeación y una mala idea de la producción ya que se ve

únicamente como una manera de transformar, por esto el objetivo que quiere alcanzar Lean construcción es que la construcción se vuelva un modelo de producción para optimizar los tiempos de entrega y eliminar los flujos, lo que se quiere alcanzar en la construcción es que hayan menos accidentes laborales, gastar menos tiempo en la ejecución de las actividades y tener presupuesto de los materiales necesarios para ejecutar la obra. (Porras & Otros, 2014)

Existe una Gestión de proyectos convencional esta no toma como importante las variables que se presentan en la ejecución del proyecto, esto genera que el tiempo y costo aumente, además de que no toma en cuenta el uso de los suficientes equipos para poder desarrollar el proyecto y poder darles solución a las variables presentadas, la gestión de proyectos convencional tiene objetivos como el costo, tiempo riesgo y calidad. (Celis & Narváez, 2020)

Los errores que se suelen cometer en la gestión de proyectos es confundir la planeación con la programación una es pensar lo que se va hacer y la otra es ejecutarlo, al momento de desarrollar este solamente se quedan en el planear y hacer y no realizan las demás actividades, al momento de verificar se hacen las cosas mal y se presentan varios errores, por esto se presenta una mejora continua que es planear, hacer, verificar y actuar y así lograr los objetivos que se quieren. (Luque, 2018)

El Project Managment Institute (PMI) Icono mundial en la metodología de dirección de proyectos, define al proyecto como un esfuerzo temporal que es llevado a cabo para crear algo innovador y único, ya sea un producto o servicio. (coronel, 2012).

5.6. Modelado 3D

En el modelado 3d se logra representar los objetos en 3 dimensiones, simulando una realidad visual, son modelos que están en desarrollo de creación de una grafía matemática de las superficies de manera geométrica, generando este modelado el cual se puede representar de dos formas: en 3D rendering el cual consiste en una pantalla de una imagen bidimensional y la otra forma en físicamente en impresiones 3D. (Ortega, 2016)

Las categorías más conocidas que existen del modelado 3D son: Modelo Solido, incorpora objetos usando fórmulas matemáticas y volumen para representar las superficies, estos son más realistas, pero presentan menor instinto al momento de trabajarlos y los modelos poligonales solamente dan a conocer la superficie o el límite de un objeto y el polígono está compuesto de la línea, el punto y el plano, donde la unión de los puntos los cuales son conocidos como vértices de ahí se parte para formar el polígono, este es más fácil de trabajar y tiene un mayor instinto y gasta un menor tiempo en renderizar, este modelo solo posee una cara llamada "normal". (Ortega, 2016)

La Gestión de la construcción promoción el uso de tecnología innovadora para la visualización de los proyectos en una realidad virtual, como software en modelados 3D, contando con personas experimentadas en el manejo de estas nuevas tecnologías. Gramazio Kohler creo el ROBmade, el cual consiste en la implementación de un robot para ajustar y pegar ladrillos, este por medio de comandos de modelado 3D en su brazo robótico para realiza la función que se quiere. (Isaza, 2015)

El trabajo colaborativo que realizan las empresas en sus proyectos en la implementación de las BIM requiere un modelado 3D, para que este les permita compartir la información más expeditamente entre las demás empresas y profesionales y el Software

que más se adapta a esta necesidad es Revit de Autodesk, ya que es usado por más personas y más fácil de trabajar. (Isaza, 2015)

Para el uso arquitectónico las maquetas que se dan en 3D pueden ser utilizadas de 3 maneras: en primera instancia esta la maqueta conceptual donde se evidencia una observación y se pueden realizar cambios, la segunda es de obra finalizada usada en planificación y por último la de marketing manejada para dar a conocer un proyecto de la mejor manera posible y que guste al cliente viendo la calidad y el buen diseño de este, permitiendo ahorrar tiempo y tener una mayor facilidad a la hora de generar modificaciones. (Herrera, 2017)

Las ventajas que se presentan a la hora de utilizar modelado 3D son: una mejor comprensión, ya que hay una mejor vista de las secciones, se detallan a profundidad permitiendo rapidez en los cambios, se tiene una garantía de consistencia, herramientas de revisión y coordinación, además de que genera mayor competitividad, es más fácil la presentación y una de las cosas más innovadoras es que se puede sumergir en una realidad virtual. (Herranz, 2017)

En el transcurso del tiempo la tecnología va avanzando cada vez más, facilitando el trabajo a las empresas con nuevos procesos y herramientas que ayudan a reducir errores en el desarrollo de los proyectos que se desean ejecutar, las cuales deben estar actualizándose constantemente, innovando y brindando nuevas experiencias al cliente, siendo más competitivos y posicionándose en el mercado.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología aplicada en el desarrollo del presente proyecto de pasantías laborales en la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS presentada bajo el tipo de investigación descriptiva, comparativa, cuantitativa y cualitativa, utilizando como técnica la recolección de información por medio de encuestas, las cuales son realizadas al personal que labora en los proyectos, profesionales, técnicos y operarios, donde se describen los beneficios y ventajas que tiene la aplicación de las metodologías BIM en procesos constructivos y se comparan con los proyectos en los cuales no se implementó esta metodología.

Se realizó una encuesta a los trabajadores de la construcción, ayudantes, operarios, maestros, oficiales, técnicos, ingenieros y arquitectos, donde entregan información detallada y espontánea para conocer el estado actual de los trabajadores frente al manejo de estas metodologías.

La técnica cualitativa da acceso a información más amplia y detallada que la que se obtiene de métodos cuantitativos, ya que estos nos brindan mejores análisis por medio de estadística como las encuestas, obteniendo una mejor calidad de información, dando la libertad a los integrantes de los proyectos de expresarse según su conocimiento y experiencia a lo largo de su vida profesional.

Se efectuó un análisis donde se comparó el uso de las metodologías BIM respecto a las metodologías tradicionales donde se evidencio los beneficios y ventajas de esta innovadora metodología tomando en cuenta los problemas presentados en los planos 2D.

Al finalizar el trabajo, será entregado un informe técnico con los resultados de la investigación, comparaciones y recomendaciones que se espera sean tenidas en cuenta en el desarrollo de obras de construcción para su mejoramiento de actividades reduciendo tiempos y costos, mejorando la experiencia y la calidad en los proyectos.

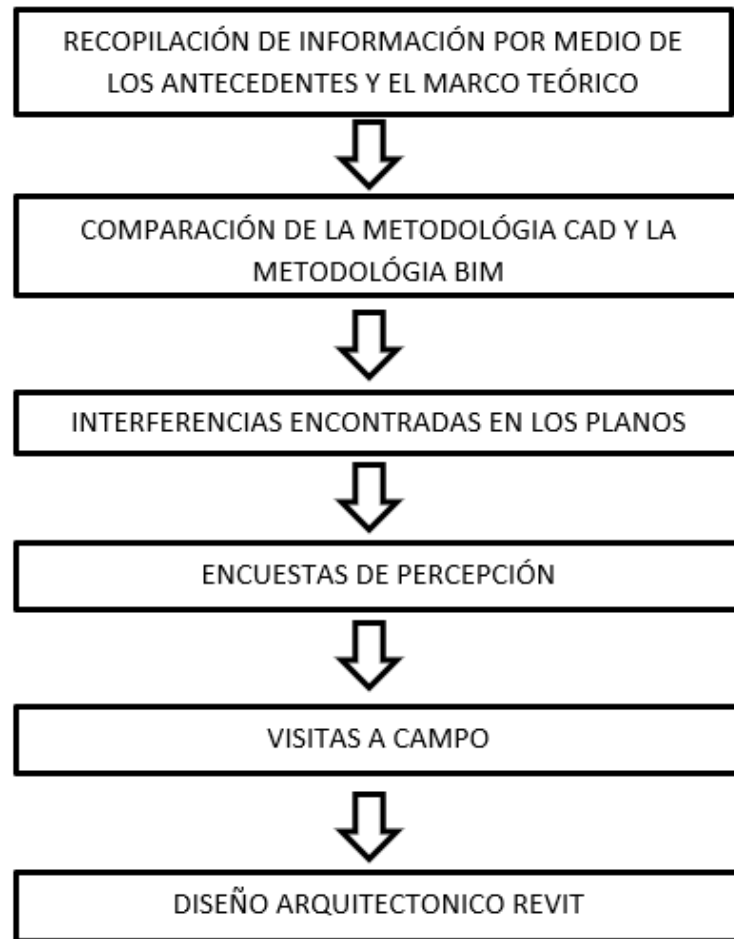


Figura 6. Diseño metodológico. Fuente elaboración propia

7. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Con el fin de lograr un análisis sobre la implementación de las metodologías BIM en el municipio de Málaga, Santander y concretar el cumplimiento de los objetivos formulados, se desarrollaron las diferentes etapas que incluyeron la selección de la muestra de los profesionales y trabajadores en el ámbito de la construcción, realizando encuestas a esta muestra, junto con el ingeniero especialista y propietario de la empresa ESCO, el análisis de la información, el desarrollo de las conclusiones, así como el diseño de la vivienda unifamiliar en un modelo tridimensional.

Durante las prácticas laborales realizadas en la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS, quien asignó la capacitación de software para diseño arquitectónico, sobre el manejo que se le debía dar a cada una de las herramientas para obtener el modelo en 3D de la vivienda unifamiliar, a la cual se le adecuaron los planos que tenía existentes en metodología CAD mediante planos en 2D, realizados desde el software AutoCAD y aplicarlos con la tecnología BIM, identificando las ventajas que este podía brindar en comparación con CAD.

Como primera instancia se observa que en el método CAD se realizan dibujos por entidades geométricas como líneas, círculos, polígonos, sólidos, recuadros, sombreados y superficies como se observa en la siguiente figura:

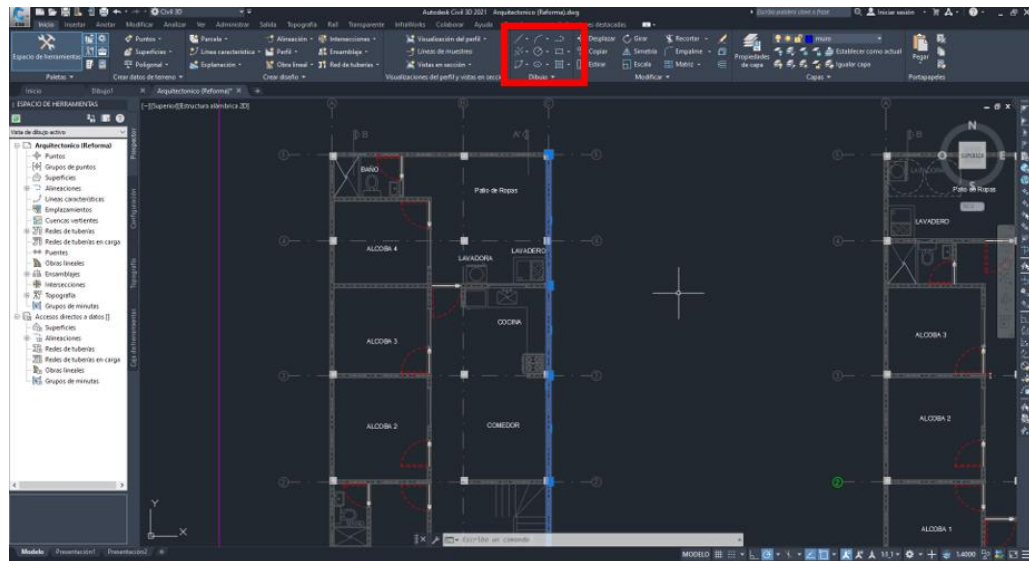


Figura 7. Ubicación de líneas para dibujo. Fuente elaboración propia.

Mientras que en la metodología BIM se realiza con elementos constructivos con las diferentes propiedades que se le pueden aplicar a cada atributo que se empleara en el diseño como lo son: muro, pilar, ventana, suelo, puerta, cubierta, terrenos, sistema de muro cortina, entre otras características como se muestra en la figura 8:

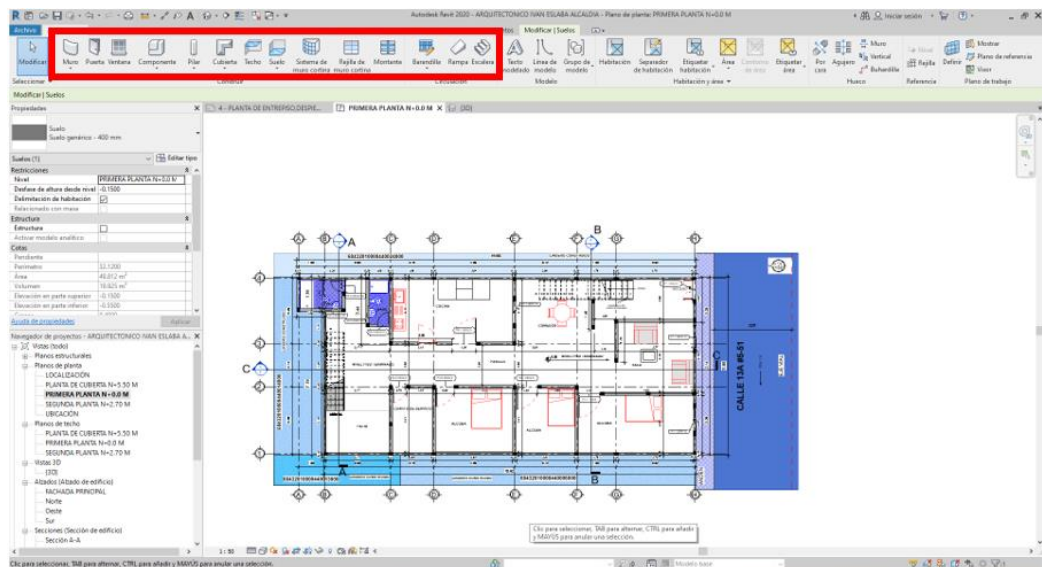


Figura 8. Elementos para el diseño del modelo. Revit. Fuente elaboración propia.

En el programa de diseño Revit se maneja una herramienta de rejilla que se dibuja en una vista y se ve reflejado en todas las plantas, cortes y en el modelo 3D que son perpendiculares a la vista en la que se crean.



Figura 9. Herramienta de rejilla. Revit. Fuente elaboración propia.

En el programa con metodología en 2D AutoCAD para identificar las rejillas se debe realizar todo el proceso de dibujo con líneas, círculos y letras, para poder obtener la información respecto a las distancias que hay entre ejes.

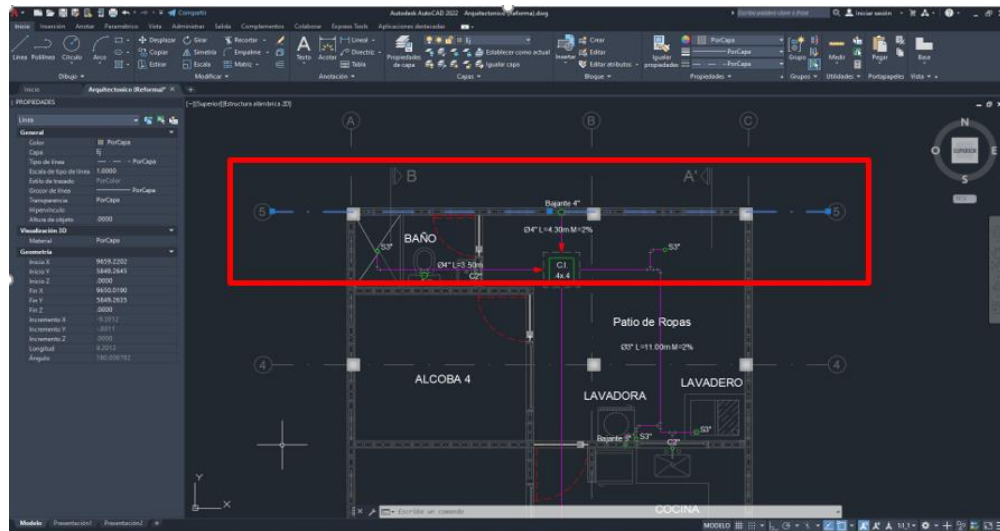


Figura 10. Dibujo por medio de líneas. AutoCAD. Fuente elaboración propia.

Para generar un corte en el programa de AutoCAD se debe realizar todo el plano teniendo en cuenta la geometría descriptiva para que los elementos queden lo más parecidos a la realidad o si no, no se puede interpretar bien, ya sean las escaleras, puertas, ventanas, entre otros elementos que se deben considerar a la hora de diseñar los cortes, además que en esta metodología se deben hacer planos por cada corte que se quiera realizar.

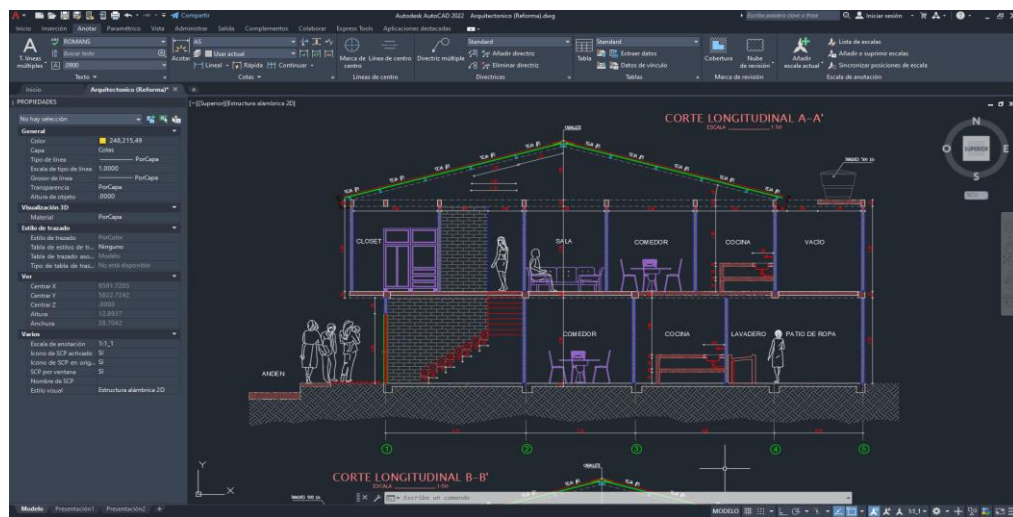


Figura 11. Plano corte longitudinal. AutoCAD. Fuente elaboración propia.

Los cortes en la metodología BIM se pueden realizar con más facilidad ya que con la herramienta de sección se pueden hacer los cortes que se crean necesarios con tan solo indicar cual es la parte a la cual queremos examinar con cortes longitudinales para identificar los posibles errores que se puedan presentar a la hora de hacer el diseño

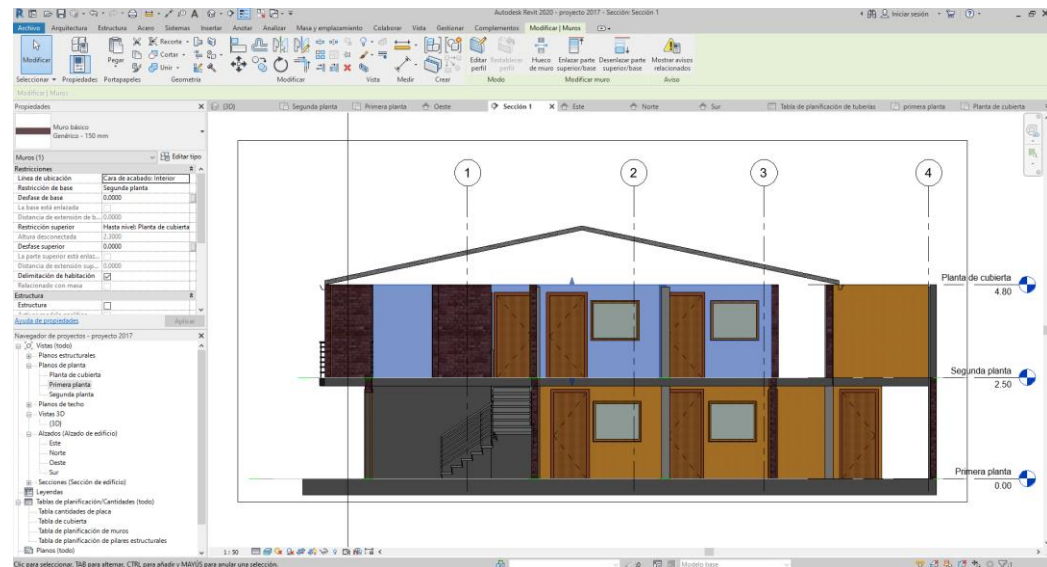


Figura 12. Sección de corte. Revit. Fuente elaboración propia.

La relación entre plantas, modelos y alzados en la metodología CAD se identificó que son entidades independientes y hay que aplicar cambios por separado, ya que los planos utilizados son autónomos, aumentando el trabajo a dos planos como se evidencio en las redes hidráulica y sanitaria.

En la figura 13, se muestran los planos de la primera y segunda planta de la red hidráulica.

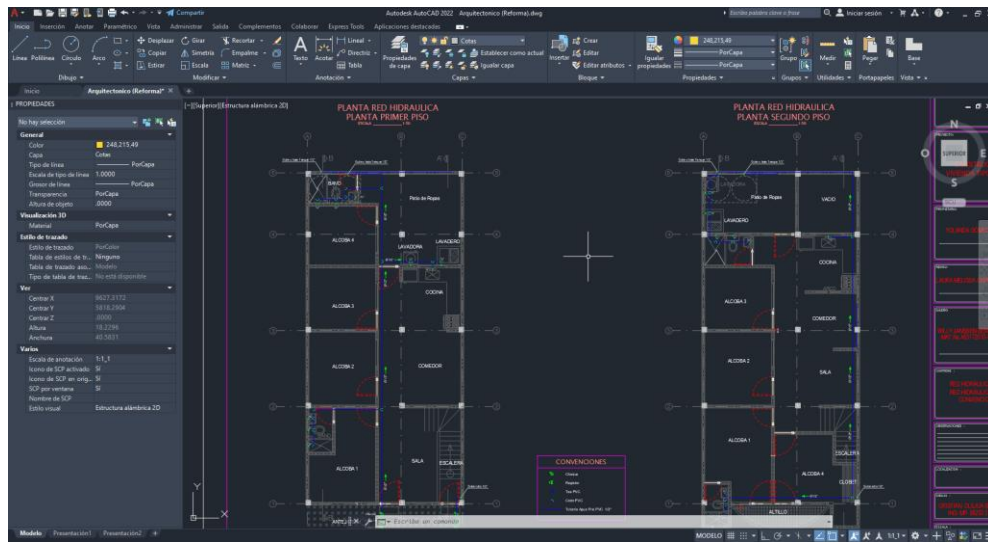


Figura 13. Plano Hidráulico. AutoCAD. Fuente elaboración propia.

En la figura 14, se muestran los planos de la red sanitaria de la primera y segunda planta.

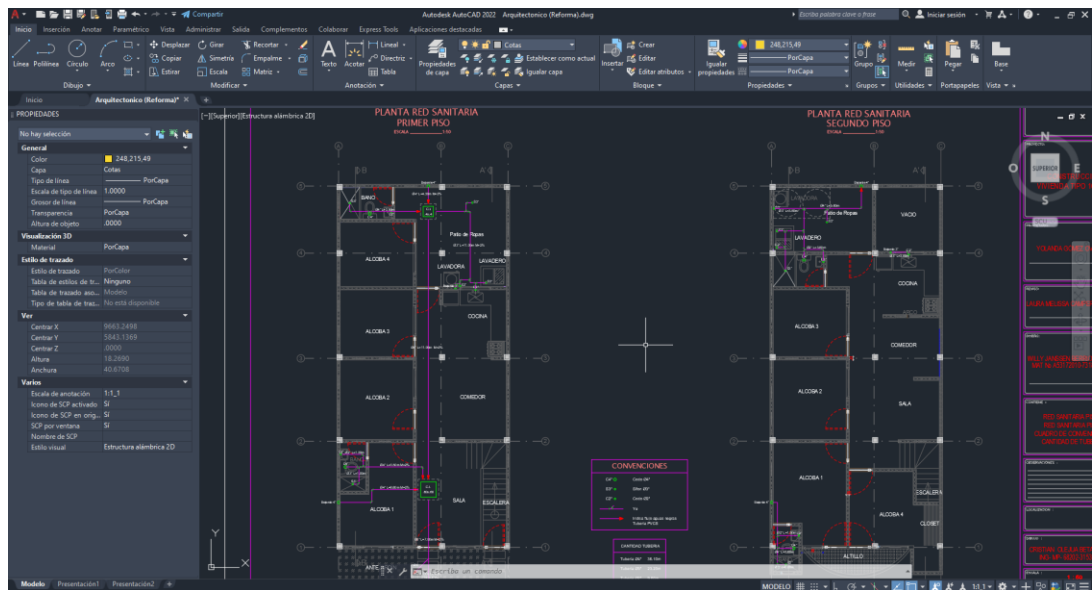


Figura 14. Plano sanitario. AutoCAD. Fuente elaboración propia.

En Revit se realizan los planos en la primera y segunda planta como se muestra a continuación con la ventaja que no se deben realizar el diseño nuevamente de los planos, ya

que trabajando sobre el modelo se tienen los puntos exactos donde se deben trazar las redes hidráulicas y sanitarias en los espacios adecuados.

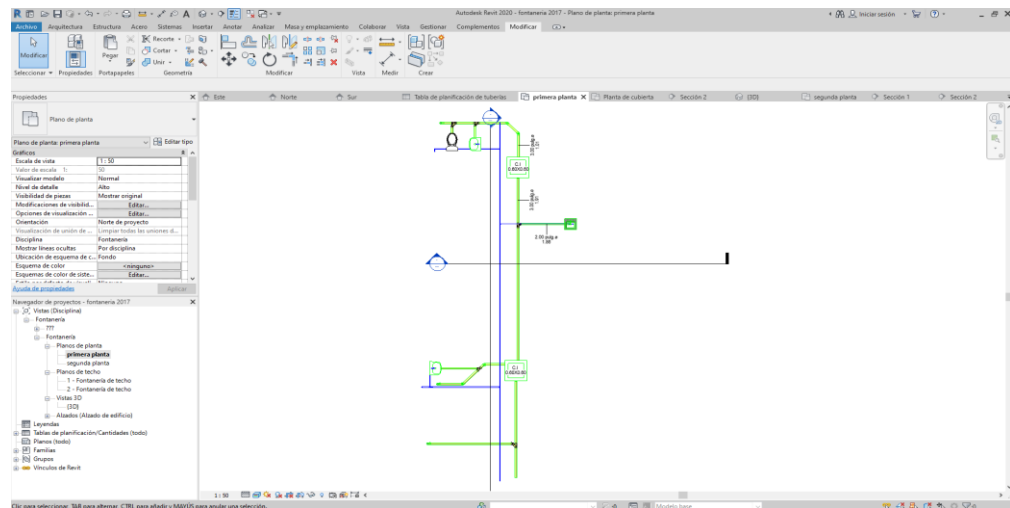


Figura 15. Primera Planta Plano Hidráulico sanitario. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 16, se muestra el plano de la red hidráulica y sanitaria de la segunda planta.

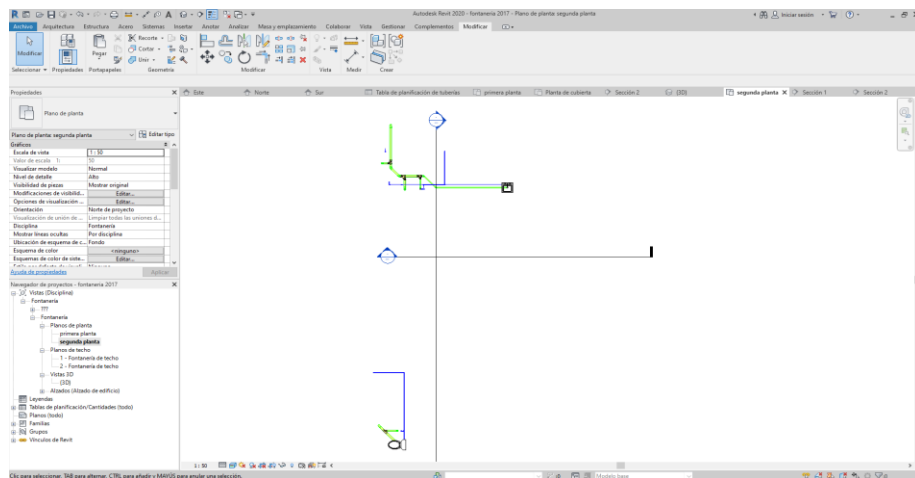


Figura 16. Segunda Planta Plano Hidráulico y sanitario. Revit. Fuente elaboración propia.

Luego con la herramienta 3D se puede ver la conexión de las redes con sus respectivos elementos y el detalle de cada uno de ellos como las cajas de inspección, aparatos sanitarios, duchas, lavamanos, lavaplatos y lavadero.

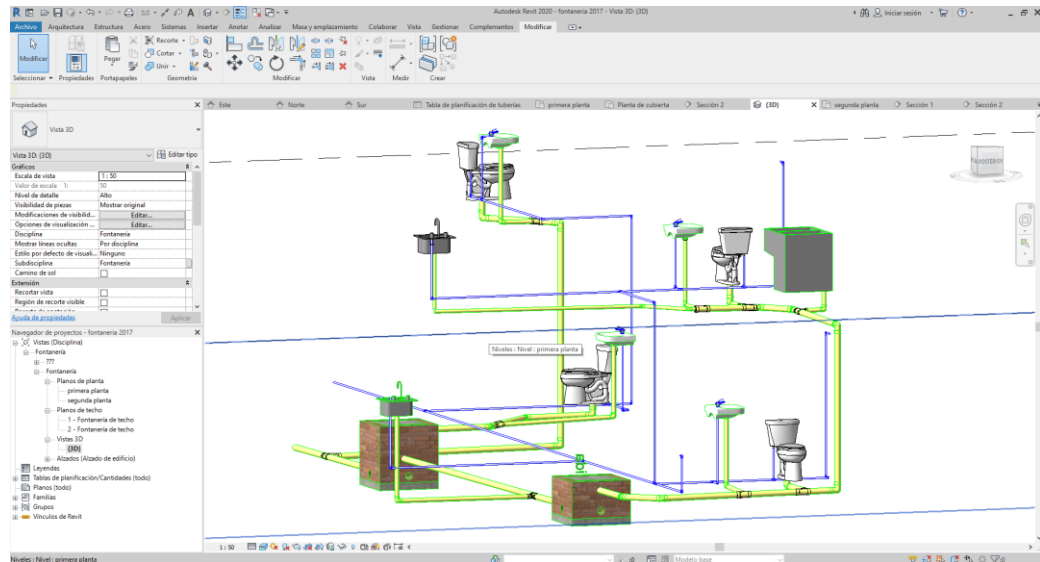


Figura 17. Vista en 3D de la red hidráulica y sanitaria. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 18 se muestran las redes en plano en 2D, donde los detalles de las tuberías, uniones, cajas de inspección, entre otras, no se evidencian tan claramente como en modelos en tres dimensiones.

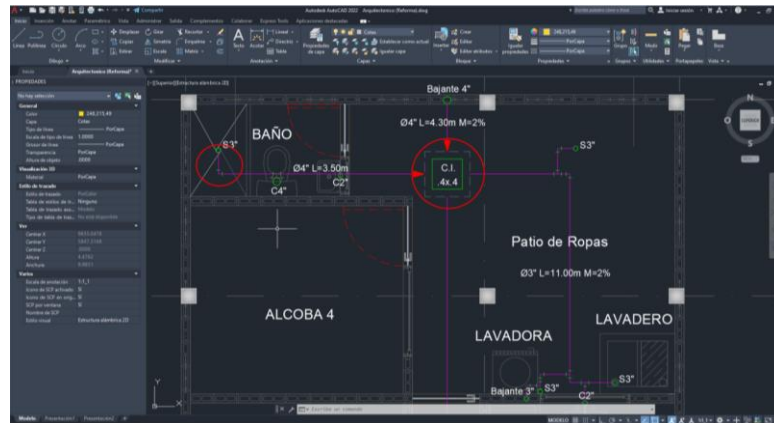


Figura 18. Vista de los elementos de la red hidráulica y sanitaria. AutoCAD. Fuente elaboración propia.

En la figura 19, se visualizan los detalles en el modelo Revit acerca de las redes hidráulica y sanitaria, donde se puede observar las uniones de las tuberías.

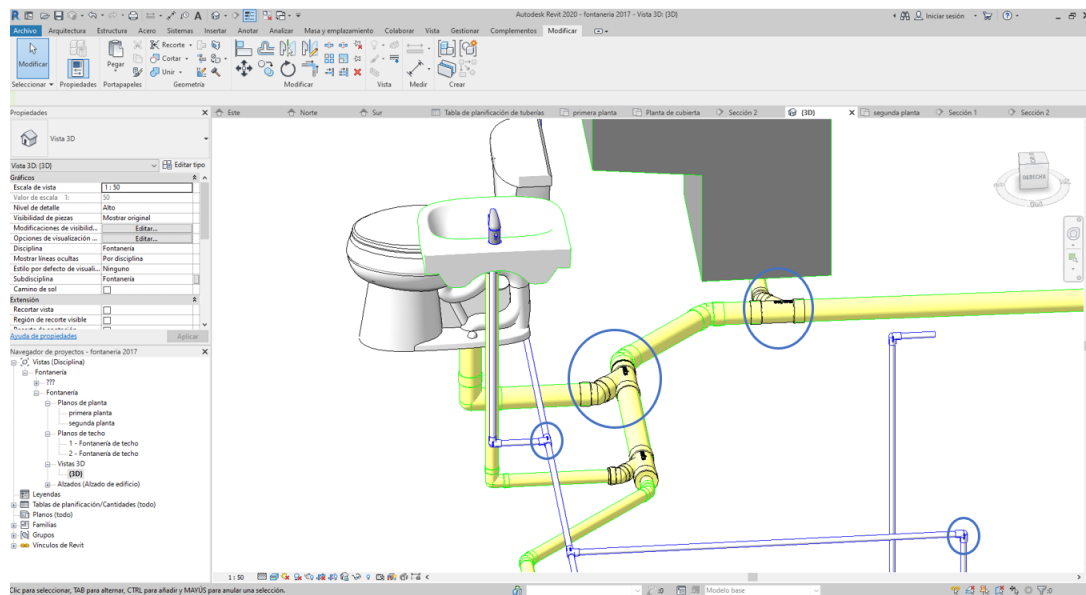


Figura 19. Vista de los elementos de la red hidráulica y sanitaria. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 20 podemos observar cómo queda el diseño de una caja de inspección de las tuberías de la red hidráulica.

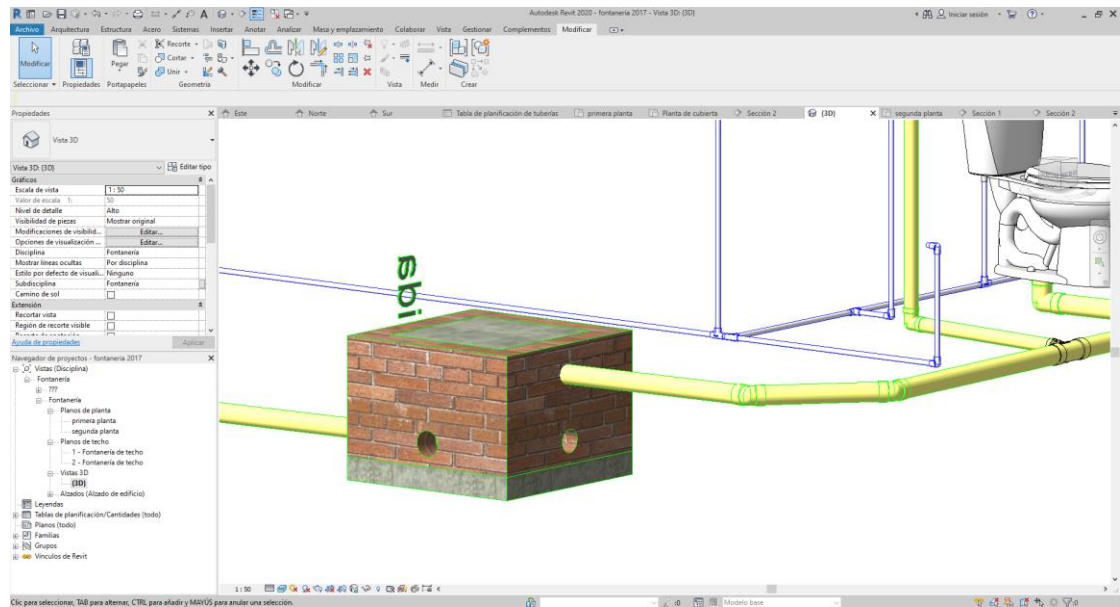


Figura 20. Vista caja de inspección, red hidráulica. Revit. Fuente elaboración propia.

A continuación, se hace la descripción de la vivienda donde se compararán las metodologías CAD con la implementación de las metodologías BIM.

Se trata de una vivienda unifamiliar de dos pisos, edificación ubicada en la CALLE 4ª NÚMERO 6B-03, municipio de Málaga, Santander. La estructura cuenta con dos pisos y está destinada a una vivienda unifamiliar. Se toman los planos diseñados en software AutoCAD y se hace el modelado en Revit para observar las diferencias y ventajas de esta nueva metodología.

Primeramente, en la figura 21, se identifican los planos de la vivienda para iniciar el modelado en 3D mediante el software REVIT

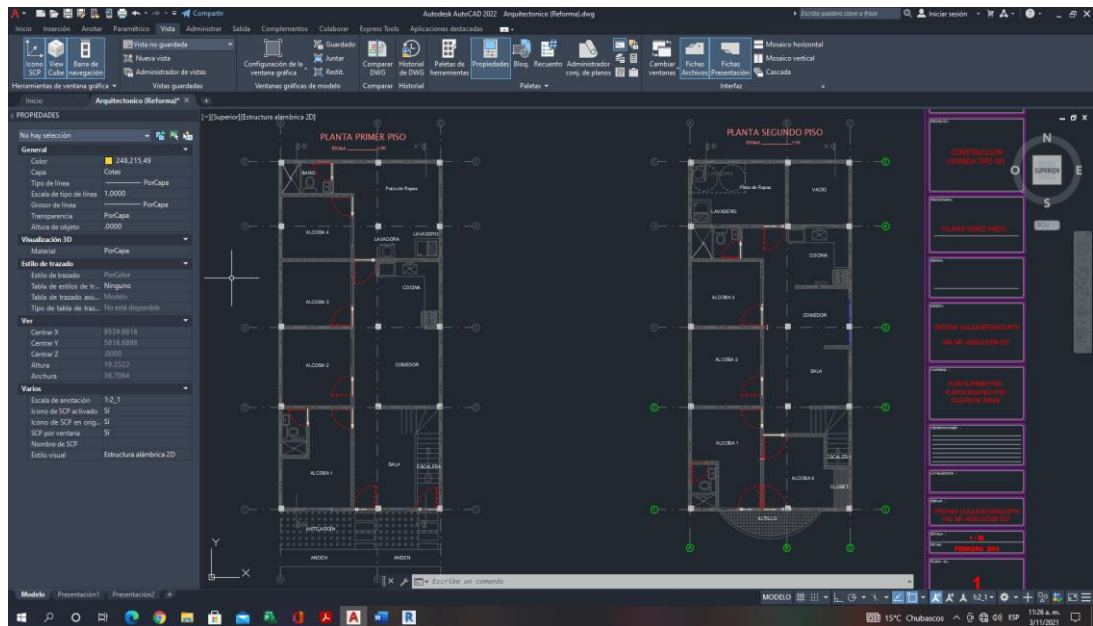


Figura 21. Plano primer y segunda planta. AutoCAD Fuente elaboración propia.

A continuación, se muestra el modelo de la vivienda unifamiliar de la señora Yolanda Gómez Oviedo realizado por el estudiante de Ingeniería Civil Farid Olejua de la Universidad Antonio Nariño de la sede Sur Bogotá, quien con la capacitación dada por el personal profesional de la empresa y con el tiempo adecuado en el manejo del programa pudo obtener el diseño de la vivienda, mostrando la figura de las vistas así:

En la figura 22, se observa el frente de la vivienda, con detalles de diseño en los planos de AutoCAD, los cuales no correspondía con algunas dimensiones de los elementos.

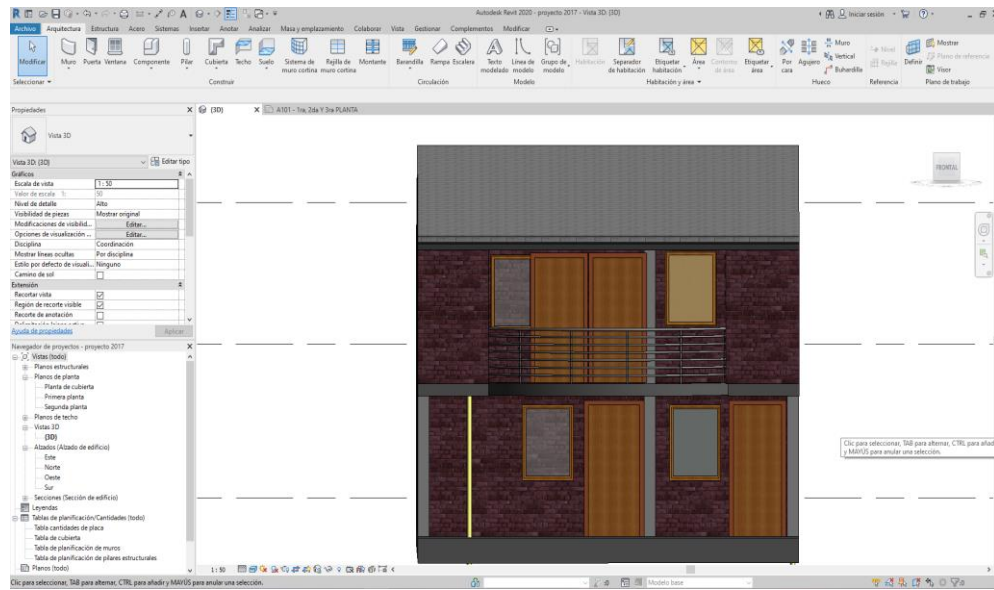


Figura 22. Vista frontal. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 23, se observa la parte trasera de la vivienda la cual corresponde a la vista norte.

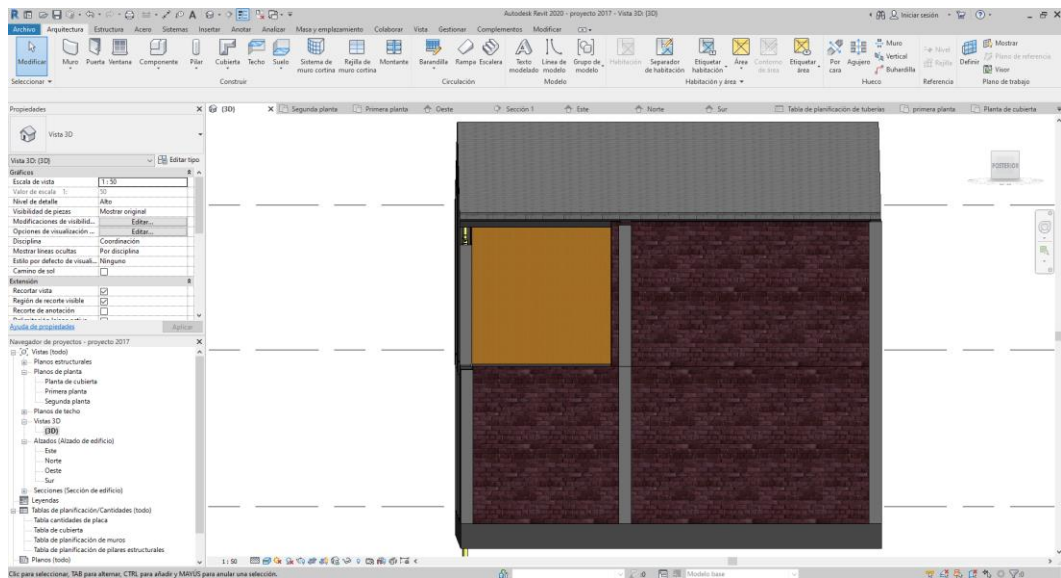


Figura 23. Vista norte. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 24, se evidencia toda la parte lateral del costado Este.

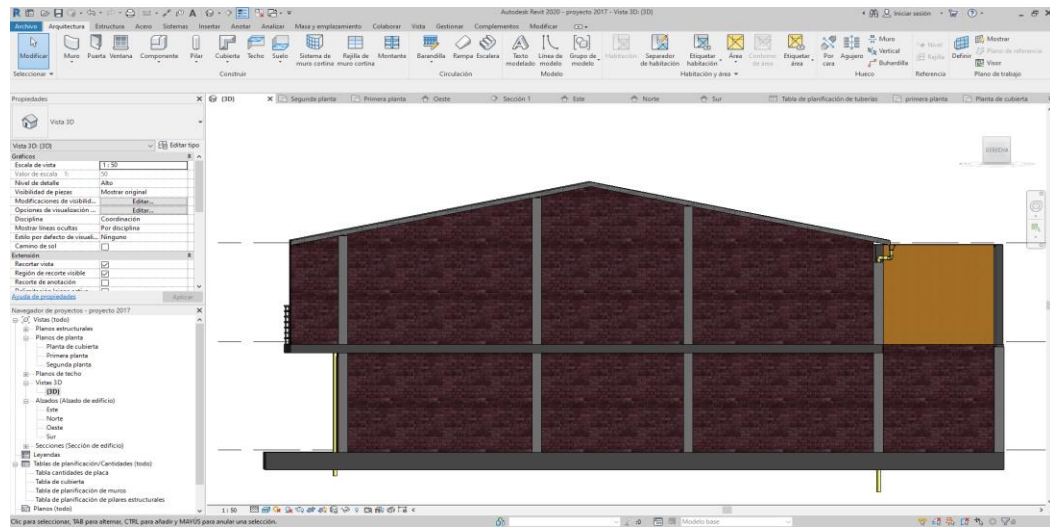


Figura 24. Vista este. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 25, se observa la vista lateral del costado Oeste y los niveles de altura de cada planta.

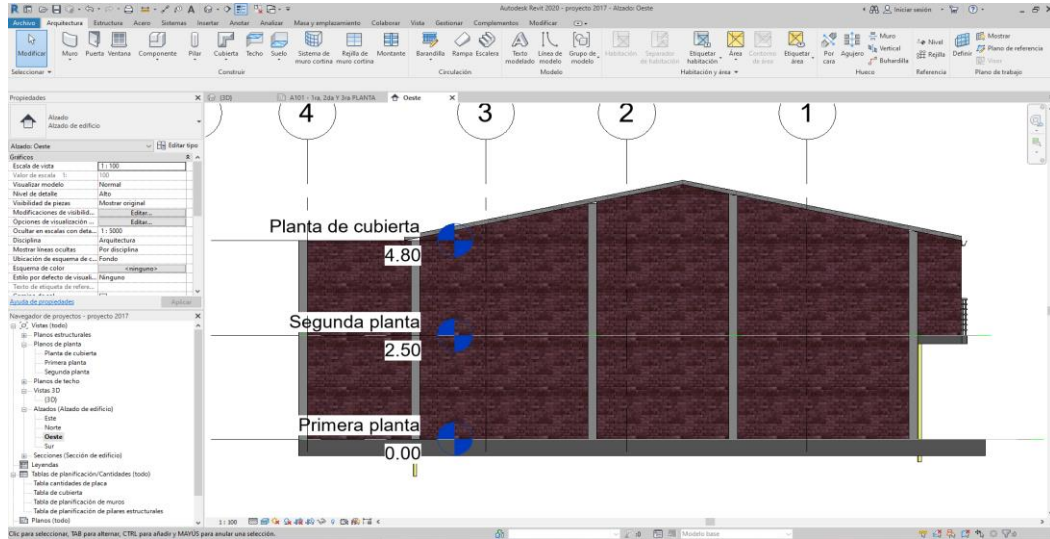


Figura 25. Vista Oeste. Revit. Fuente elaboración propia.

7.1. Interferencias encontradas en Revit, respecto a los planos CAD

Con los planos obtenidos en la vivienda unifamiliar se pudo hacer el modelado en 3D del proyecto para identificar las posibles fallas que pudo haber tenido el método tradicional, obteniendo como resultado la ilustración de cada una de estas inconsistencias, para poder ser analizadas y hacer los respectivos ajustes, evitando el aumento en los presupuestos y en el material que fue utilizado en la ejecución del proyecto.

7.1.1 Discontinuidad escalera.

En la figura 26, se puede observar la discontinuidad en la escalera que según los planos diseñados por la metodología en 2D, la escalera no alcanza a llegar a la placa para que se pueda sostener, ya que no se indicó el número exacto de contra huellas que se debía haber realizado para evitar estos errores en la obra.

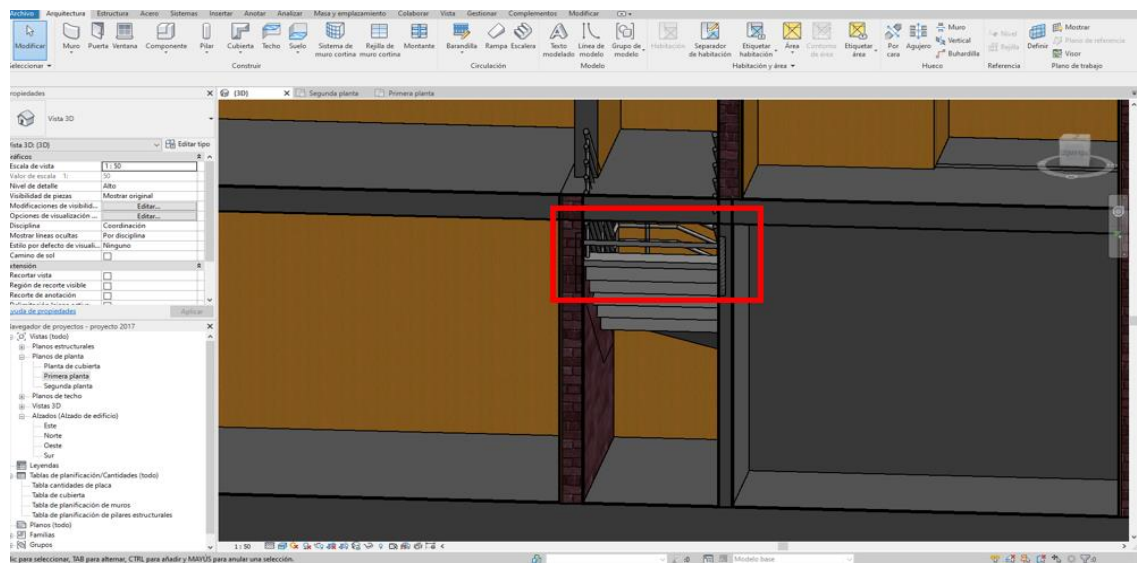


Figura 26. Discontinuidad escalera. Revit. Fuente elaboración propia.

7.1.2 Error de cantidades en la placa.

Para tener esta vista se obtuvo un recorte en esta sección para identificar también la inconsistencia que se encontró tomado de los planos y modelando en Revit, donde se evidencia que no se tuvo en cuenta el vacío que debía llevar la placa en esta parte de la escalera, haciendo que quede sin acceso al segundo piso, esto hace que se vea reflejado un aumento del costo de la vivienda al tener más área en la parte de placas.

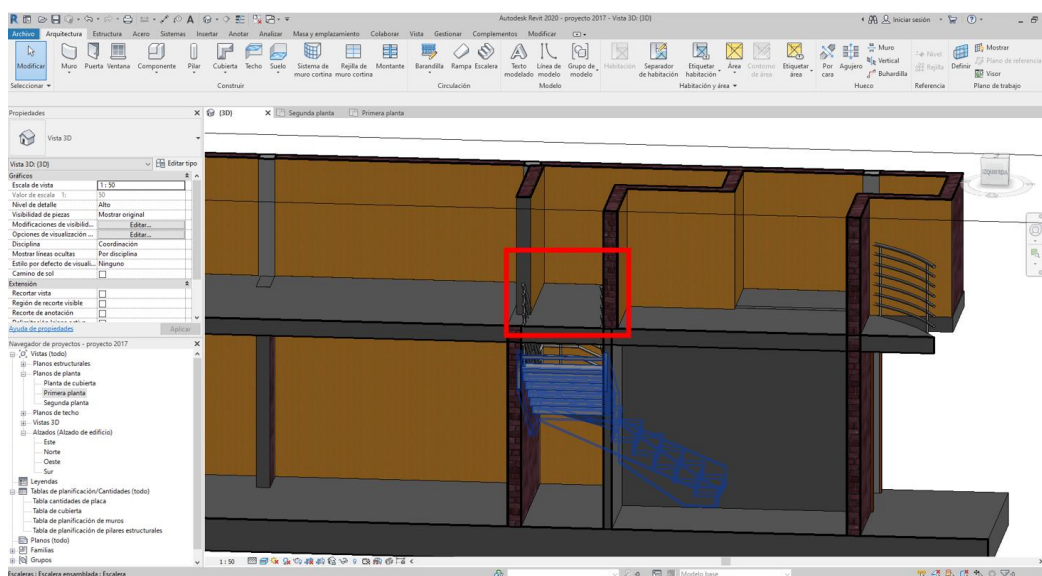


Figura 27. Error de cantidades en la placa. Revit. Fuente elaboración propia.

7.1.3 Interferencia Barandilla muro.

Con la herramienta de caja de sección se pudo observar que las barandillas ubicadas en el altillo tenían una interferencia con los muros que se encuentran en el eje 1, donde se muestra en la figura 28 como quedan por dentro de ellos, haciendo que la longitud de la barandilla aumente lo que amplía significativamente el presupuesto del elemento por no tener la medida exacta a la hora de instalarla en obra.

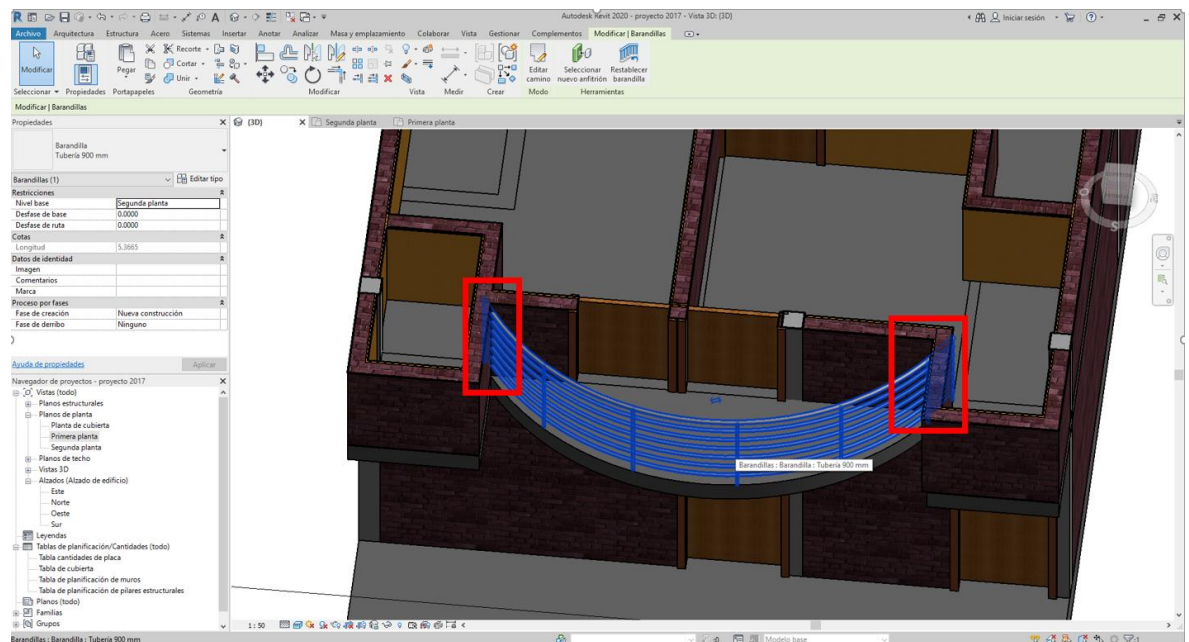


Figura 28. Interferencia Barandilla muro. Revit. Fuente elaboración propia.

7.1.4 Interferencia entre puerta y muros.

Con las diferentes vistas que nos ofrece el programa Revit se pudo identificar también las interferencias que tienen algunas puertas con los muros de la vivienda, debido a que no se tuvo en cuenta las dimensiones de las puertas y así es como se vería en la construcción en caso de que no se hubiera tenido en cuenta y no se hubieran aplicado las correcciones correspondientes.

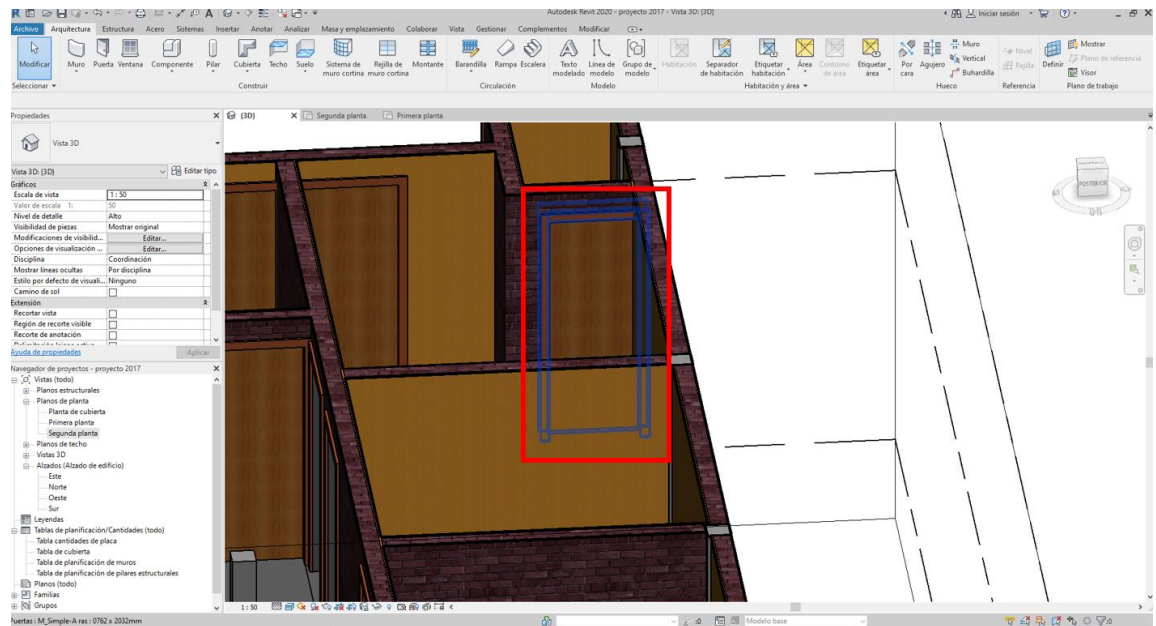


Figura 29. Interferencia entre puerta y muros. Revit. Fuente elaboración propia.

7.1.5 Interferencia entre muro y columna.

En el eje 5B se evidencio una intersección entre el muro que va sobre el eje 5 y la columna que estaba en este eje, donde la longitud del muro pasa por entre la columna y sale aproximadamente 0.12 metros, en este caso se evidencia incremento en las cantidades de muro en 0.32 metros por la altura que es de 2.3 metros, se tomó el valor de la columna que son 0.2 metros más los 0.12 metros que paso después de esta, con esto se pudo demostrar que el volumen de más que se tiene en esta sección es de 0.736 m² de muro de más que se está tomando en cuenta a la hora de sacar las cantidades y presupuestos de la vivienda unifamiliar.

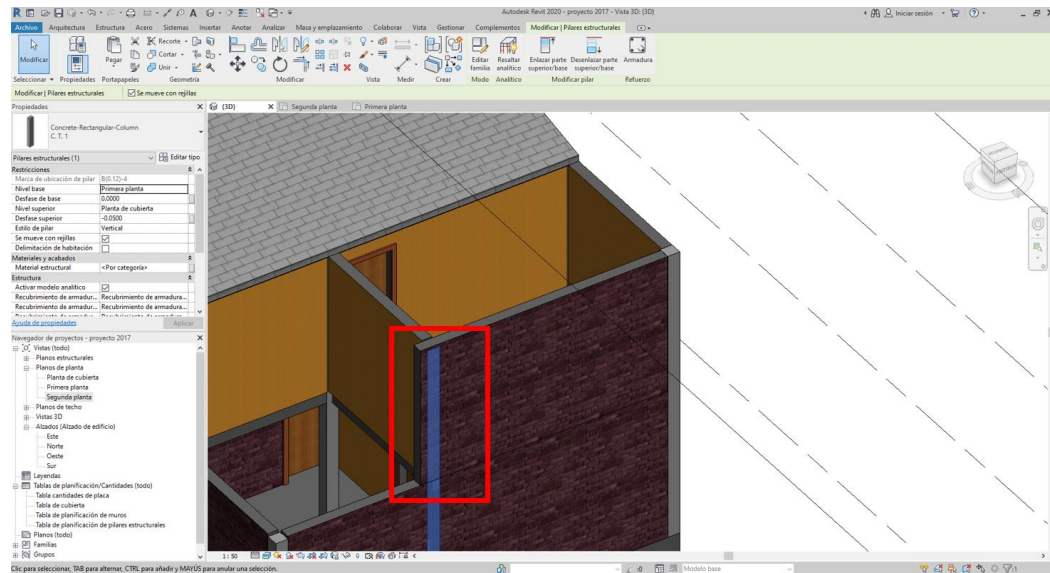


Figura 30. Interferencia entre muro y columna. Revit. Fuente elaboración propia.

7.1.6 Interferencia de puertas con ventana y columna.

Debido a que en las dimensiones de las puertas no se tuvieron en cuenta los marcos, se presentó una interferencia entre la ventana del lado izquierdo como se muestra en la figura 31 y la columna del lado derecho, por esto, se asumió corregir los errores presentados por la falta de información y detalle en los planos CAD.

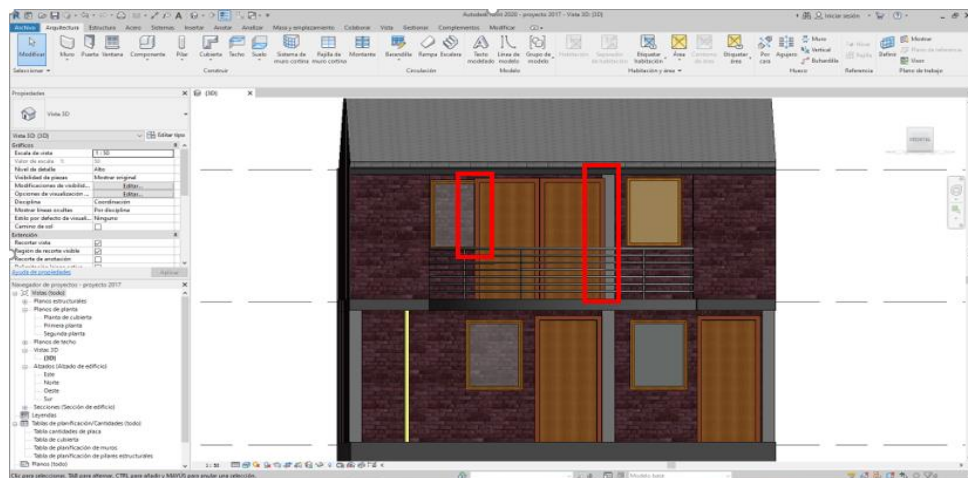


Figura 31. Interferencia de puertas con ventana y columna. Revit.

7.1.7 Sobredimensionamiento de tubería Hidráulica.

En esta inconsistencia que se encontró en los planos CAD, la tubería Hidráulica cruza la viga y pasa por fuera del muro de la fachada, teniendo en cuenta que en el segundo piso, en el volado se quiso diseñar un baño en la alcoba frontal, lo que causa que el tubo de la red quede a la vista ya que su longitud excede las medidas estipuladas en los planos y por ello se muestra esta interferencia.

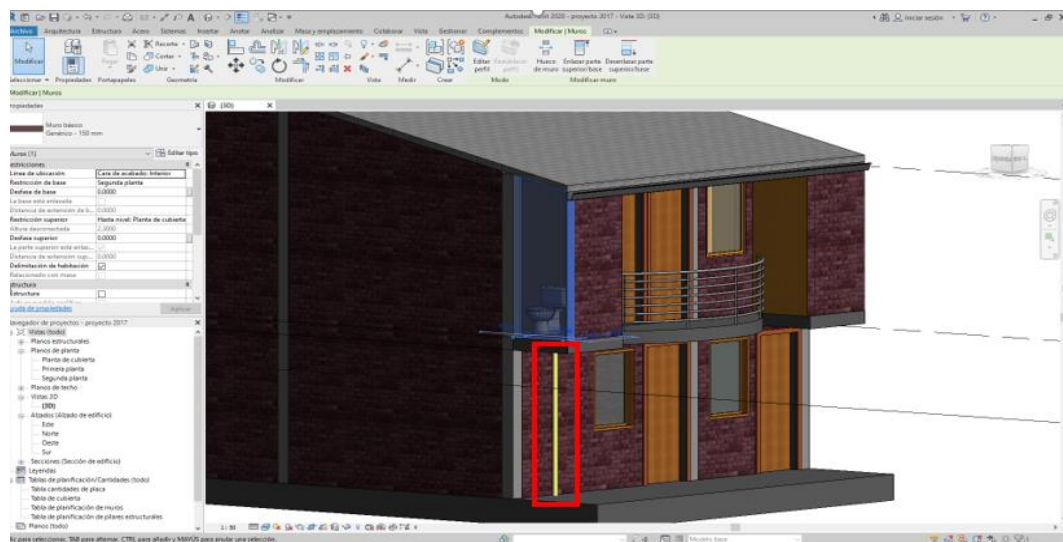


Figura 32. Sobredimensionamiento de tubería Hidráulica. Revit.

7.1.8 Inserción de la red de aguas lluvias en la columna.

A continuación se presenta uno de los errores más comunes en obra, debido a la mala implementación aplicado por los encargados del proceso constructivo, donde se evidencio la Inserción de la red de aguas lluvias en la columna. Se muestra como quedaría esta maniobra en el caso de que no se hubieran realizado las correcciones pertinentes a la hora de la ejecución del proyecto

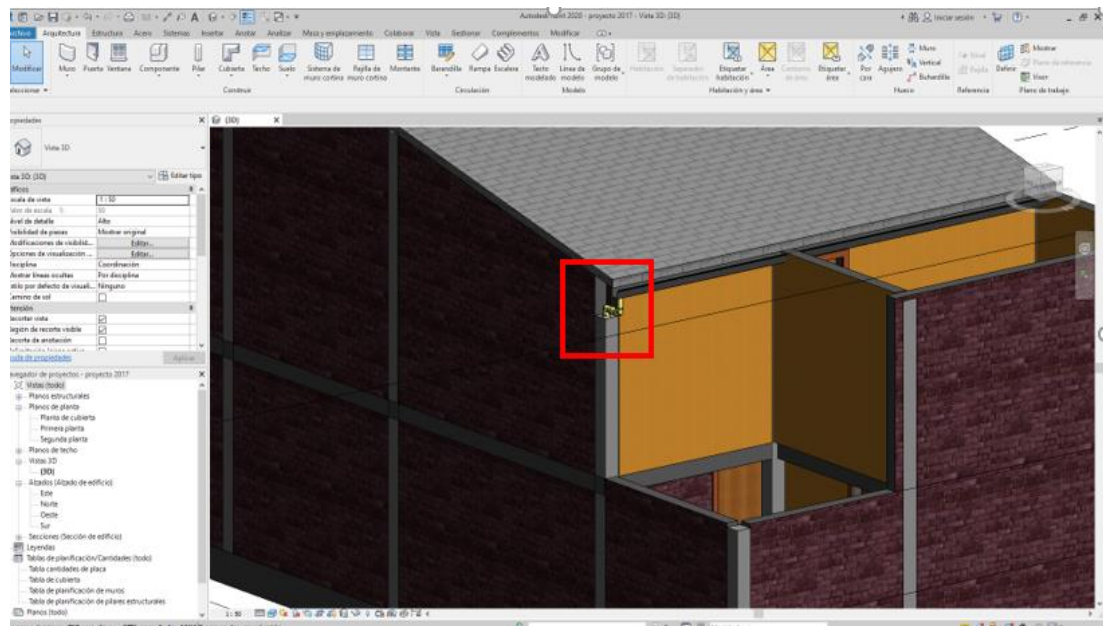


Figura 33. Inserción de la red de aguas lluvias en la columna. Revit.

7.1.9 Intersección entre red Hidráulica y sanitaria

La red sanitaria tiene una intersección con la red hidráulica, debido a que la unión que se instaló en la tubería tipo "T", sobre paso su longitud en aproximadamente 20 centímetros, lo que ocasiono que la tubería sanitaria primeramente se cruzara con la tubería hidráulica para luego salir por el lava platos y no en la conexión que se debía hacer en la llave directamente, esto gracias a la falta de detalles en los planos de redes hidráulica y sanitaria empleados en la metodología tradicional.

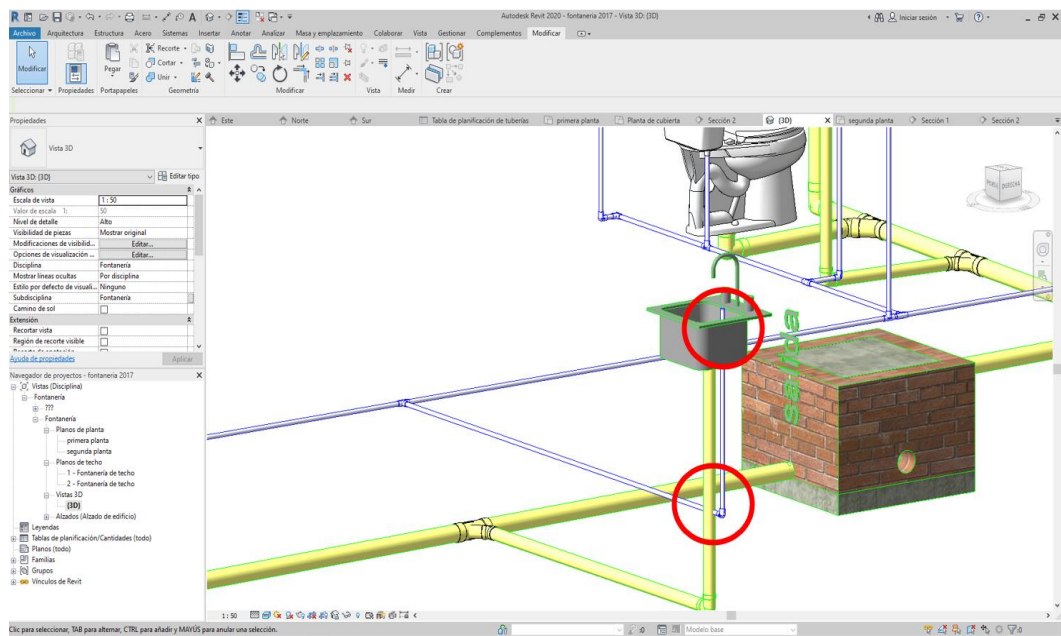


Figura 34. Intersección entre red hidráulica y sanitaria. Revit. Elaboración propia.

7.2. Encuestas

7.2.1 Encuesta gerente

Tabla 1. Entrevista al propietario de la empresa ESCO SAS, Ing. Especialista Estructural Cristian Olejua.

Preguntas	Respuestas
1. ¿Que llevo a la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS a tomar la decisión de implementar las metodologías BIM?	<p>La Empresa ESCO CONSTRUCTORA S.A.S. manejaba la metodología CAD en todos los aspectos del área de diseño y construcción.</p> <p>En el área de diseño donde trabajan el director de proyectos, el arquitecto, ingeniero estructural, ingeniero hidráulico sanitario, ingeniero Eléctrico y el encargado del área presupuestal no se tenía mucha coordinación a la hora de unir el proyecto lo cual dejaba muchos vacíos en cada uno de los temas.</p> <p>En el área de construcción se tienen muchos errores con la metodología CAD lo cual no cuenta con la suficiente información a la hora de realizar una tarea, también tiene la falencia que se cruzan los planos y presenta muchas interferencias.</p> <p>Debido a lo Anterior mencionado la empresa ESCO CONSTRUCTORA S.A.S. toma la decisión en el año 2019 de implementar la metodología BIM, dando esta un complemento a todas las falencias anteriormente mencionadas.</p>
2. ¿Cómo se capacito al personal respecto al uso de esta nueva tecnología?	<p>El personal de ESCO CONSTRUCTORA S.A.S se fue capacitando en el tiempo con proyectos aplicados en la vida real cada uno en su área por medio de un BIM manager.</p>
3. ¿Cuáles cree que son los beneficios que obtiene la empresa con la implementación de esta nueva metodología?	<p>a) Se optimizan todos los procesos en el área de diseño</p> <p>b) Se unifican todas las ramas en un solo modelo.</p>

	<p>c) El BIM manager puede definir las tareas de cada miembro del equipo dando un mejor rendimiento en el proceso.</p> <p>D) Se optimizan las actividades en el tiempo de la construcción.</p> <p>E) Se da una vida útil a cada uno de los proyectos.</p> <p>F) Se tiene un tiempo mucho más exacto en la etapa de construcción.</p> <p>g) se puede tener más control de la obra en cuanto a materiales rendimiento y dinero.</p>
<p>4. ¿Cuáles cree que son las desventajas de la implementación de esta metodología?</p>	<p>En cuanto a las desventajas de la metodología BIM en la empresa ESCO CONSTRUCTORA S.A.S se tiene el inicio o la inducción a cada uno de los profesionales lo cual no están acostumbrados al cambio y presentan el temor de entrar en esta nueva etapa.</p>
<p>5. ¿Cuáles son los procesos para implementar las metodologías BIM?</p>	<p>Para esta metodología el proceso de implementación tiene los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Tener los equipos adecuados (Computadores) con unos buenos componentes. 2) Tener un Router y un buen internet para poder manejar los proyectos en Red. 3) Tener una torre de almacenamiento. 4) Tener un director BIM manager. 5) Conseguir cada uno de los profesionales con sus áreas afines.
<p>6. Impacto general de BIM en los proyectos.</p>	<p>El impacto general de la metodología BIM en cada uno de los proyectos va en la presentación mayor información más coordinación en todas las áreas y un mejor desempeño a la hora de realizar cualquier proyecto en el área ejecutable.</p>
<p>7. ¿Qué especialidad cree usted que se ve más beneficiada con el uso de las metodologías BIM?</p>	<p>En esta pregunta todas las especialidades se ven beneficiadas ya que tienen un salto de un 2D a un 7D por la cantidad de información guardada en cada</p>

Arquitectura, ingeniería Estructural, Instalación de redes, construcción, ¿por qué?	especialidad y que se puede compartir entre sí por medio de la interoperabilidad dando este el mayor beneficio a quien utilice la metodología. Viendo esto ya que en otros países tienen obligatorio el sistema BIM para las empresas.
8. ¿Por qué adoptar una metodología BIM en el sector de la construcción?	Es bueno adoptar esta metodología porque es el sector en el que no están industrializados los sistemas para una producción lineal, lo cual da un mejor rendimiento buena eficiencia en la producción a menor costo.
9. ¿Cuánto tiempo lleva aplicando las metodologías BIM?	En la empresa ESCO CONSTRUCTORA S.A.S se lleva aplicando la metodología dos años.
10. ¿Dónde está el futuro del BIM?	El futuro del BIM está en todos los procesos integrados y no en la tecnología Asociada.

Nota: Esta tabla nos da a conocer los puntos de vista del propietario de la constructora ESCO SAS sobre la implementación de las metodologías BIM en su empresa.

Con la encuesta realizada al propietario de la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS se identificaron las ventajas que ha traído para la empresa aplicar esta metodología, ya que se tiene una mayor coordinación de las disciplinas en todos los procesos antes, durante y después de la ejecución del proyecto. También se optimizan los procesos en el diseño obteniendo un tiempo más preciso en la ejecución de la obra.

7.2.2 Encuesta al personal que trabaja en el campo de la construcción.

Para la metodología Cuantitativa y Cualitativa se realizó una encuesta al personal que labora en proyectos de construcción, con un muestreo de 35 personas para identificar la percepción que tienen respecto a las nuevas metodologías que se están aplicando en la industria de la construcción y como les ha parecido los procesos que llevan hasta ahora.

Finalmente, la experiencia al interactuar con el personal que labora en las obras de construcción del municipio, permitió que con los resultados obtenidos se visualizaran los beneficios que tiene la implementación de la metodología BIM, además de identificar las posibles fallas que se estén teniendo con las diferentes disciplinas y por ende ejecutar mejoras para la empresa, con las oportunidades que brindo este análisis.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas a los profesionales y trabajadores de la construcción.

1. ¿Tiene Conocimiento acerca de las metodologías BIM?

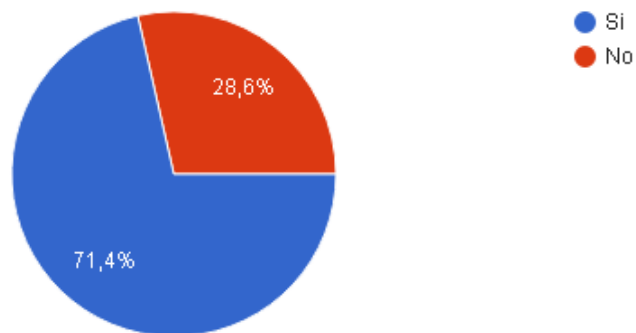


Figura 35. Conocimiento de la metodología BIM. Fuente elaboración propia.

Como se puede evidenciar en el diagrama, de los 35 encuestados el 71,4% de las personas conocen sobre la aplicación de las metodologías BIM, mientras que el 28,6% no están informados sobre esta nueva tecnología aplicada a la construcción, lo que indica que es un alto índice de que estas metodologías se están dando a conocer más ampliamente, ayudando a tener más calidad en la ejecución de proyectos.

2. ¿Ha hecho uso de algún programa BIM para la construcción de una obra?

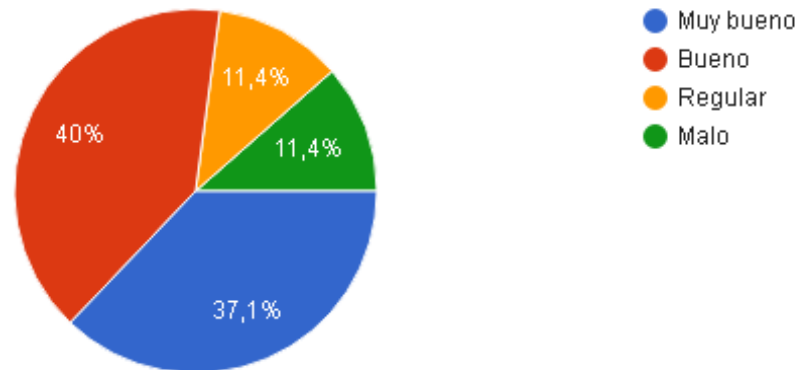


Figura 37. Implementación de la metodología BIM. Fuente elaboración propia.

La mayor parte de los encuestados han vivido experiencias buenas con el uso de las metodologías BIM con un 40%, seguido de experiencias muy buenas con 37,1%, mientras que las experiencias regulares y malas han sido de un 11,4% respectivamente, dando a entender que con el buen uso de las metodologías se puede tener un gran proceso de ejecución, facilitando el trabajo.

4. Cree usted que con el uso de las Metodologías BIM respecto a la producción:

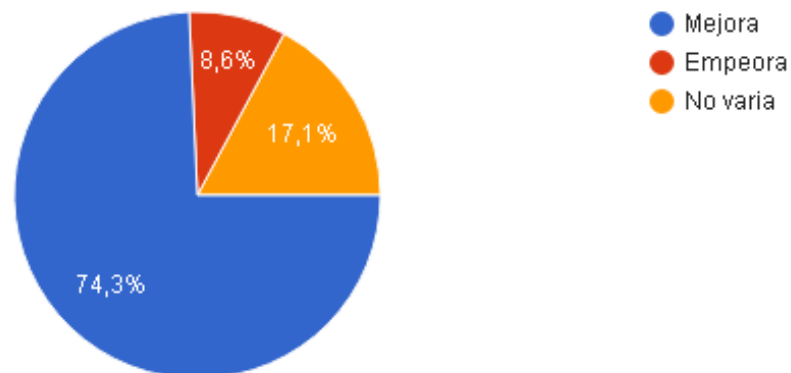


Figura 38. Uso de la metodología respecto a su producción. Fuente elaboración propia.

Cuando se implementan las metodologías BIM, la mayoría de los encuestado con un porcentaje del 74,3% indico que su producción mejora, debido a que se ahorra tiempo trabajando sobre un mismo archivo, el 17,1% no siente ningún cambio frente a su uso y el 8,6% empeora ya que no están muy bien capacitados para el manejo de estas metodologías y se le dificulta un poco por esto su producción disminuye.

5. ¿Qué cree que le impide el uso de las Metodologías BIM?

Según las respuestas dadas por los 35 encuestados cada uno tiene diferentes puntos de vista sobre qué es lo que les impide el uso de estas metodologías, la mayor parte de ellos coinciden en que no aplican estas tecnologías por falta de capacitación de la empresa hacia el personal ya que esto le genera costos a la entidad para contratar especialistas en BIM, además del gasto de tiempo empleado en las capacitaciones lo cual no permite que el personal labore el tiempo completo en sus actividades asignadas.

Es importante tener en cuenta respecto a la opinión de los encuestados que en gran medida su uso es menor por falta de tecnología y equipos avanzados para operar con estos softwares, debido también a su complejidad a la hora de empezar a utilizar estos programas por sus extensas herramientas donde se pueden diseñar, calcular y hacer modelos reales para generar nuevas experiencias en la industria de la construcción.

Por último, se dio a conocer que falta mayor implementación en el país y más reconocimiento a estas nuevas tecnologías, facilitando el desarrollo de los proyectos y beneficiando la economía del sector de la construcción.

6. ¿Qué problemas son más comunes en obra?

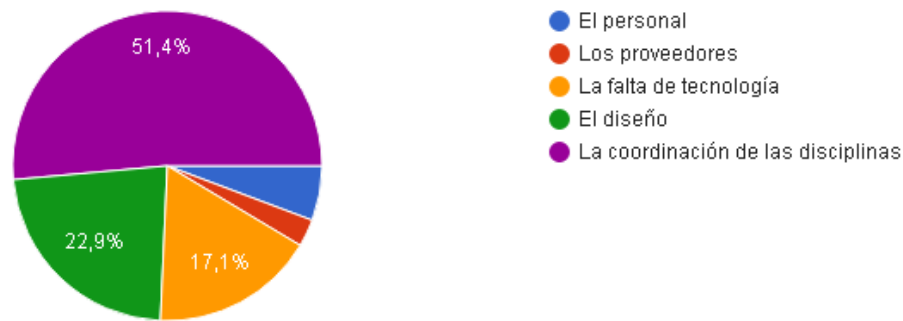


Figura 39. Problemas comunes en obra. Fuente elaboración propia.

Durante el desarrollo de proyectos en la construcción se presentan diferentes problemas a la hora de su ejecución, el 51,4% está de acuerdo en que estos se dan por la falta de coordinación de las disciplinas ya que no existe la comunicación y la información adecuada en los planos, el 22,9% menciona que es por la ineffectividad en sus diseños debido a que algunos no cumplen con parámetros establecido o interferencias en sus diseños que pueden ocasionar sobrecostos a la hora de elaborar el proyecto, un 17,1% indica que es por falta de tecnología, no se tienen los equipos adecuados, ni cuentan con los programas necesarios para su desarrollo, también dan a conocer que sus problemas son a causa del personal, dado que les falta capacitación y no se desempeñan muy bien en sus labores y por último la escases de proveedores, ya que no se cuenta con el material necesario para la ejecución de la obra o estos no son de buena calidad y se presentan fallas en el proyecto.

7. ¿Conoce alguna empresa que haya implementado las Metodologías BIM?

Según las respuestas dadas por los encuestados, las empresas de las cuales tienen conocimiento que implementan esta nueva tecnología en el sector de la construcción son: ESCO Constructora SAS, Aling SAS, Marval S.A, constructora San Rafael, Amarillo,

Apiros y Fredy Betancourth, de estas solo 3 personas manifestaron que no conocían ninguna empresa que las implementara, esto demuestra que son cada vez más las empresas que empiezan a implementar estas metodologías BIM para el desarrollo de sus proyectos, dando a conocer sus beneficios y las grandes oportunidades que traen.

8. Qué valor asignaría en una escala de 1 a 5 a la comunicación que existe en el área de diseño y obra.

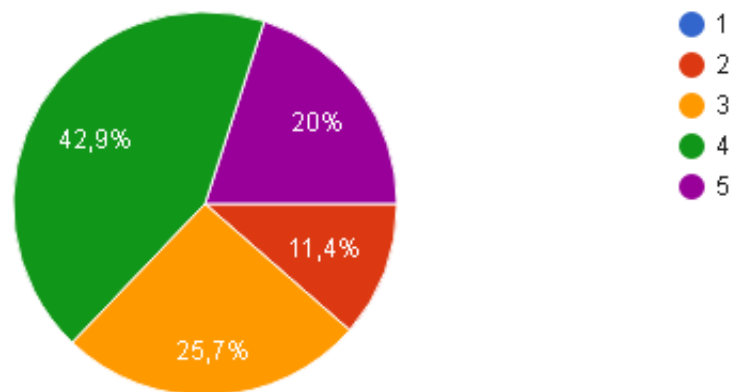


Figura 40. Comunicación entre diseño y obra. Fuente elaboración propia.

El 42,9% de los encuestados dio una calificación de 4 a esta competencia de comunicación en el área de diseño y obra lo cual indica que se sienten satisfechos en este desempeño, el 25,7% una calificación de 3, el 20% dieron una calificación de 5 lo cual indica que están muy satisfechos y se obtuvo una calificación de 2 del 11,4% reiterando que se tiene que trabajar un poco más sobre esta competencia para que llegue a su excelencia, obteniendo un mejor desarrollo.

9. ¿Qué valor asignaría en una escala de 1 a 5 a la efectividad de los proyectos de construcción en su empresa?

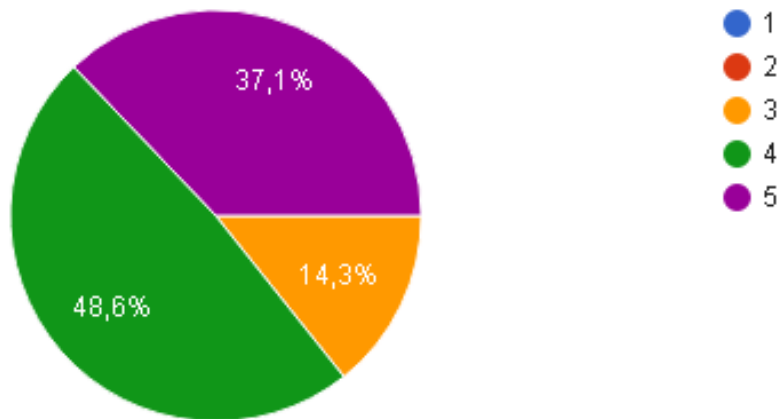


Figura 41. Efectividad en los proyectos. Fuente elaboración propia.

En los encuestados se presentan altos grados de satisfacción en los resultados obtenidos con la gestión de los proyectos que desarrollan en la empresa, debido a que el 48,6% dio un valor de 4 a la efectividad con que llevan a cabo su avance del proyecto, un 37,1% indica una calificación excelente de 5, no tiene ninguna queja acerca de esta y un 14,3% de 3, lo que indica que se deben mejorar aspectos en los resultados programados, en cuanto al tiempo y los costos más sensatos posibles, haciendo lo adecuado con gran exactitud y sin ningún desperdicio de dinero y tiempo.

10. ¿Qué metodología utiliza?

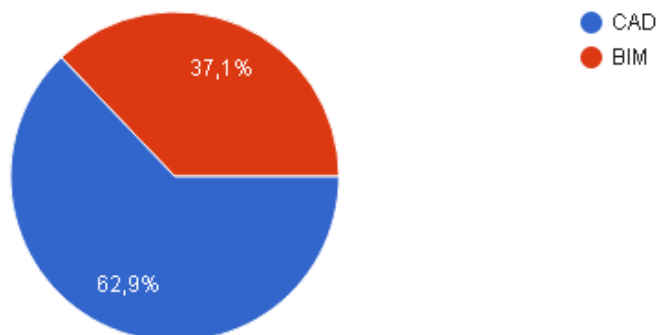


Figura 42. Metodología CAD o BIM. Fuente elaboración propia.

La gran parte de los profesionales, técnicos y trabajadores encuestados utilizan las metodologías CAD, con un 62,9% frente a un 37,1% que utilizan las metodologías BIM, esto se debe a que algunos se les facilita más el manejo de los programas en 2D, ya tienen conocimiento sobre este programa y según lo identificado al momento de realizar las encuestas no hacen el cambio de metodología por el tiempo que les toma capacitarse y los costos que les requiere mejorar sus equipos, con calidad en procesadores y la tarjeta gráfica y las personas que han optado por aplicar las tecnologías BIM han hecho un esfuerzo respecto a la mejora de sus equipos y han invertido el tiempo necesario para capacitarse y poder dar mejores soluciones teniendo un mayor rendimiento en los procesos constructivos.

11. ¿Tiempo que lleva aplicando la metodología CAD?

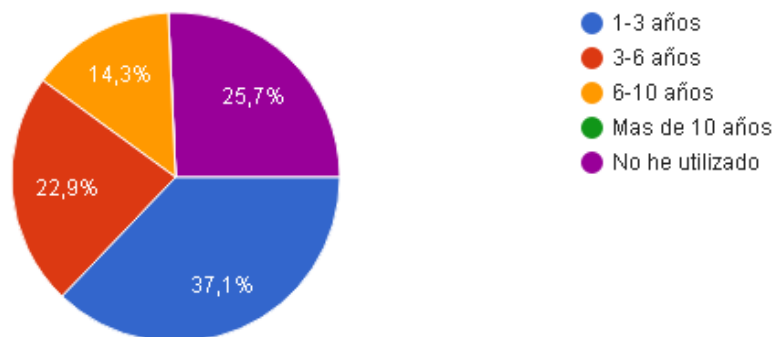


Figura 43. Tiempo con Metodología CAD. Fuente elaboración propia.

Se quiso conocer el tiempo que los profesionales ha implementado la metodología CAD a sus proyectos de los cuales el 37.1% lo lleva utilizando de 1 a 3 años ya que se les facilita la realización de planos en 2D con software como AutoCAD. El 22,9% lleva implementando esta metodología entre 3 y 6 años, donde se evidencia la experiencia que han tenido en los proyectos que han ejecutado a lo largo de su vida profesional. El 14.3%

están en un rango de 6 a 10 años, estas son personas guías que colaboran en la organización y son quienes capacitan al personal que lleva menos tiempo con el uso de estas metodologías solucionando las dudas que se puedan generar en algún proyecto en específico, por último se obtuvo que el 25,7% de los encuestados no han hecho uso de esta metodología tradicional ya que se evidencia que esta entre el personal que labora en obra como maestros y ayudantes que tienen menos acceso a la información más detallada que se da en las oficinas de planeación.

12. ¿Tiempo que lleva aplicando las metodologías BIM?

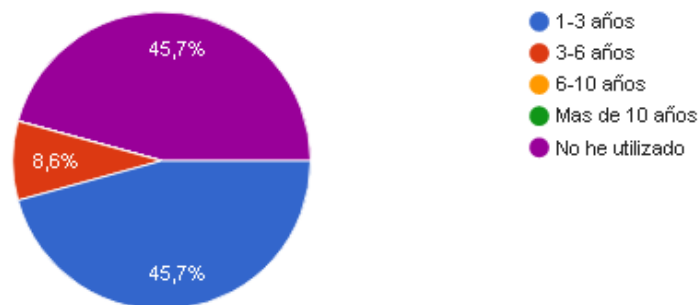


Figura 44. Tiempo con Metodología BIM. Fuente elaboración propia.

El tiempo que los encuestados ha implementado la metodología BIM se conoció de la siguiente manera: El 45,7% han aplicado esta metodología entre 1 y 3 años lo que implica en gran medida que estas metodologías se están empezando a fomentar en el ámbito de la construcción y cada vez sigue aumentando su reconocimiento en el municipio, resaltando las ventajas y beneficios que brinda la implementación de esta nueva tecnología. El 8,6% llevan empleándola de 3 a 6 años quienes son profesionales de la arquitectura e ingeniería y los usan para el cálculo de estructuras, diseños ejemplares para mostrar al cliente de una forma realista, por último, se evidencio que el 45,7% de los encuestados no ha tenido

experiencias con la aplicación de la metodología tecnológica que está innovando en la construcción.

7.3. Visitas a campo en la ejecución de los proyectos

7.3.1 Bodegas San Francisco

Primer Visita: Se hizo una inspección sobre los avances que había realizado el personal de la obra, ejecutando actividades de desencofrado y armado de formaleta para columnas de segundo nivel en el eje A y B, también realizan actividades de revestimiento con arena-cemento para columnas, la hidratación de placa y columnas para un excelente curado de concreto y se hace la instalación de aparato sanitario (baño) e instalación de red sanitaria en el primer nivel.

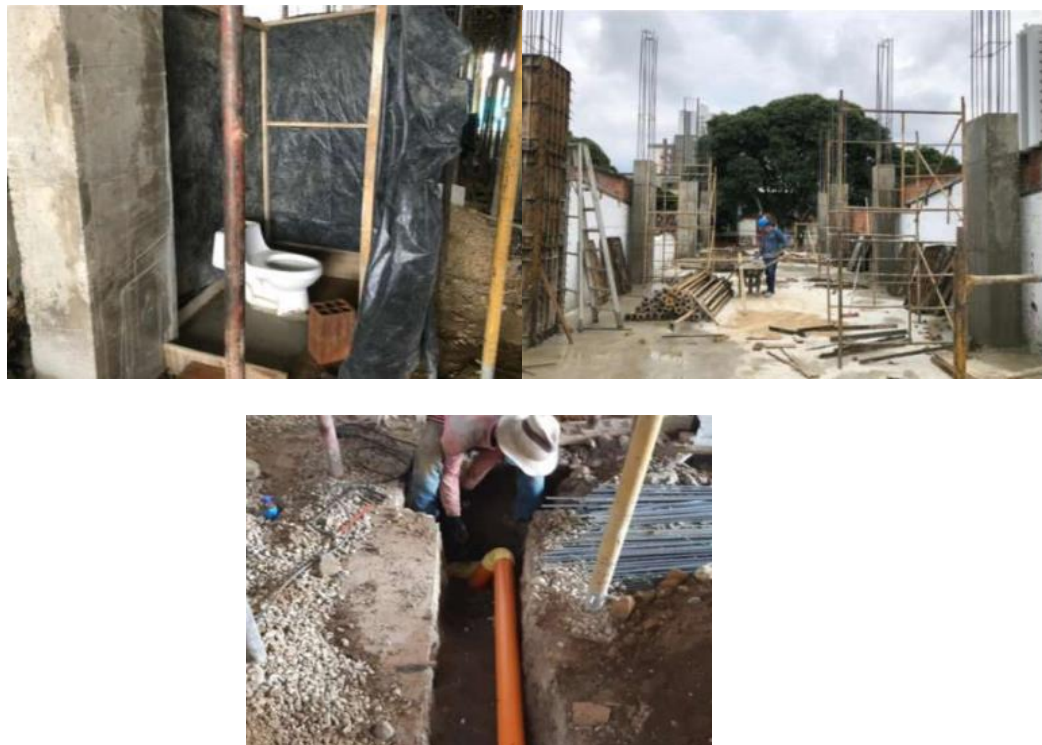


Figura 45. Primera visita a campo. Fuente elaboración propia.

Segunda visita: Durante la visita realizada se tomó evidencia de los procesos de desencofrado armado de formaleta para columnas de segundo nivel en el eje A y B, también se vio el cargue del material trasiego (formaleta metálica) para columnas de segundo piso, hidratación de fundida de columnas, el forrado con papel vinipel alrededor de las columnas y el corte y figurado de acero (estribos) de refuerzo para vigas de segundo nivel.



Figura 46. Segunda visita a campo. Fuente elaboración propia

Tercera Visita: Trabajaron en la realización de armado metálico de encofrado para segunda placa de entepiso, nivelación de parales para monte de tableros metálicos, corte y figurado de acero (estribos) de refuerzo para vigas de segundo nivel y el armado de andamios para monte de tableros metálicos.



Figura 47. Tercera visita a campo. Fuente elaboración propia.

cuarta visita: Avanzaron en aspectos como el armado metálico de encofrado para segunda placa de entrepiso, nivelación de parales para monte de tableros metálicos, armado de acero de refuerzo para vigas de segundo nivel en el eje B y la demarcación de vigas y viguetas de segundo nivel.





Figura 48. Cuarta visita a campo. Fuente elaboración propia.

Quinta Visita: Aquí se evidencio el armado de acero de refuerzo (longitudinal) para vigas de segundo nivel en el eje A, B, 1 y 2, así como también el armado de acero de refuerzo (estribos) para vigas de segundo nivel en el eje A, B, 1 y 2 y el figurado de acero (estribos) de refuerzo para vigas y viguetas de entrepiso de segundo nivel, se tuvo en cuenta que los trabajadores contaran con los adecuados implementos de seguridad.





Figura 49. Quinta visita a campo. Fuente elaboración propia.

Sexta Visita: Se evidenciaron avances en el reforzamiento de acero (longitudinal) para vigas y nodos de segundo nivel en el eje 1, 4, 5 y escalera además del armado de acero de refuerzo (estribos) para vigas de segundo nivel en el eje 1, 4, 5, armado de acero de refuerzo para viguetas, riostra y vigas borde de segundo nivel y figurado de acero (estribos) de refuerzo para vigas y viguetas de entrepiso de segundo nivel.

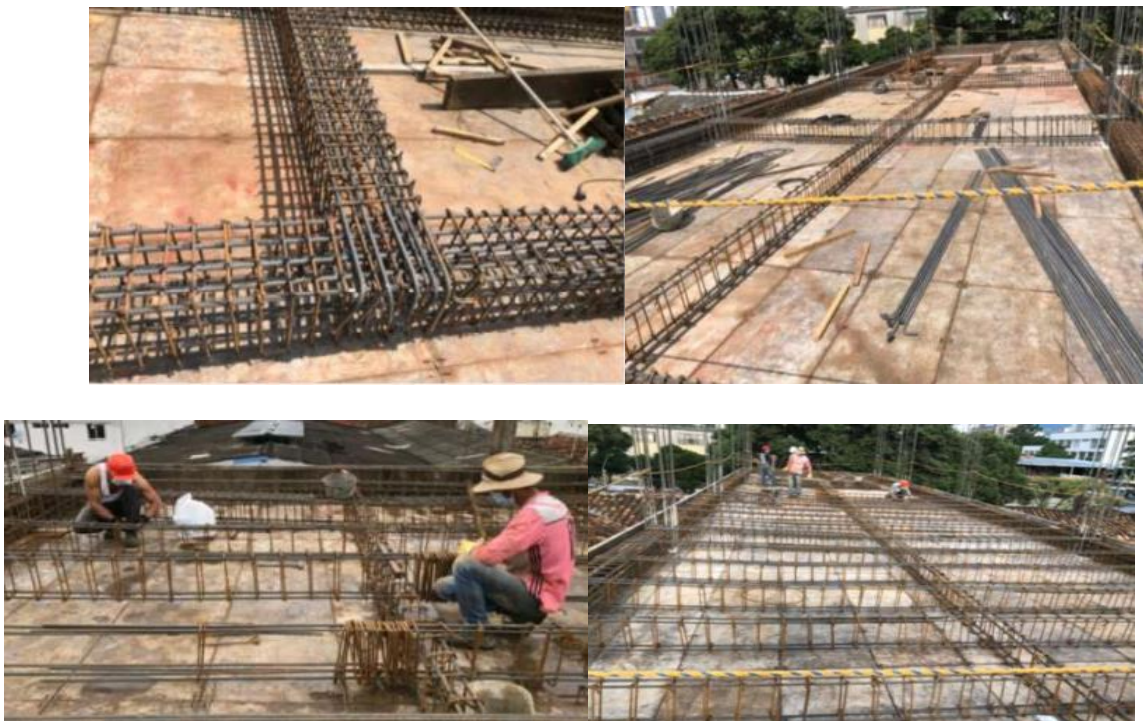


Figura 50. Sexta visita a campo. Fuente elaboración propia.

Séptima visita: En esta visita se vieron los adelantos en el trabajo de encofrado perimetral en el vacío de la placa de segundo entrepiso, desencofrado de placa de primer nivel para sacar el casetón, medición y empacado de casetón para placa de segundo entrepiso, reforzamiento de parales para la placa de primer nivel y segundo nivel.



Figura 51. Séptima visita a campo. Fuente elaboración propia.

Octava Visita: Se visualizo la eficiencia en el trabajo del arreglo e instalación de casetón para placa de segundo entrepiso, reforzamiento longitudinal en acero en las vigas que sostienen la escalera de segundo nivel, medición y empacado de casetón para placa de segundo entrepiso y la nivelación de parales para la placa de segundo entrepiso.



Figura 52. Octava visita a campo. Fuente elaboración propia.

Novena Visita: Se visualizo un avance importante en la instalación de tubería sanitaria en la placa de segundo entrepiso, el trazado de niveles para la placa de segundo entrepiso, hidratación de placa de segundo entrepiso antes de fundida, la fundida de placa de segundo entrepiso en concreto de 3000 PSI, hidratación de placa para un excelente curado de concreto y la nivelación con codal en placa de segundo entrepiso.



Figura 53. Novena visita a campo. Fuente elaboración propia.

Decima Visita: En esta visita se evidencio el desarrollo avanzado del trabajo en el alineamiento de encofrado para columnas de tercer nivel en el eje A y B, la fundida de columnas de tercer nivel en concreto de 3000 PSI y el vibrado en concreto para columnas de tercer nivel.



Figura 54. Decima visita a campo. Fuente elaboración propia.

Onceava Visita: En esta visita se presenta un gran avance en cuanto al armado de acero de refuerzo (longitudinal y estribos) para vigas de tercer nivel en el eje 1', 4 y 5, reforzamiento longitudinal de acero en vigas de tercer nivel, un armado metálico de encofrado para vigas de tercer nivel en el eje 1', 4 y 5 y para placa maciza (tanques aéreos), además de un corte y figurado de acero (estribos) de refuerzo para columnetas de tercer nivel.

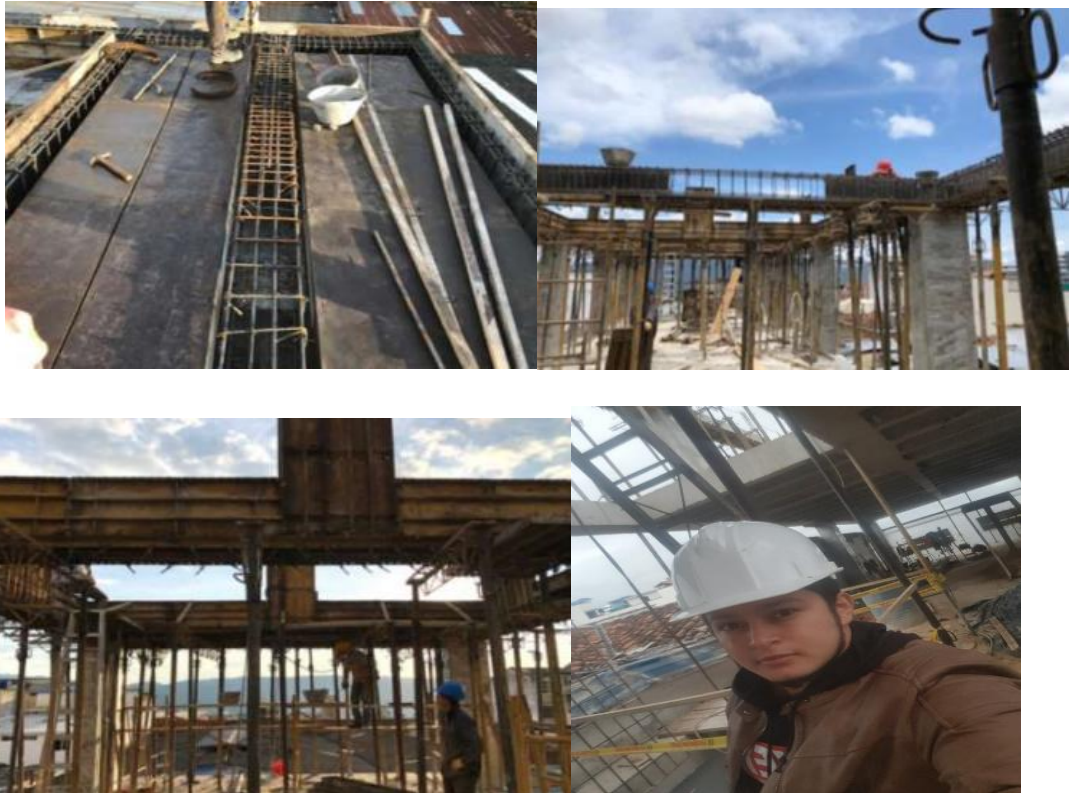


Figura 55. Onceava visita a campo. Fuente elaboración propia.

Doceava Visita: En la última visita a campo que se pudo realizar se observa el acabado de la segunda planta ya estucado y pintado, también se visualizaron las estructuras para el cableado de las máquinas de concepción para las cuales fue diseñado el proyecto.



Figura 56. Doceava visita a campo. Fuente elaboración propia.

7.3.2 Vivienda unifamiliar Villa Sofia.

Primera Visita: Durante el recorrido de la primera visita a la obra de vivienda unifamiliar Villa Sofia en el municipio de Enciso, Santander, se evidencio la realización de las actividades como el desarme y armado de la formaleta de columnas, el amarre de los estribos, la fundida, en esta se preparó el concreto para 5 columnas, se quitó el casetón de placa y se hizo la excavación para concreto ciclópeo muro perimetral en mampostería.



Figura 57. Primera visita Enciso. Fuente elaboración propia.

Segunda Visita: En esta visita a la obra se conocieron nuevos procesos en su desarrollo, aparte de realizar las mismas actividades de la primera visita se ejecutó excavación para ciclópeo de zapatas de entrada principal.



Figura 58. Segunda visita Enciso. Fuente elaboración propia.

Tercera Visita: Se evidencio el desarrollo de las actividades como el retiro del casetón de placa, la limpieza de arena amarilla, el movimiento de la tierra para rellenar, el corte del acero longitudinal y transversal para viga de cimentación muro perimetral, el figurado de acero transversal de vigas de cimentación y el amarre de acero transversal de vigas de cimentación de muro.



Figura 59. Tercera visita a Enciso. Fuente elaboración propia.

Cuarta Visita: Se observaron actividades de excavación para concreto ciclópeo muro perimetral en mampostería, la fundida para la preparación de concreto del ciclópeo, el figurado y amarre de acero para zapatas de portón y del acero de columnas.



Figura 60. Cuarta visita Enciso. Fuente elaboración propia.

Quinta visita: En la figura 60, se realiza la visita a campo para verificar que los espaciamientos de los estribos cumplan con la información presentada en los planos estructurales.



Figura 61. Quinta visita Enciso. Fuente elaboración propia.

En la figura 62, se muestran los avances del proyecto, en donde se están adelantando los procesos de armado de vigas y columnas en la planta de cubierta y vemos el estado de la estructura.



Figura 62. Quinta visita Enciso. Fuente elaboración propia.

Sexta visita: En la figura 63, se observa la estructura de la vivienda terminada, ya que fue la última visita registrada a esta obra.



Figura 63. Sexta visita Enciso. Fuente elaboración propia.

7.4. DISEÑO ARQUITECTONICO REVIT

En el proceso de las pasantías laborales se obtuvieron capacitaciones sobre el manejo del programa Revit, donde se realizó un modelo de una vivienda multifamiliar de cuatro plantas, en la cual se implementó cada uno de los detalles a los diferentes planos, autocapacitándome para cumplir con los objetivos propuestos a lo largo de las prácticas laborales.

A continuación, se presenta el modelo realizado por el practicante, donde se muestran las diferentes vistas y detalles que se utilizaron:

En la figura 64, se observan los planos de las tres primeras plantas.

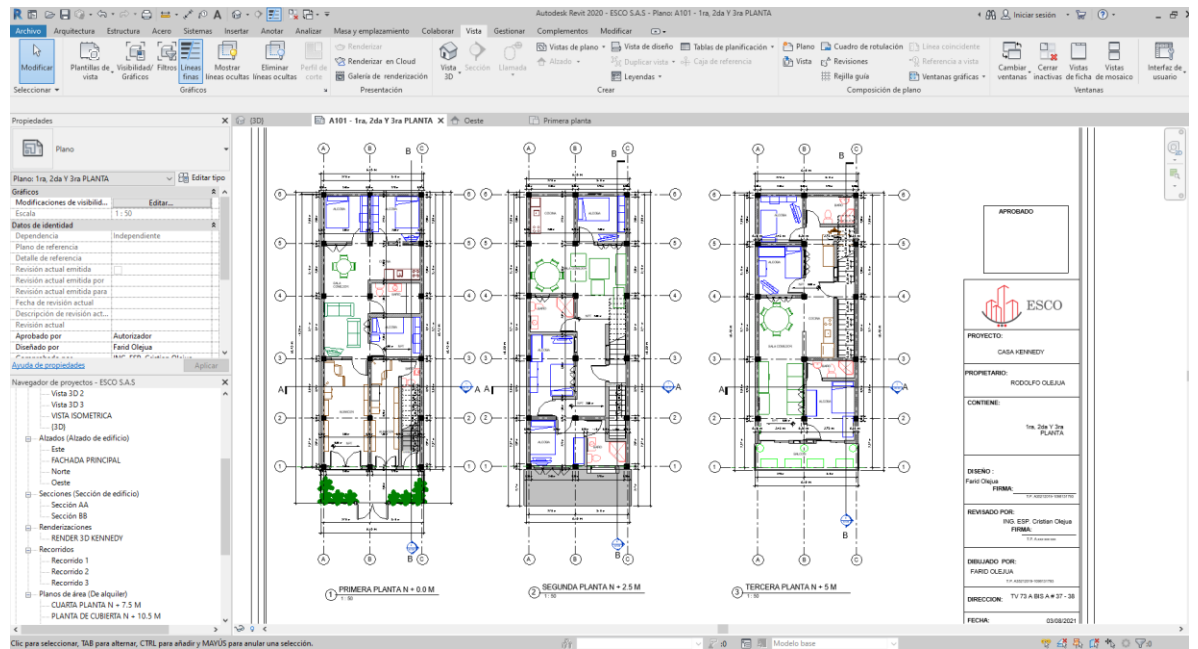


Figura 64. Primera, segunda y tercera planta. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 65, encontramos el plano de la cuarta planta, la cubierta en acrílico, una toma frontal del modelo y un corte transversal.

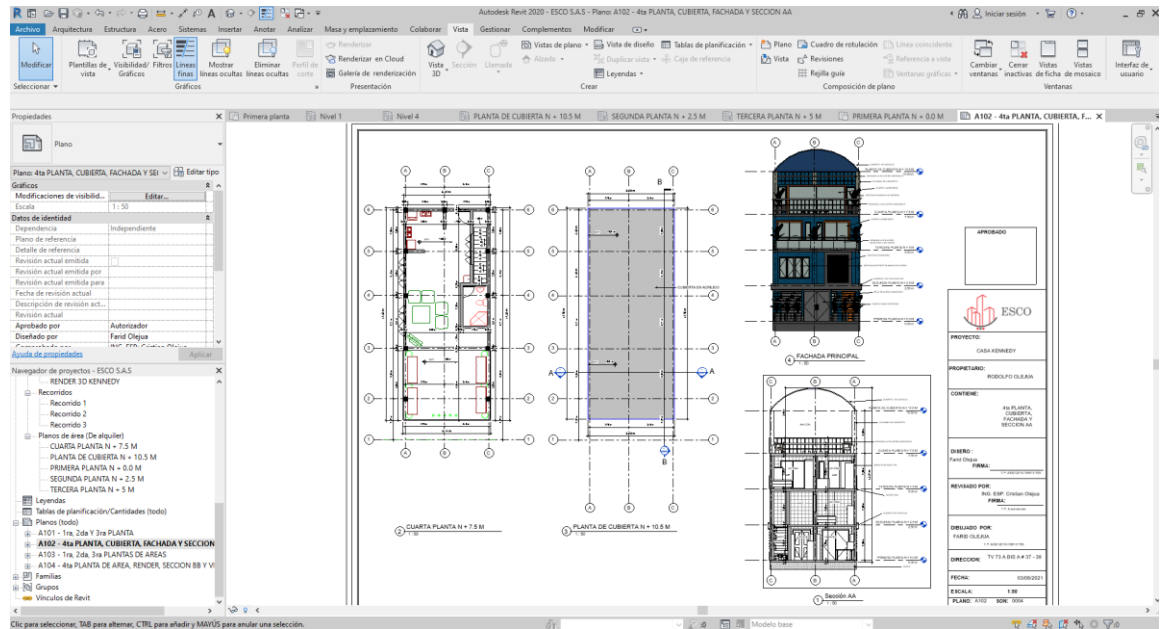


Figura 65. Cuarta planta, cubierta y frente de vivienda. Revit. Fuente elaboración propia.

En esta toma frontal se tuvo en cuenta cada uno de los detalles y materiales que se utilizaron, para hacer una descripción detallada, aumentando la información para una mejor interpretación del modelo, aquí se idéntica: barandillas en acero inoxidable, columna en concreto, puerta en madera, ventanas en acero inoxidable y madera, la cubierta en acrílico, puertas correderas, además se muestran los niveles de las alturas de cada planta.

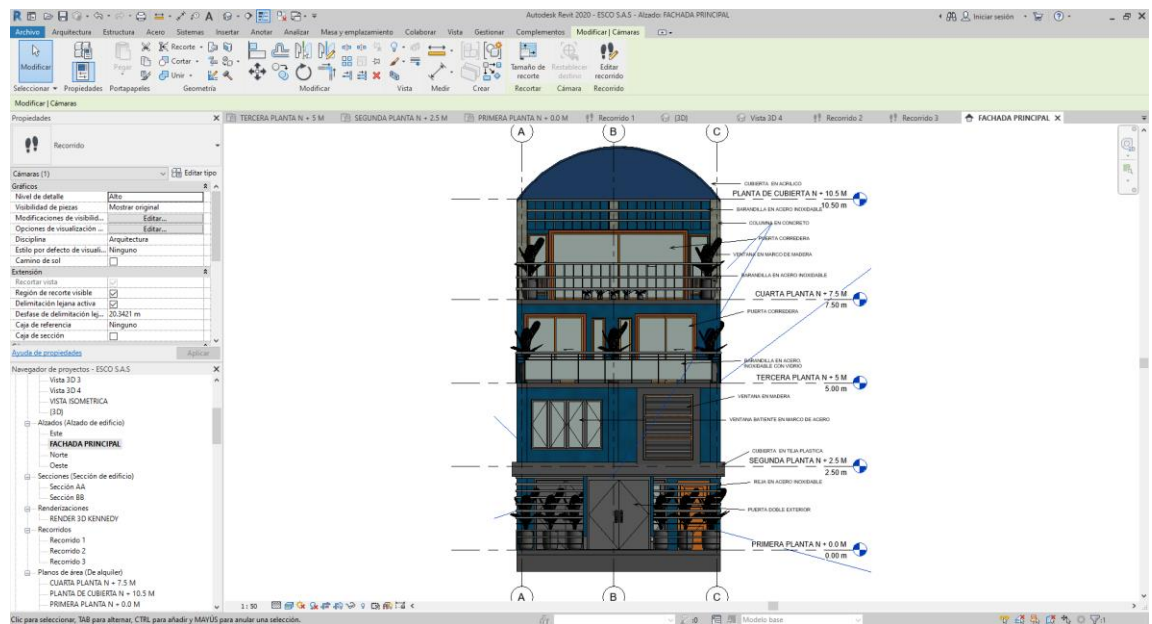


Figura 66. Frente de vivienda. Revit. Fuente elaboración propia.

Las vistas isométricas nos ayudan a tener una mayor claridad de los exteriores del modelo, apreciando la fachada, balcones, una cubierta acrílica para observar parte de la terraza o zona de confort.

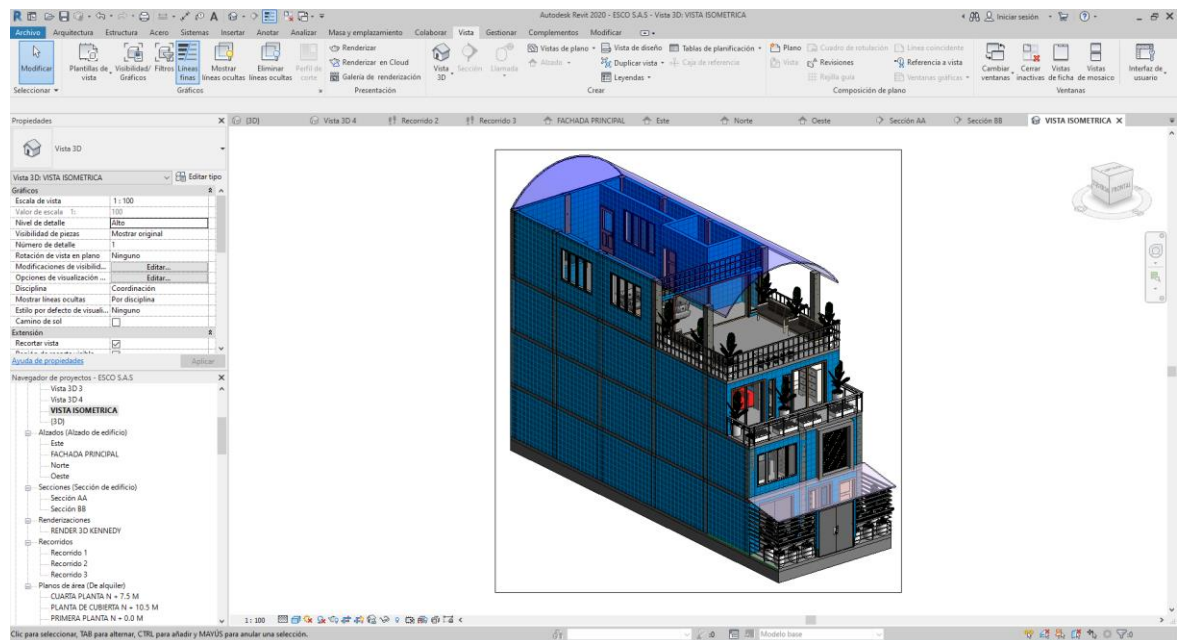


Figura 67. Vista isométrica. Revit. Fuente elaboración propia.

En la primera planta se realizó un corte con la herramienta de caja de sección para identificar como estaba distribuido el primer piso que cuenta con tres habitaciones, sala, comedor, cocina, baño social y en la entrada cuenta con dos oficinas y un antejardín.

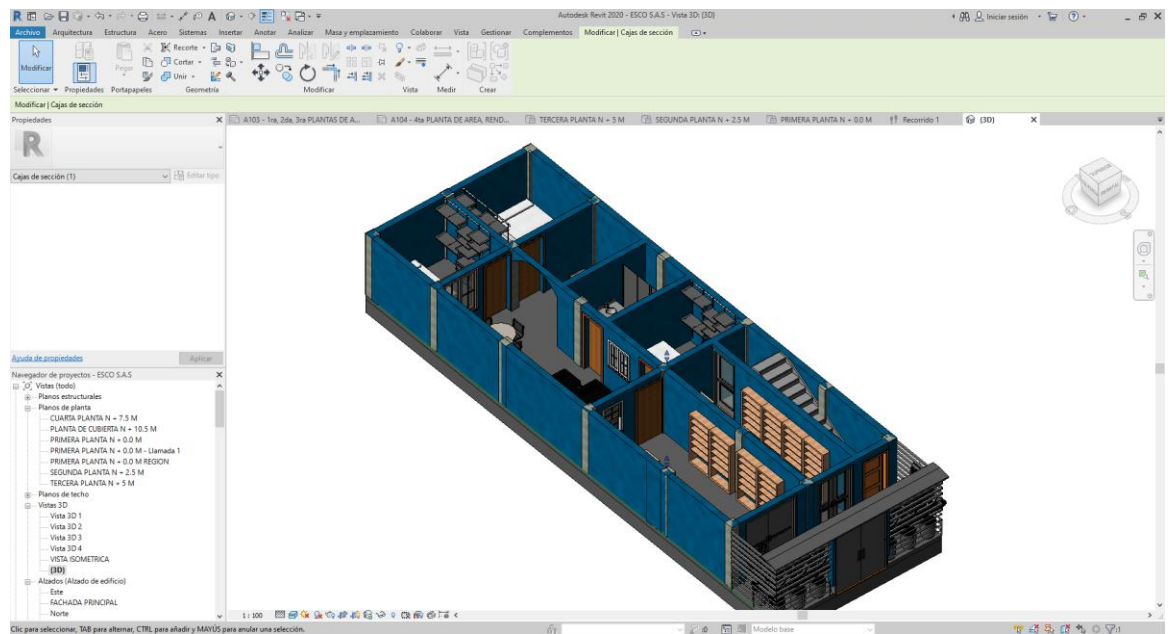


Figura 68. Corte de la primera planta. Revit. Fuente elaboración propia.

La segunda planta mostrada en la figura 69, cuenta con sala, comedor, cocina, baño social y tres habitaciones, de las cuales una es con baño privado.

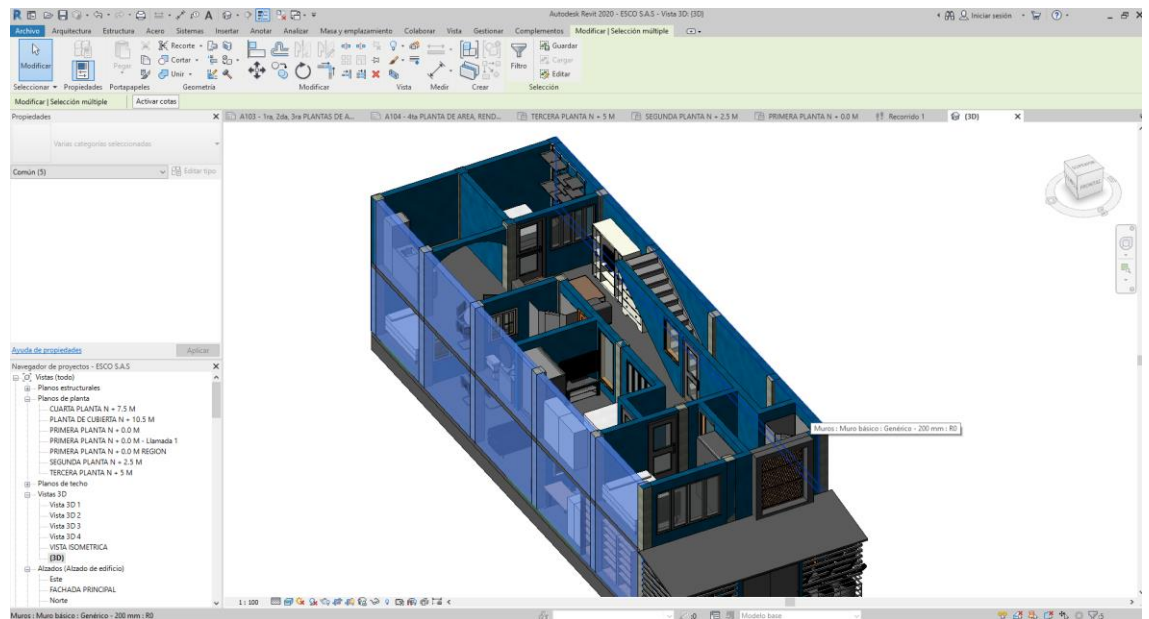


Figura 69. Corte de la segunda planta. Revit. Fuente elaboración propia.

La tercera planta mostrada en la figura 70, cuenta con una sala, comedor, cocina, tres habitaciones de las cuales una de ellas cuenta con baño privado, un baño social y un balcón.

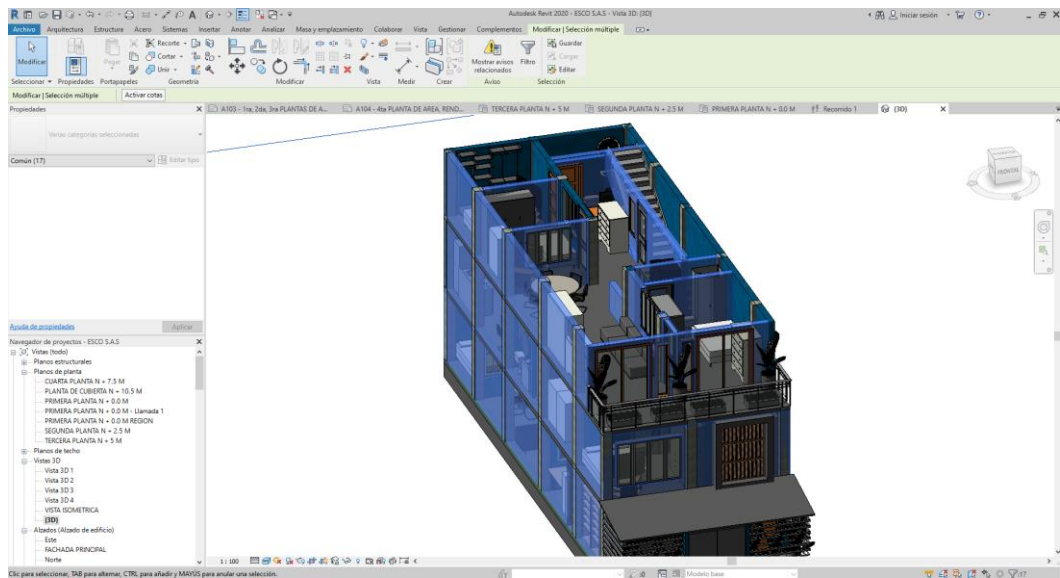


Figura 70. Corte de la tercera planta. Revit. Fuente elaboración propia.

Para la cuarta y última planta mostrada en la figura 71, se diseñó un patio de ropas, una sala para reuniones familiares, un baño social y un gran balcón para apreciar vistas externas de la vivienda.

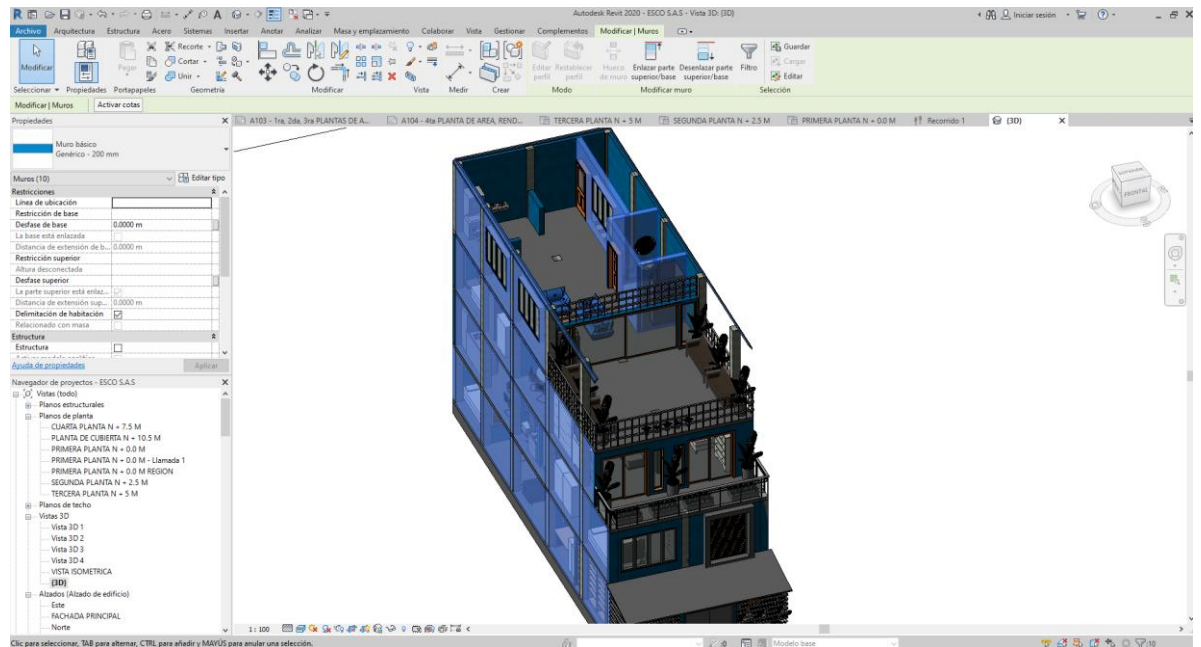


Figura 71. Corte de la cuarta planta. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 72, se implementó una herramienta para poder observar las sombras respecto a la ubicación del sol.

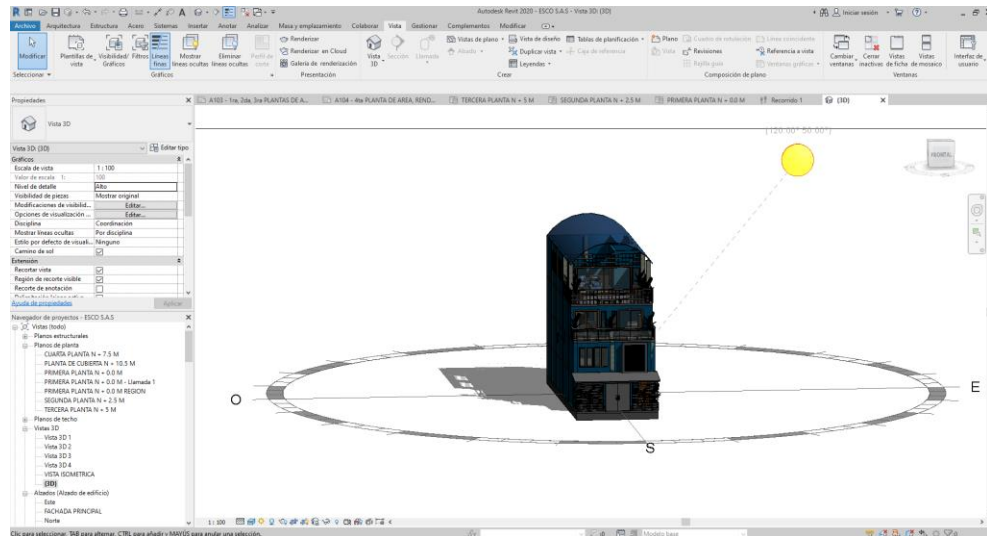


Figura 72. Vista de sol con sombras. Revit. Fuente elaboración propia.

Por último se hizo uso de la herramienta de recorridos para visualizar el interior del modelo, observando cada uno de los detalles que conforma cada espacio.

En la figura 73, se observa una de las oficinas del primer piso, sus instantes para almacenar los diferentes tipos de mercancía.

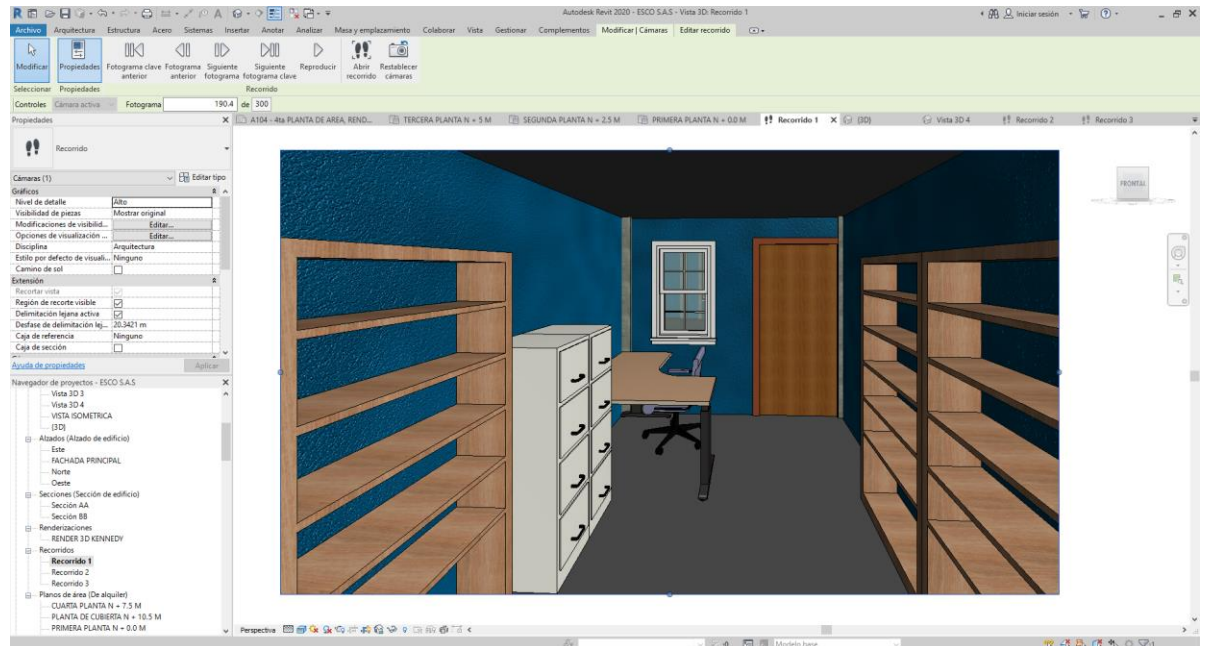


Figura 73. Vista interna de oficina primera planta. Revit. Fuente elaboración propia.

En la figura 74, se observa la sala para reuniones familiares en el cuarto piso, desde una toma interna del modelo para ver los detalles que se implementaron en el diseño.

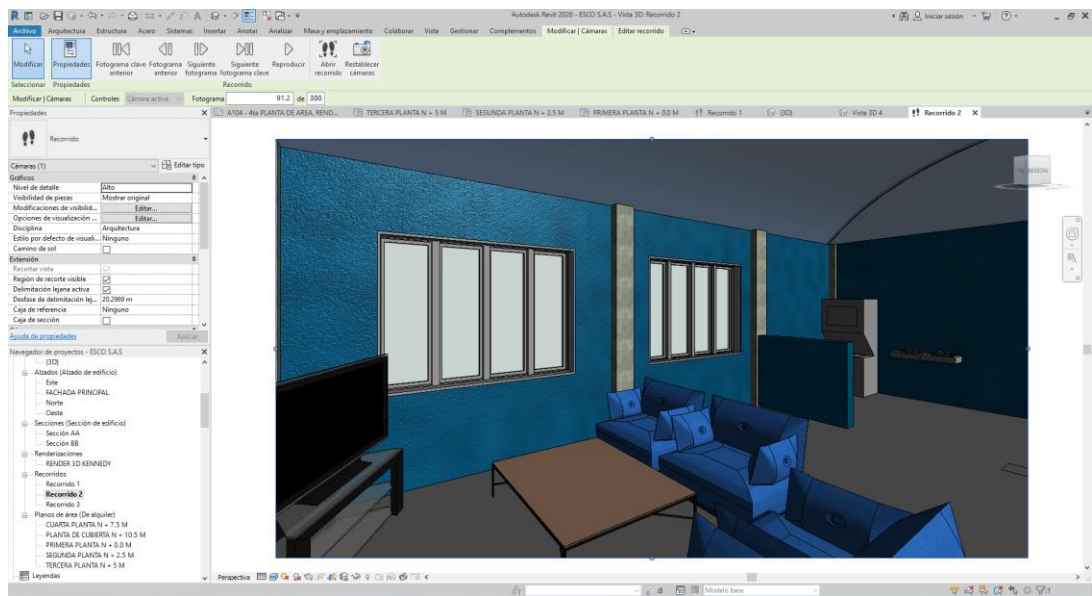


Figura 74. Vista interna cuarta planta. Revit. Fuente elaboración propia.

8. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta lo analizado con el personal se identifica que el 74.1% conocen sobre las metodologías BIM y las implementan en el desarrollo de sus proyectos, capacitándose para el uso de estas nuevas tecnologías, facilitando su trabajo, siendo más rápido y eficiente.

Algunas empresas no implementan estas nuevas tecnologías por el miedo al alto costo en la inversión inicial en cuanto a las herramientas, equipos tecnológicos y la capacitación del personal, quedando atrasados en cuanto a la innovación y las experiencias que brindan al cliente respecto a las empresas que si lo implementan.

En la comparación que se realizó entre las metodologías tradicionales CAD y BIM se evidencio que se tienen menos errores con la implementación de la metodología BIM ya que se unen en un mismo modelo, mientras que en CAD se hace todo arcaico por medio de líneas, donde es difícil identificar los errores por la falta de información y detalles en los planos.

Las metodologías BIM tienen grandes beneficios para el desarrollo en la industria de la construcción, permitiendo ahorrar tiempo, ya que se pueden trabajar las diferentes disciplinas en un mismo modelo, evitando interferencias en el proyecto cuando se hace la integración del diseño arquitectónico, diseño estructural y el diseño de redes hidráulica, sanitaria, eléctrica, entre otras. De esta manera se economizan costos, generando más utilidad en la empresa y teniendo una mayor competencia en el mercado.

Los gobiernos de los diferentes países están optando para que la implementación de las metodologías BIM sea obligatorio en el desarrollo de sus proyectos para la obtención de las licitaciones, especialmente en los países pioneros como lo son: Reino Unido, Estados Unidos, Inglaterra, China y Finlandia

Durante el proceso que se llevó a cabo por medio de las pasantías laborales, se adquirió gran conocimiento en todas las áreas de la construcción, por medio de las experiencias vividas en las visitas a campo, donde se pudo evidenciar de forma más clara y precisa los procesos que se llevan a cabo en las construcciones, además de las capacitaciones realizadas por la empresa en el área de diseño con el software Revit y de los conocimientos adquiridos por parte de cada uno de los profesionales que laboran en la empresa.

9. Bibliografía

- Armisen, A. (2018). *Building Smarth Spain*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1B21BinCQIqTVo42qE5HDp2B9IL75prRT/view>
- Autodesk. (2021 de octubre de 2021). *Autodesk*. Obtenido de https://www.autodesk.com/industry/aec/bim?us_oa=dotcom-us&us_si=7cf49f16-00b0-4e58-9180-b4a3fba63d88&us_st=BIM
- Buch, M., & Moya. (Julio de 2021). *infraestructures.cat*. Obtenido de <https://infraestructures.gencat.cat/?page=bim&page=bim>
- Castro, H., & Otros. (mayo de 2012). *Universidad EAN*. Obtenido de Universidad EAN: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/734-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2094-1-10-20130806.pdf>
- Celis, L., & Narváez, C. (2020). *Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3837/T030_75439586_T%20%20HUAMANI%20NARVAEZ%20CAROLAYN%20ESTEFANNY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coronel, A. (2012). *EOI*. Obtenido de file:///C:/Users/Mariana/Downloads/EOI_GestionProyectos_2012.pdf
- Cortes, V. (2018). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17950/CortesMateusVictorAlexis2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Del Solar, P., & Silva, A. L. (22 de abril de 2016). *Contar la convención de la edificación*. Obtenido de <http://52.209.105.119/bitstream/handle/20.500.12251/883/CONTART%202016%20076%20p.%20823-834.%20Estudio%20del%20estado%20actual%20del%20conocimiento%20y%20uso%20de%20las%20herramientas%20BIM%20en%20Espa%3%b1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flórez, G. (24 de agosto de 2018). *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>
- Gobierno España. (2020). *BIM*. Obtenido de <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/reino-unido>

- Gómez, S. (2016). *Universidad Privada de Tacna*. Obtenido de Universidad Privada de Tacna: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/502>
- Herranz, F. (20 de abril de 2017). *ConceptBim*. Obtenido de <https://www.conceptbim.com/2017/04/20/ventajas-del-3d-sector-construccion/>
- Herrera, O. (septiembre de 2017). *Universidad Andrés Bello*. Obtenido de http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/4589/a120166_Herrera_O_Impresion_3d_de_proyectos_de_2017_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ineco. (24 de junio de 2019). *Ineco*. Obtenido de <https://www.ineco.com/webineco/noticias/hasta-18-organizaciones-participan-ya-en-la-iniciativa-para-estandarizar-el-bim-ferroviario>
- Isaza, J. (2015). *Universidad EAFIT*. Obtenido de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8199/JorgeAlonso_IsazaPulido_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Limas, D. (diciembre de 2019). *Universidad Santo Tomas*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21185/2020davidlimas.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de proyectos*. Buenos Aires: Pearson education.
- Luque, J. (2018). *USPM*. Obtenido de [https://www.usmp.edu.pe/vision2018/pdf/Viernes/GENERALES/302/Jose%20Luis%20Luque%20Medina%20\(17.30-19.00\)/JLMrev01.pdf](https://www.usmp.edu.pe/vision2018/pdf/Viernes/GENERALES/302/Jose%20Luis%20Luque%20Medina%20(17.30-19.00)/JLMrev01.pdf)
- Maia, L., & Otros. (2015). *ELSEVIER*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/bim-methodology-a-new-approach-case-study-of-structural-elements-creation.pdf>
- Marín, N., & Otros. (2021). Implementación de la metodología BIM en el Perú. *Revista Pakamuros*, 29-42.
- Miranda, J. (2005). *Gestión de obras*. Bogotá: Guadalupe Ltda.
- Mojica, A., & Valencia, D. (2012). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11135/MojicaArboledaAlfonso2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ogbamwen, J. (09 de septiembre de 2016). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73989/TFM%20JUNIOR%20OGBA%20MWEN.%20DEFINITIVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Oliveros, M., & Rincón, H. (junio de 2011). *visión gerencial*. Obtenido de visión gerencial: <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545890010.pdf>
- Ortega, A. (2016). *Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. España: secretaria general Técnica.
- Panduro, R. (2020). *Universidad Científica del Perú*. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1409/ROBERT%20PANDURO%20MOZOMBITE%20-%20TRABAJO%20DE%20INVESTIGACION.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Porras, D., & Diaz, J. (2015). *Universidad Católica de Colombia*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2951/4/LA%20PLANEACI%C3%93N%20Y%20EJECUCI%C3%93N%20DE%20LAS%20OBRAS%20DE%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DENTRO%20DE%20LAS%20BUENAS%20PR%C3%81CTICAS%20DE%20LA%20ADMIN.pdf>
- Porras, H., & Otros. (03 de junio de 2014). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>
- Prado, G. (octubre de 2018). *Pontificia Universidad Católica del Perú*. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13009/PRADO_LUJ%C3%81N_GUILLERMO_DETERMINACI%C3%93N_USOS_BIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramírez, J. (2018). *Universidad Distrital Francisco José Caldas*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/7820>
- Rubiano, D. (2021). *Universidad Piloto de Colombia*. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9964/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salgin, B., & Otros. (09 de noviembre de 2016). *Scielo*. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v31n3/art05.pdf>
- Structuralia. (28 de agosto de 2020). *Structuralia*. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/bim-colombia>
- Trejo, N. (2018). *Universidad de Chile*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del->

uso-de-la-metodolog%c3%ada-BIM-en-la-planificaci%c3%b3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Verdú, A., & Otros. (diciembre de 2015). *Coinvedi*. Obtenido de https://oa.upm.es/41822/1/INVE_MEM_2015_222620.pdf

Wallace, W. (2014). *Edinburgh*. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53185942/pr-bk-taster-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1635829165&Signature=IW87GOsIajSyb6UOd0CsLl4pgACe7FZbUV0S8IlwfLaYhZlkLfTAyrPnUwuH~YvW27vDmfS3XczCFCngMGVzcBsOwf-QcPbwgIe8wbWj5Dgm1~zQJOat9PCPFujWat6ObqByPCzHujPeLxP>

Wierzbicki, M. (octubre de 2011). *University of British Columbia*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ml_154_1308116528Aug.1_2011.pdf

Ybañez, J. (07 de Julio de 2018). *Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26425/Yba%c3%blez_MJB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zigurat Global Institute os Technology. (18 de octubre de 2018). *Zigurat*. Obtenido de <https://www.e-zigurat.com/blog/es/bim-en-reino-unido-exito-en-progreso/>

Zitia, A. (2017). BIM como metodología de diseño asistido por computadora en ingeniería civil. *Scientific Research*, 194-210.