



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS INMOBILIARIOS
DE CONJUNTOS HABITACIONALES EN EXTENSIÓN**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

CARLOS ALONSO CONTRERAS VARAS

PROFESORA GUÍA
DAVID CAMPUSANO BROWN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
RICARDO ROJAS PIZARRO
WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE
2024

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
POR: Carlos Alonso Contreras Varas
FECHA: 2024
PROF. GUÍA: David Campusano Brown**

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS INMOBILIARIOS DE CONJUNTOS HABITACIONALES EN EXTENSIÓN

Este trabajo de título se centra en explorar y analizar la implementación de la tecnología Building Information Modeling (BIM) en el contexto de proyectos inmobiliarios de conjuntos habitacionales en expansión desde la experiencia de alguien que trabajo como ingeniero jefe de proyectos en una empresa inmobiliaria con importante presencia en el mercado chileno.

A través de la creación de un condominio ficticio de 10 casas dividido en 8 etapas de planificación, se examinan los impactos de la adopción de BIM en la organización de una empresa inmobiliaria, con especial énfasis en la labor de los ingenieros encargados de la administración de proyectos y sus interacciones con otras áreas de la empresa.

Se destaca la transformación organizacional que supone la implementación de BIM, considerando un área nueva dedicada a la administración de BIM y facilitando su uso para el resto de las áreas de la empresa, evidenciando su influencia en la eficiencia operativa, la colaboración interdepartamental y para la toma de decisiones estratégicas.

Además, se abordan temas como la gestión de proyectos, la coordinación interdisciplinaria, la mejora continua y la contribución de BIM a prácticas más sostenibles en el desarrollo inmobiliario.

Este trabajo contribuye a la comprensión integral de los beneficios y desafíos asociados con la adopción de BIM en proyectos inmobiliarios, proporcionando información valiosa para profesionales y empresas del sector que buscan mejorar sus prácticas y posicionarse estratégicamente en un entorno en constante evolución.

DEDICATORIA

*A Carolina Varas Morales y Carlos Contreras Gajardo
Por su amorosa forma de ser padres y guías a lo largo de mi vida*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, mi hermana y a mi tía Gloria. Su apoyo constante a lo largo de mi carrera académica ha sido fundamental. Su aliento y comprensión han sido mi faro en momentos desafiantes, y su presencia ha significado el mundo para mí.

Agradezco sinceramente a mi profesor guía, David Campussano, por brindarme su confianza y compartir su valiosa experiencia a lo largo de este proceso. Su orientación ha sido esencial para mi desarrollo académico, y estoy agradecido por la oportunidad de aprender de alguien tan dedicado y experimentado en el campo.

Un agradecimiento especial a mi primo Benjamín, cuya compañía y apoyo fueron especialmente reconfortantes durante la última etapa de este arduo proceso. Su ánimo inquebrantable y disposición para estar a mi lado han hecho que estos momentos sean aún más significativos.

A todos ustedes, gracias por ser mi red de apoyo, por creer en mí y por compartir este logro tan importante en mi vida. Este trabajo de título no solo es mío, sino también de aquellos que han contribuido a mi crecimiento y éxito.

1 TABLA DE CONTENIDO

2	Introducción	1
2.1	Antecedentes.....	1
2.2	Objetivos.....	4
2.2.1	Objetivo general	4
2.2.2	Objetivos específicos	4
2.3	Estructura del informe.....	5
3	Organización de una empresa inmobiliaria	6
3.1	Labores de un administrador de proyecto.....	7
3.2	Coordinación Interdepartamental.....	7
4	Construcción y planificación del proyecto a implementar en BIM	7
4.1	Distribución de lotes y calles.....	8
4.2	Red de abastecimiento de agua potable.....	9
4.3	Red de colección de aguas servida.....	9
4.4	Planificación de etapas.....	10
4.4.1	Semana 1	10
4.4.2	Semana 2	10
4.4.3	Semana 3	10
4.4.4	Semana 4	10
4.4.5	Semana 5	10
4.4.6	Semana 6	11
4.4.7	Semana 7	11
4.4.8	Semana 8	11
5	Implementación del proyecto en BIM	11
5.1	Elección de Revit como plataforma de implementación.....	11
5.1.1	Modelado BIM Integrado	11
5.1.2	Coordinación Multidisciplinaria:.....	12
5.1.3	Automatización de Cambios:.....	12
5.1.4	Análisis Integrado:	12
5.1.5	Generación Automática de Documentación:	12
5.1.6	Seguimiento de Fases del Proyecto:.....	12
5.2	Dibujo del proyecto en Revit.....	12

5.3	Informaciones extraíbles desde el modelo en Revit.....	13
5.3.1	Planos de construcción planificada por etapas	13
5.3.2	Tablas de cubicación y materialidad.....	21
6	Implementación de BIM en la empresa.....	23
6.1	Creación del área de administración BIM.....	23
6.2	Organización de la empresa en torno al administrador BIM.....	24
6.2.1	Relación con los jefes de proyecto	24
6.2.2	Relación con área de presupuestos.....	24
6.3	Aprovechamiento de BIM en terreno.....	24
6.3.1	Uso de BIM por el jefe de proyecto en sus visitas a obra.....	25
6.3.2	Uso de BIM para el personal de obra	25
7	Comentarios y conclusiones.....	26
7.1	Conclusiones.....	27
8	Bibliografía.....	29
9	Anexo.....	30

Tabla de figuras

Figura 1: Esquema organizacional de una empresa inmobiliaria	6
Figura 2: Loteo terreno.....	8
Figura 3: Emplazamiento de redes de agua potable y aguas servidas.....	9
Figura 4: Modelo del proyecto inmobiliario en Revit.....	13
Figura 5: Plano de construcción planificada para etapa 1	14
Figura 6: Plano de construcción planificada para etapa 2.....	15
Figura 7: Plano de construcción planificada para etapa 3.....	16
Figura 8: Plano de construcción planificada para etapa 4.....	17
Figura 9: Plano de construcción planificada para etapa 5.....	18
Figura 10: Plano de construcción planificada para etapa 6.....	19
Figura 11: Plano de construcción planificada para etapa 7	20
Figura 12: Plano de construcción planificada para etapa 8.....	21
Figura 13: Tabla de cubicación de muros obtenida en Revit.....	22
Figura 14: Nuevo esquema de organización de la empresa inmobiliaria	23
Figura 15: Nuevo esquema de organización de la empresa inmobiliaria	25

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Antecedentes

En el transcurso de finales del 2022 y principios del 2023, tuve la oportunidad de desempeñarme como ingeniero de proyectos en la inmobiliaria Galilea Centro, esta empresa se dedica a la construcción de condominios tanto de viviendas unifamiliares como de edificios de no más de siete pisos de altura, su público objetivo es de clase media y propuesta de valor está en entregar una vivienda barata pero que satisfaga todas las necesidades de una familia de clase media. La ubicación de las obras que mantenían en construcción eran en las comunas de Curauma, Los Andes, Buin, Limache, Quilpué y Chicureo, en cada una de estas comunas se desarrollaban múltiples proyectos, en mi caso particular yo estaba encargado de los proyectos de Los Andes y uno en Curauma, en Los Andes veía la construcción de dos proyectos de viviendas y uno de edificios, mientras que en Curauma veía uno de edificios, cada proyecto de viviendas consideraba poco más de 100 unidades habitacionales, mientras que los edificios consideraban cada uno 6 edificios de 28 departamentos cada uno, dando un total de 168 viviendas para cada proyecto de edificios.

Mi cargo tenía como responsabilidad garantizar la correcta realización de los proyectos que se me entregaban, esto significaba recibir un terreno y la orden de si debía ser de edificios o de casas, con esto recurrir a diferentes profesionales para establecer la disposición de las unidades habitacionales, redes de agua potable y servida, redes de abastecimiento eléctrico, canalización de aguas lluvias, redes de telecomunicaciones, pavimentación, áreas verdes, accesos y todo lo relacionado al conjunto habitacional. Además, tramitar permisos municipales para cada una de estas tareas, reunirme con los inspectores para la aprobación de cada entrega, establecer una buena comunicación entre los profesionales que trabajaban en obra y la oficina central, la cual se encarga de aprobar presupuestos, compras, y abastecimiento, para esto me debía mantener muy organizado en las diferentes solicitudes que se hacían desde obra y saber diferenciar cuales eran prioritarias. Mi cargo se caracterizaba por la modalidad híbrida entre trabajo de oficina y visitas a obra para solucionar inconvenientes y corroborar la correcta realización de las tareas tanto en forma como en plazos.

Una de las primeras cosas que aprendí de mi cargo fue que en la mayoría de ocasiones no se cumplía con la planificación inicial de las tareas a realizar en cada proyecto, lo que era normal entre los 7 ingenieros de proyectos que conformábamos el área, esto se daba porque la empresa no trabaja con sus propios especialistas, los subcontrata, y en su política de entregar la mejor vivienda posible al menor costo posible, sucedía que a estos subcontratados los ahogaban en tareas, por tanto, se atrasaban en sus entregas,

sucedía que por algún imprevisto en obra se debía pedir un cambio a un especialista, este demoraba su tiempo en entregar su ajuste y cuando lo entregaba este ajuste se debía revisar para verificar que no interfiriera con las demás ingenierías planificadas, si existía interferencia se debía recurrir nuevamente a otro especialista y así hasta que ya no existieran inconvenientes. Debido a esto mismo es que sucedía que contábamos con numerosos planos para cada subproyecto de la obra, lo cual en ocasiones podía generar confusión entre la diferentes áreas de la empresa, ya que por la enorme cantidad de subproyectos y que en cada uno se dieran tantas actualizaciones, si no se tenía una perfecta comunicación entre todos, alguien quedaba desactualizado sobre que se estaba ejecutando en obra, por nombrar algún inconveniente, muchas veces sucedía que desde obra no podían compra los materiales necesarios para construir debido a que el área de presupuestos contaba con algún plano desactualizado de lo que se iba a ejecutar, generando atrasos y discusiones entre áreas.

Cuando me estaba planteando sobre qué hacer para mi trabajo de título, surgió la idea de facilitar la labor del cargo de ingeniero de proyectos tal como era en Galilea Centro, entonces surge la idea de aplicar la tecnología Building Information Modeling (BIM) para solucionar el problema de comunicación entre áreas y mantener un modelo que contenga información de todas las diferentes ingenierías que se emplazan en un proyecto habitacional, además de poder aprovechar las diferentes ventajas que permite BIM en comparación a AutoCAD, que es la forma en la que se manejan los planos actualmente en Galilea. A modo personal, el ir a obra dos veces por semana, estar actualizando planos, informar y explicar los cambios de cada subproyecto, ir a aprobar los cambios a la municipalidad o al organismo que correspondiera y todo con la presión de constantemente estar contra el tiempo, el encontrar en BIM una posibilidad de mejorar la forma de trabajo para mantener una mejor organización y mantener un acceso a la información de cada subproyecto más expedita para cada área de la empresa que lo requiera, hizo que estudiar la aplicación de esta tecnología en la administración de la construcción de condominios se hiciera necesaria.

En una rápida revisión de lo que se puede hacer con la tecnología BIM orientado al campo de la construcción a diferencia de AutoCAD Estos datos no solo abarcan aspectos geométricos, sino que proporcionan información detallada sobre los elementos del proyecto, facilitando una gestión más precisa y eficiente a lo largo del ciclo de vida del proyecto, algunas categorías clave de información son:

Geometría y Visualización

- Geometría 3D: Proporciona una representación tridimensional detallada de la estructura del proyecto.
- Vistas y Perspectivas: Facilita la visualización desde diversos ángulos y niveles de detalle.

Datos Geospaciales

- Ubicación del Proyecto: Información sobre la ubicación geográfica, contextualizando el proyecto en su entorno.

Propiedades de los Elementos

- Datos de Materiales: Descripciones detalladas de los materiales utilizados.
- Propiedades Físicas: Información sobre dimensiones, peso, volumen, etc.
- Datos de Fabricación: Especificaciones sobre la fabricación de componentes.
- Información de Sistemas: Detalles sobre sistemas MEP (Mecánicos, Eléctricos y Fontanería).

Relaciones y Dependencias

- Interconexiones: Visualiza cómo los elementos interactúan y dependen mutuamente.

Fases del Proyecto

- Fases de Construcción: Permite un seguimiento detallado del desarrollo del proyecto a lo largo del tiempo.

Programación y Secuenciación

- Diagramas de Gantt: Representación visual de la programación y secuencia de tareas.

Análisis y Simulación

- Análisis Energético: Evalúa el rendimiento energético del edificio.
- Simulaciones de Flujo: Analiza la circulación de personas y recursos.

Documentación y Anotaciones

- Planos y Secciones: Genera automáticamente planos y secciones.
- Notas y Comentarios: Facilita la adición de información adicional o instrucciones.

Gestión de Cambios

- Historial de Revisiones: Registra cambios para un seguimiento completo del proyecto.

Colaboración

- Plataforma en la Nube: Facilita la colaboración entre partes interesadas, independientemente de la ubicación.

Costos y Estimaciones

- Cantidades y Estimaciones: Calcula automáticamente cantidades y proporciona estimaciones de costos.

Cumplimiento Normativo

- Datos de Cumplimiento: Verifica la conformidad con normativas y regulaciones específicas.

Son múltiples y muy interesantes los usos que se le puede dar a BIM en la construcción, pero para el propósito de facilitar la tarea de un ingeniero de proyectos que debe visitar y garantizar la correcta construcción de la obra, interesan en particular las funciones que pueden ayudarlo en su labor, como son la representación del proyecto en un modelo 3D, que permita tener diferentes vistas en diferentes cortes y niveles del proyecto, la presentación del proyecto por etapas, que permita ver un avance en el tiempo, de manera de poder tener una comparación entre el avance esperado y el avance real, y por último y mediante la división por etapas, poder tener acceso a tablas de cubicación de manera de saber cuánto material se ha utilizado y cuanto más se debiese disponer según el momento en que se revise.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general

Introducir la metodología BIM en proyectos de conjuntos de viviendas en extensión.

2.2.2 Objetivos específicos

- i. Crear un proyecto inmobiliario basado en la experiencia adquirida en labores realizadas como jefe de proyectos en una empresa inmobiliaria de proyectos de viviendas repetidas.
- ii. Llevar un proyecto inmobiliario a una plataforma BIM para sacar provecho en una eventual construcción de este.
- iii. Implementar un esquema organizacional en una empresa inmobiliaria que se adapte al uso de la tecnología BIM

2.3 Estructura del informe

La estructura del informe la cual permitió cumplir con los objetivos se describe a continuación.

- Capítulo 3

En este capítulo se caracteriza la organización de una empresa inmobiliaria según la experiencia propia de quien desarrolla este trabajo, sin entrar en grandes detalles se explican las áreas más importantes de este tipo de empresa enfatizando en el área que está a cargo de la administración de la construcción de obras. Se explica que implica la administración de obras, y cuáles son las tareas particulares del ingeniero a cargo y como se relaciona con las otras áreas de la empresa.

- Capítulo 4

Esta parte del informe se avoca a diseñar y planificar la construcción de un proyecto habitacional en el cual poder aplicar la tecnología BIM, entonces se crea un proyecto habitacional simple, que cuente con un acotado número de viviendas, de manera de no entrar en muchos detalles que puedan entorpecer el fin de este trabajo. Aun así, se debe considerar un proyecto que implique una construcción por etapas, con diferentes tareas asignadas a cada una de estas, esto para asemejar lo más posible a lo que es la realidad de la construcción de un proyecto de estas características. De la mano con lo anterior, se deben organizar estas etapas, establecer que tareas se deben ejecutar en cada una para la realización del proyecto, cada etapa se asociará a un periodo de tiempo funcionando, así como una carta Gantt. Teniendo ya la forma y planificación del proyecto se debe llevar a una plataforma que utilice la tecnología BIM como podrían ser Revit o Archicad.

- Capítulo 5

En este capítulo se selecciona una plataforma para implementar el modelo en tecnología BIM explicando las razones que ponen a esta plataforma como la mejor opción. Se muestra cómo queda el modelo cargado en el programa, para finalmente mostrar que información se puede sacar desde este que sea de provecho en la administración de la construcción de condominios.

- Capítulo 6

Teniendo el modelo cargado en una plataforma que permite extraer información de interés para la administración de la construcción de condominios, en este capítulo se explica cual debiese ser la nueva administración de una empresa inmobiliaria para sacar mayor provecho de las posibilidades que permite la tecnología BIM. Se propone la creación de un nuevo cargo en la organización de la empresa.

- Capítulo 7

En este capítulo se hacen comentarios respecto a la información que se ha expuesto en el informe, hablando desde la mirada propia de un ingeniero que ha trabajado en una empresa inmobiliaria como jefe de proyectos. Se habla sobre las posibilidades que entrega la tecnología BIM en la administración de construcción de condominios, y como su utilización puede beneficiar a las diferentes áreas de la empresa.

3 ORGANIZACIÓN DE UNA EMPRESA INMOBILIARIA

Una empresa constructora puede contar con varias áreas en las que divide sus labores para su correcto funcionamiento, estas pueden ser: área de presupuestos, área de proyectos, departamento legal, abastecimiento, finanzas, área comercial, etc. Para este trabajo se simplificará el funcionamiento de una empresa constructora, poniendo el centro en el área de proyectos y especialmente en los encargados de cada proyecto.

A continuación, en la *figura 1* se muestra un diagrama organizacional típico de una empresa de construcción inmobiliaria.



Figura 1: Esquema organizacional de una empresa inmobiliaria

3.1 Labores de un administrador de proyecto

El profesional a cargo de la administración de la construcción del proyecto habitacional será entendido en este trabajo como el jefe de proyecto, y su tarea es la de posibilitar la construcción del mismo, esto mediante planificación de tareas y etapas constructivas, solucionar problemas que se presenten en obra, fiscalizar que se cumplan los plazos de entrega, hablar con el área de presupuestos para justificar gastos, conversar con los diferentes profesionales involucrados en la obra como pueden ser, arquitectos, ingenieros eléctricos, ingenieros estructurales, empresas encargadas de servicios básicos como abastecimiento de agua potable, colección de aguas servidas, abastecimiento eléctrico, tramitar permisos municipales, entre muchas otras que pueden surgir según la realidad de cada proyecto.

3.2 Coordinación Interdepartamental

La coordinación interdepartamental se revela como un elemento vital en el tejido organizacional de una empresa inmobiliaria, donde la integración efectiva entre diversos departamentos juega un papel crucial en el éxito global de los proyectos. Los ingenieros, encargados de la administración de proyectos, desempeñan un rol central en esta dinámica, colaborando estrechamente con áreas como arquitectura, ventas y marketing. La comunicación fluida entre estos departamentos es esencial para alinear estrategias comerciales con los objetivos del desarrollo del proyecto, garantizando así que los aspectos técnicos del desarrollo inmobiliario se integren de manera coherente con las metas comerciales de la empresa. La habilidad de los ingenieros para traducir requisitos técnicos en un lenguaje comprensible para otros departamentos facilita una comprensión compartida y fomenta un enfoque holístico en la gestión de proyectos. Esta colaboración interdepartamental no solo optimiza los procesos internos, sino que también impulsa la eficiencia global y mejora la capacidad de la empresa para adaptarse de manera ágil a los desafíos cambiantes del mercado inmobiliario.

4 CONSTRUCCIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO A IMPLEMENTAR EN BIM

En este capítulo, se anuncia la distribución urbana del proyecto que se utilizara para el desarrollo del informe.

Se trabajará un condominio compuesto por 10 viviendas idénticas. Estas unidades residenciales estarán interconectadas por tres calles, buscando una distribución eficiente y accesible. El diseño contempla un sistema integral de abastecimiento de

agua potable y recolección de aguas servidas para cada una de las viviendas. Cabe destacar que este proyecto se propone como un modelo de construcción simple, enfocado en facilitar su ejecución, y así poner énfasis en que funcione como caso de estudio para la implementación de tecnología BIM (Building Information Modeling). La adopción de esta plataforma tecnológica permitirá evaluar de manera detallada y eficiente los beneficios y optimizaciones que pueden derivarse de la integración de la metodología BIM en proyectos habitacionales de esta índole.

A continuación, se detallan las partes que conforman el condominio.

4.1 Distribución de lotes y calles

El condominio se emplazará en una superficie de aproximadamente 6000 m², considerando 10 lotes de 200 m² y tres calles de 8 metros de ancho considerando veredas, estas mismas consideran una pendiente de 1% para asegurar que escurra el agua por las cunetas cuando llueva.

En la *figura 2* se muestra el emplazamiento proyectado en AutoCAD.

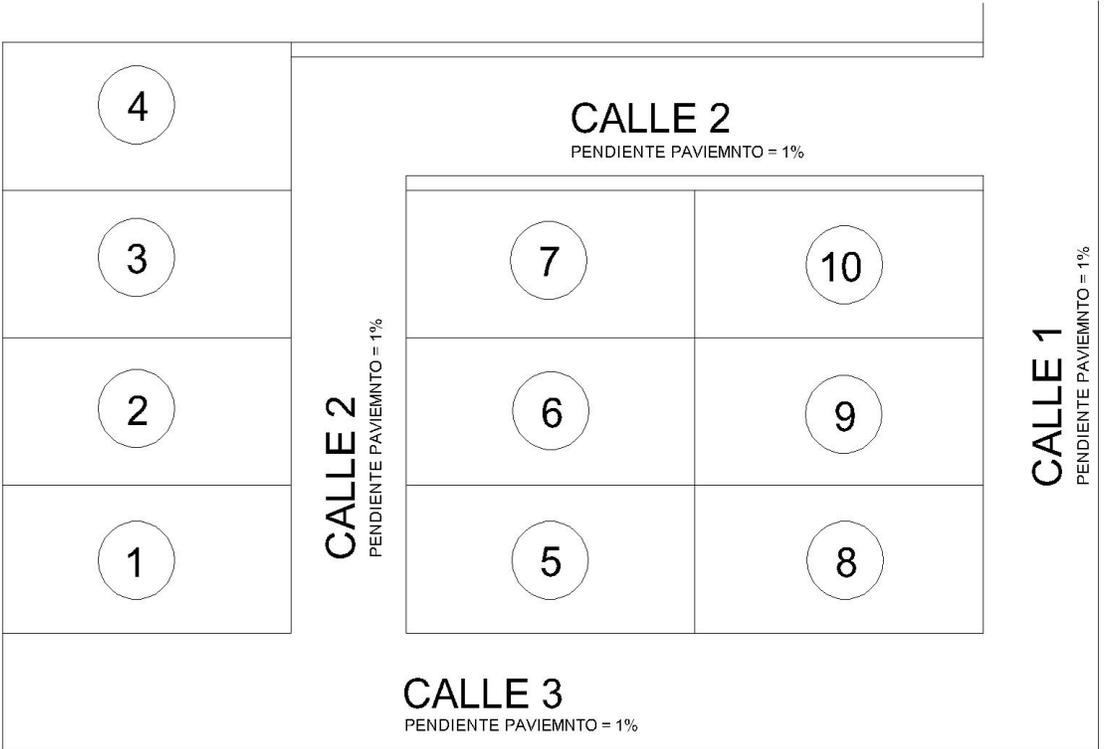


Figura 2: Loteo terreno

4.2 Red de abastecimiento de agua potable

Esta red considera tuberías de PVC de 110 mm de diámetro, estas van instaladas a 1,1 metros de profundidad siempre bajo vereda con una pendiente de 1 % que se adapta a la que ya esta determinada por la vereda.

4.3 Red de colección de aguas servida

Esta red consideras tuberías de PVC de 200 mm de diámetro, van instaladas a una profundidad de 2 metros respecto a la cota de vereda, siempre se instala abajo calle con la misma pendiente de 1 % que lleva esta. Las unidades domiciliarias van conectadas al colector publico mediante tuberías de PVC de 110 mm.

En la *figura 3* se muestra la disposición de las redes de agua potable y aguas servidas en el emplazamiento proyectado en la *figura 2*.

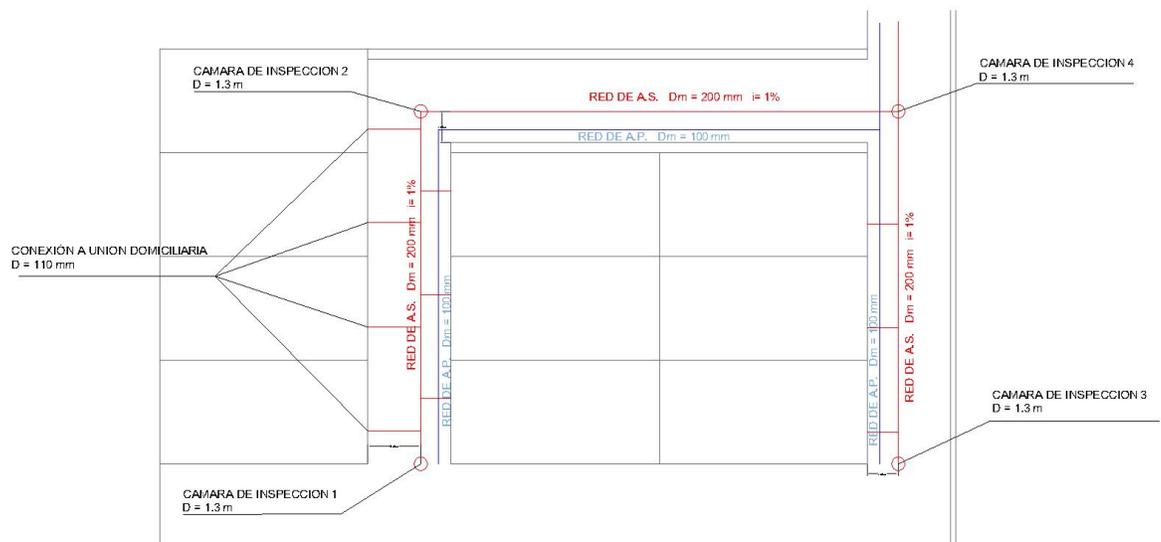


Figura 3: Emplazamiento de redes de agua potable y aguas servidas

4.4 Planificación de etapas

Para la planificación de las etapas de construcción, se optó por dividir las tareas en semanas. Se simplificó la programación al considerar que cada tarea se llevaría a cabo en un periodo de una semana. Se prestó especial atención para garantizar que cada tarea no se ejecutara sin que las actividades necesarias para su realización se hubieran completado previamente. Por ejemplo, la pavimentación de una calle no se llevaría a cabo sin haber instalado previamente los colectores de agua servida bajo esta. En consecuencia, la planificación de las semanas de trabajo se estructuró de la siguiente manera:

4.4.1 Semana 1

- Preparación de terreno

4.4.2 Semana 2

- Excavación lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Excavación lotes 5 – 6 – 7
- Excavación lotes 8 – 9 – 10

4.4.3 Semana 3

- Fundaciones lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Excavación calle 2 (1/2)
- Excavación calle 2 (2/2)

4.4.4 Semana 4

- Muros lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Red de aguas servidas calle 2 (1/2)
- Red de agua potable calle 2 (1/2)
- Fundaciones lotes 5 – 6 – 7

4.4.5 Semana 5

- Techos lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Pavimentación calle 2 (1/2)
- Red de aguas servidas calle 2 (2/2)
- Red de agua potable calle 2 (2/2)
- Fundaciones lotes 8 – 9 – 10
- Muros lotes 5 – 6 – 7

- Excavación calle 1

4.4.6 Semana 6

- Pavimentación calle 2 (2/2)
- Techos lotes 5 – 6 – 7
- excavación calle 3
- Muros lotes 8 – 9 – 10
- Red de aguas servida calle 1
- Red de agua potable calle 1

4.4.7 Semana 7

- Pavimentación calle 1
- Techos lotes 8 – 9 – 10

4.4.8 Semana 8

- Construcción plaza
- Instalación áreas verdes
- Pavimentación calle 3

5 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO EN BIM

En este capítulo se describe cual fue el proceso para llevar el proyecto desde los planos trabajados en AutoCAD a una plataforma que se base en tecnología BIM.

5.1 Elección de Revit como plataforma de implementación

Revit es una herramienta de diseño y modelamiento 3D desarrollada por Autodesk, las principales razones para que sea la plataforma elegida son:

5.1.1 Modelado BIM Integrado

Revit está diseñado específicamente para la metodología BIM (Building Information Modeling), lo que significa que integra información sobre el edificio en un modelo 3D completo. Esto facilita la gestión de datos y la colaboración entre diferentes disciplinas.

5.1.2 Coordinación Multidisciplinaria:

Permite a arquitectos, ingenieros estructurales, ingenieros MEP (Mecánicos, Eléctricos y Fontanería) y otros profesionales trabajar en un modelo centralizado, mejorando la coordinación y reduciendo los errores.

5.1.3 Automatización de Cambios:

Los cambios realizados en un aspecto del modelo se reflejan automáticamente en todas las vistas, planos y detalles relacionados, lo que reduce los errores y ahorra tiempo.

5.1.4 Análisis Integrado:

Facilita análisis como el rendimiento energético, la simulación de iluminación y la detección de interferencias directamente desde el modelo BIM.

5.1.5 Generación Automática de Documentación:

Genera automáticamente planos y documentos a partir del modelo, lo que mejora la eficiencia en la creación de documentos de construcción.

5.1.6 Seguimiento de Fases del Proyecto:

Permite visualizar y gestionar el proyecto a lo largo de diferentes fases, desde el diseño conceptual hasta la construcción y la operación.

5.2 Dibujo del proyecto en Revit

Para la implementación de este proyecto en Revit se acude con un profesional que maneja la plataforma de manera que puede especificar la materialidad de cada parte del proyecto, trabajar en diferentes cotas las ingenierías como agua potable, aguas servidas, pavimentación y dividir el proyecto en las diferentes 8 etapas ya especificadas en el *capítulo 3.4*.

A continuación, en la *figura 4* se presenta una captura de pantalla obtenida desde el programa Revit de como quedo el modelo terminado en su etapa 8.

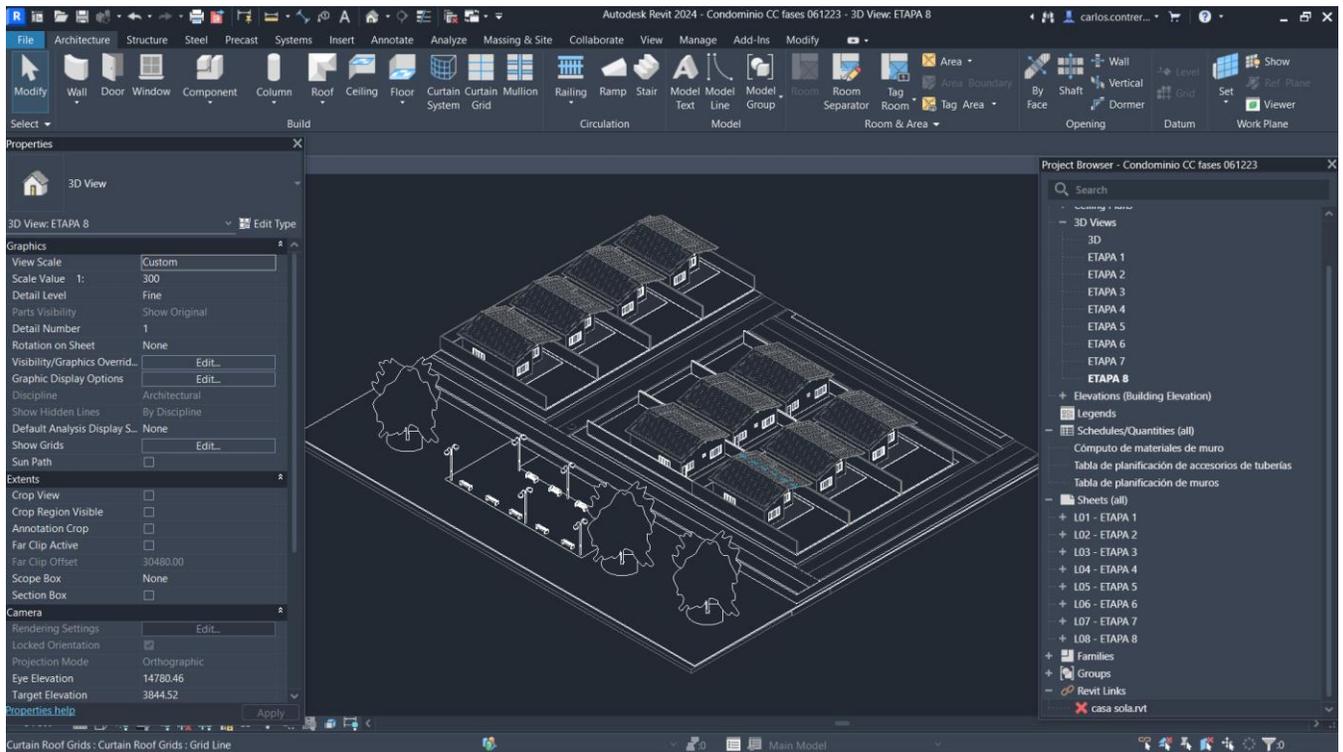


Figura 4: Modelo del proyecto inmobiliario en Revit

5.3 Informaciones extraíbles desde el modelo en Revit

En este apartado del informe se presenta la información que se puede sacar desde Revit con el fin de ser de ayuda en la administración de la construcción de la construcción del mismo proyecto.

5.3.1 Planos de construcción planificada por etapas

Debido a la ayuda que significa para la administración de la construcción, el tener acceso a planos que muestren avances esperados según cuanto tiempo de construcción haya transcurrido, es uno de los puntos más fuertes de poder tener un proyecto cargado en una plataforma BIM, ya que para el ingeniero a cargo del proyecto es de mucha ayuda en cuanto a la información que pueda darse a otros profesionales que estén involucrados en el proyecto; profesionales de otras áreas de la empresa que sin haber participado de la planificación del mismo, podrían tener acceso a estos planos por etapas y así saber en qué estado se encuentra la construcción.

Desde Revit se logran extraer los siguientes planos correspondientes a la construcción esperada para cada etapa del proyecto.

Semana 1 (Etapa 1):

- Preparación de terreno

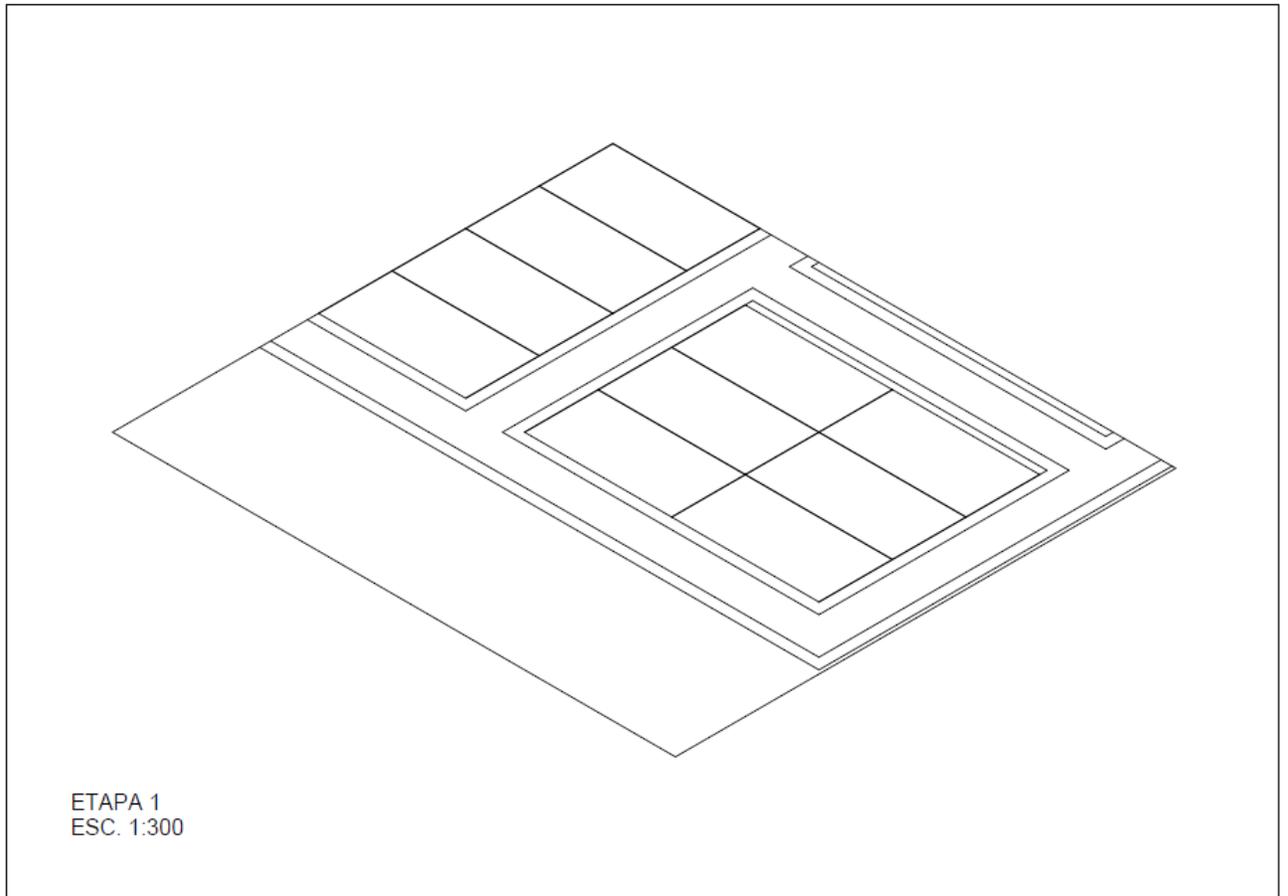


Figura 5: Plano de construcción planificada para etapa 1

Semana 2 (Etapa 2)

- Excavación lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Excavación lotes 5 – 6 – 7
- Excavación lotes 8 – 9 – 10

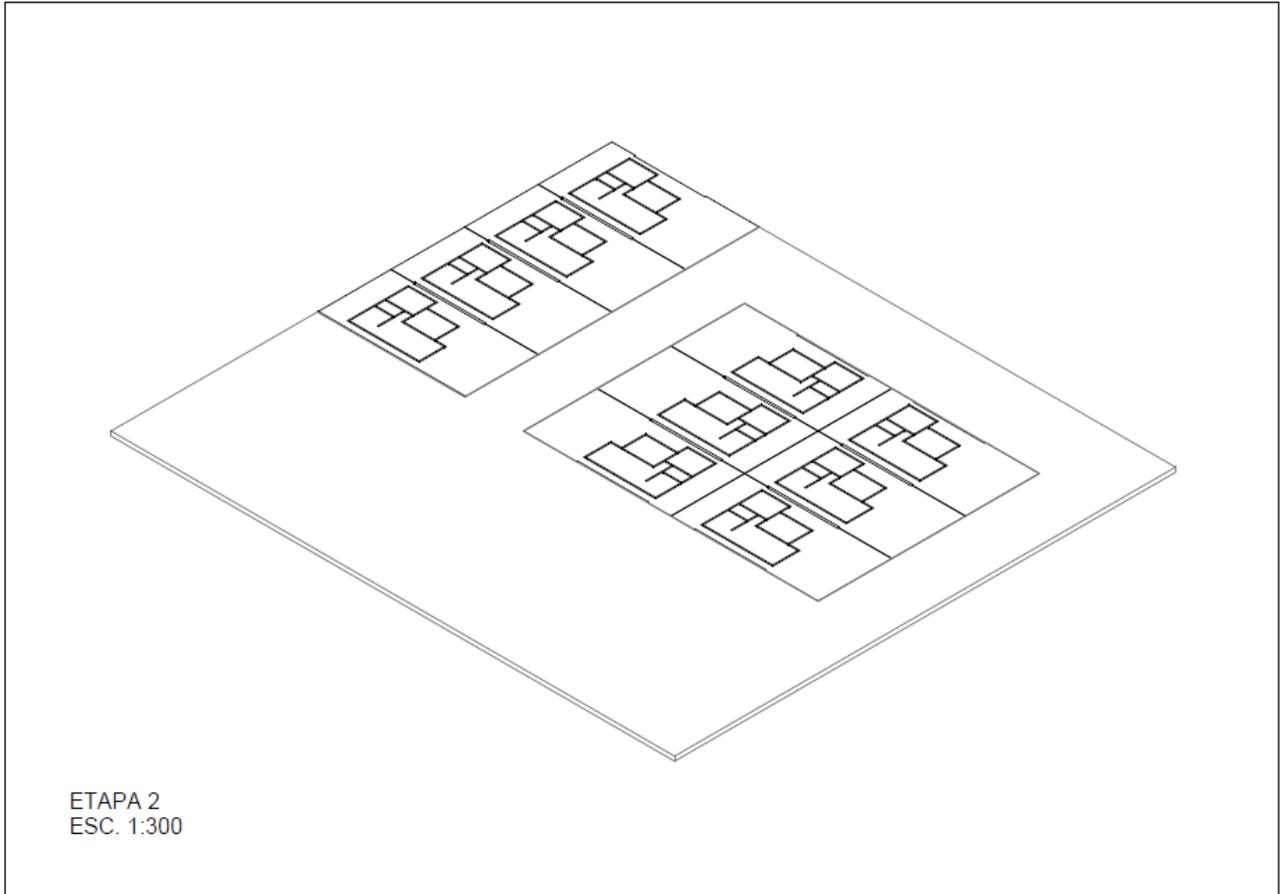


Figura 6: Plano de construcción planificada para etapa 2

Semana 3 (Etapa 3)

- Fundaciones lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Excavación calle 2 (1/2)
- Excavación calle 2 (2/2)

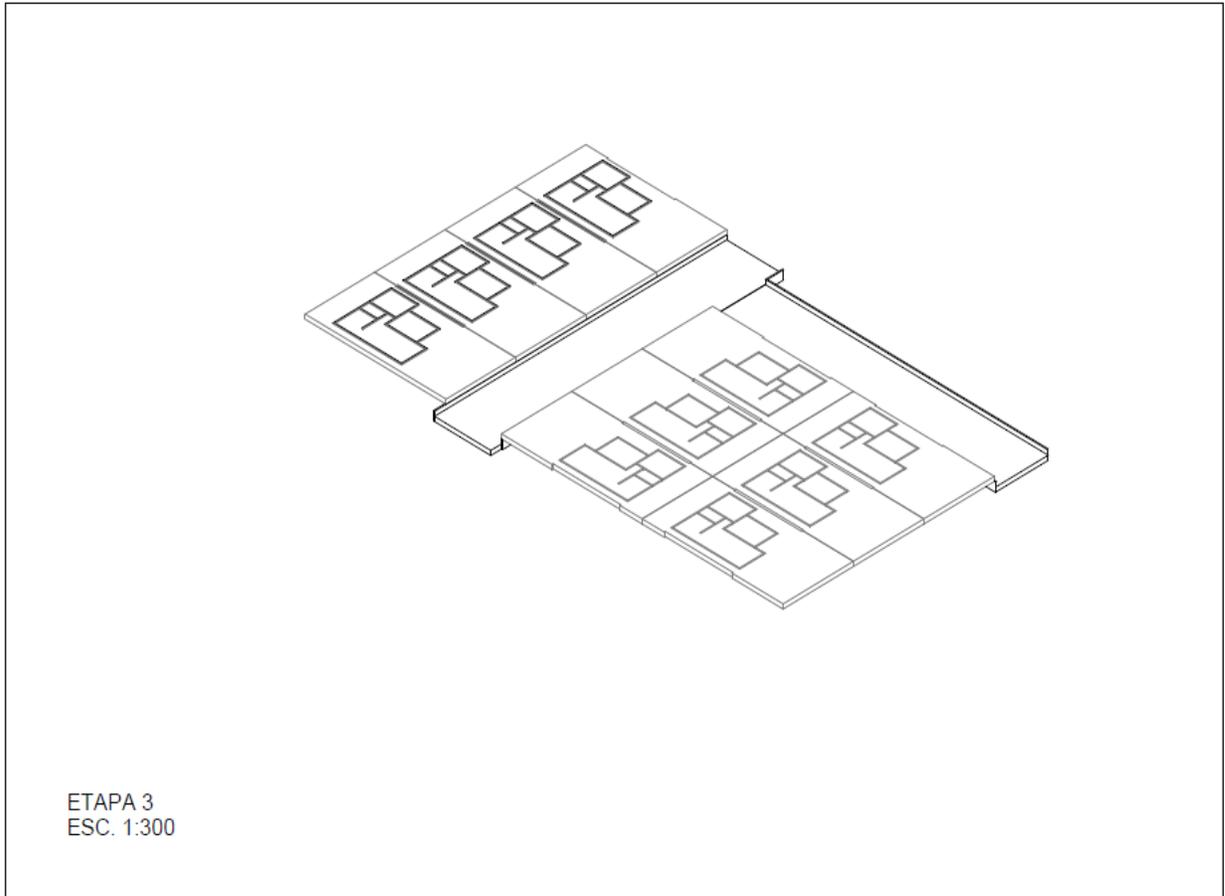


Figura 7: Plano de construcción planificada para etapa 3

Semana 4 (Etapa 4)

- Muros lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Red de aguas servidas calle 2 (1/2)
- Red de agua potable calle 2 (1/2)
- Fundaciones lotes 5 – 6 – 7

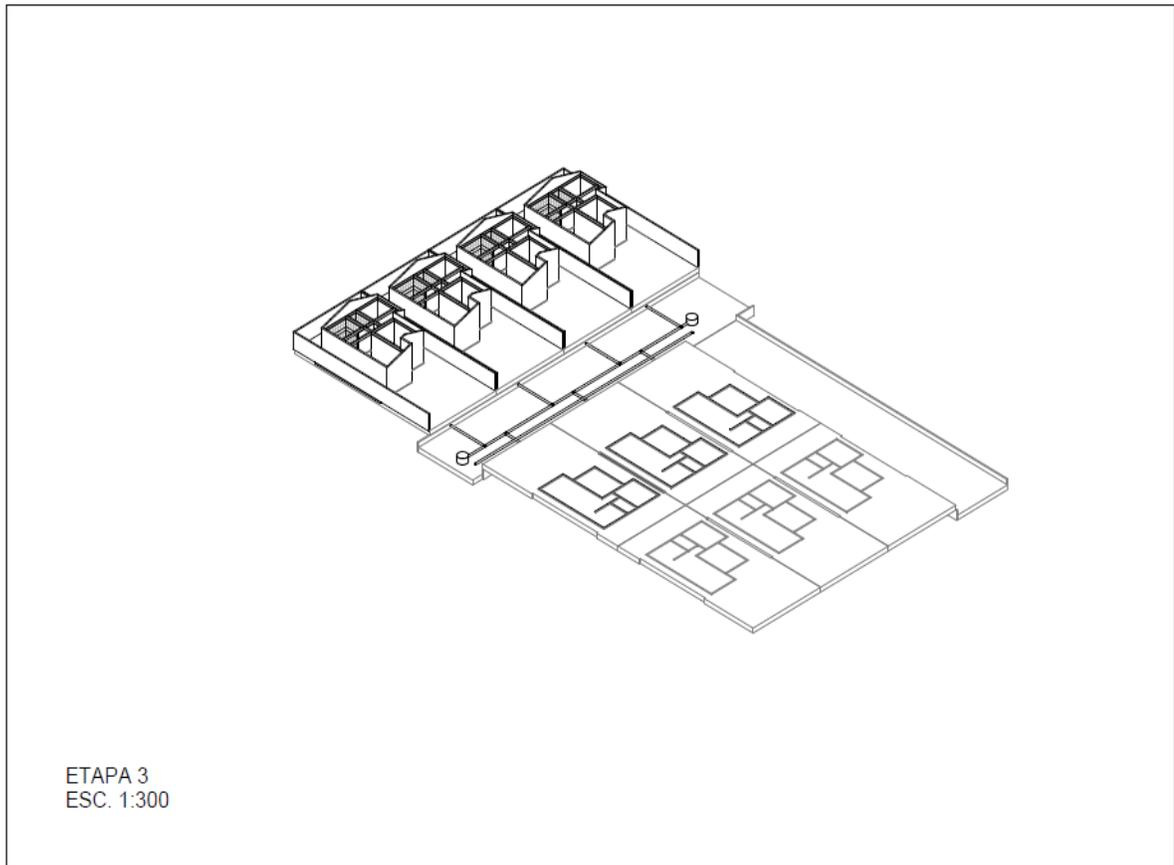


Figura 8: Plano de construcción planificada para etapa 4

Semana 5 (Etapa 5)

- Techos lotes 1 – 2 – 3 – 4
- Pavimentación calle 2 (1/2)
- Red de aguas servidas calle 2 (2/2)
- Red de agua potable calle 2 (2/2)
- Fundaciones lotes 8 – 9 – 10
- Muros lotes 5 – 6 – 7
- Excavación calle 1

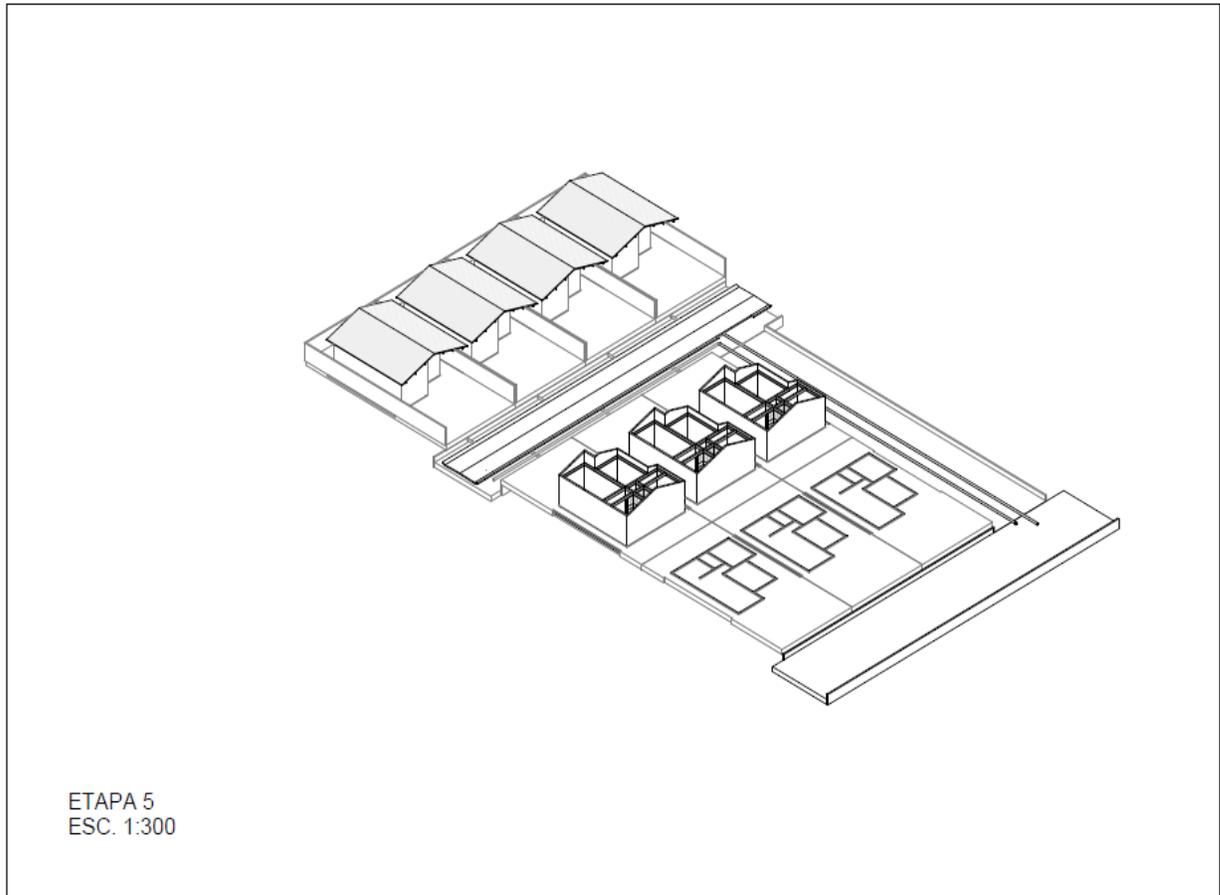


Figura 9: Plano de construcción planificada para etapa 5

Semana 6 (Etapa 6)

- Pavimentación calle 2 (2/2)
- Techos lotes 5 – 6 – 7
- excavación calle 3
- Muros lotes 8 – 9 – 10
- Red de aguas servida calle 1
- Red de agua potable calle 1

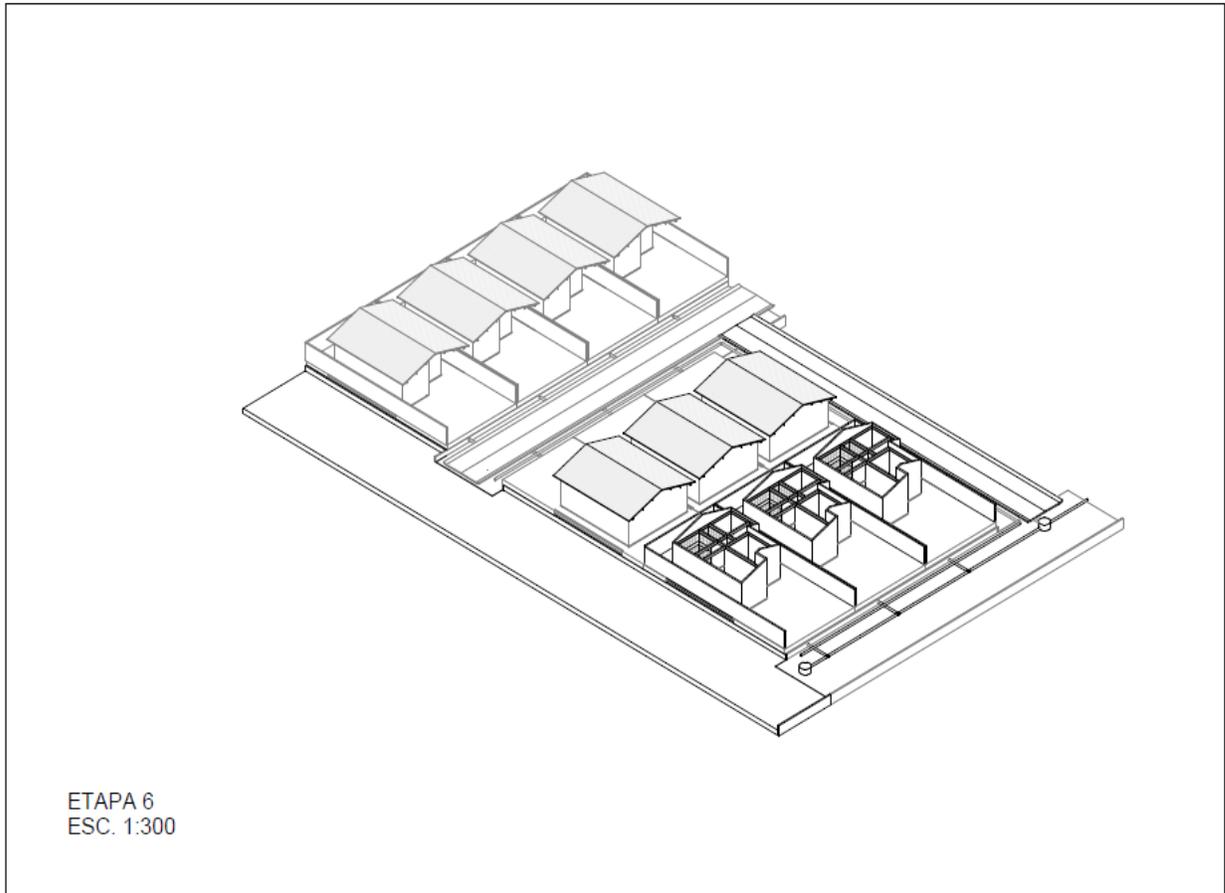


Figura 10: Plano de construcción planificada para etapa 6

Semana 7 (Etapa 7)

- Pavimentación calle 1
- Techos lotes 8 – 9 – 10

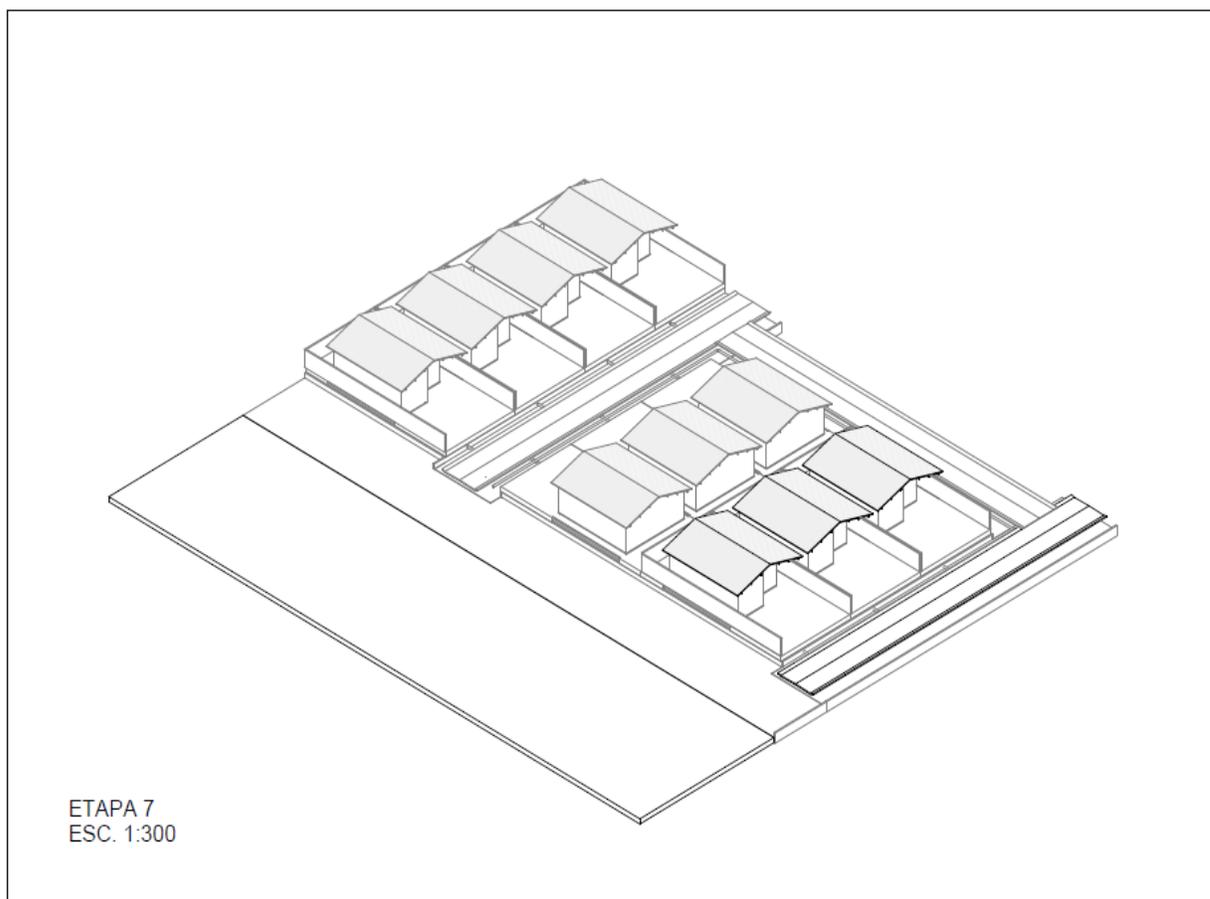


Figura 11: Plano de construcción planificada para etapa 7

Semana 8 (Etapa 8)

- Construcción plaza
- Instalación áreas verdes
- Pavimentación calle 3

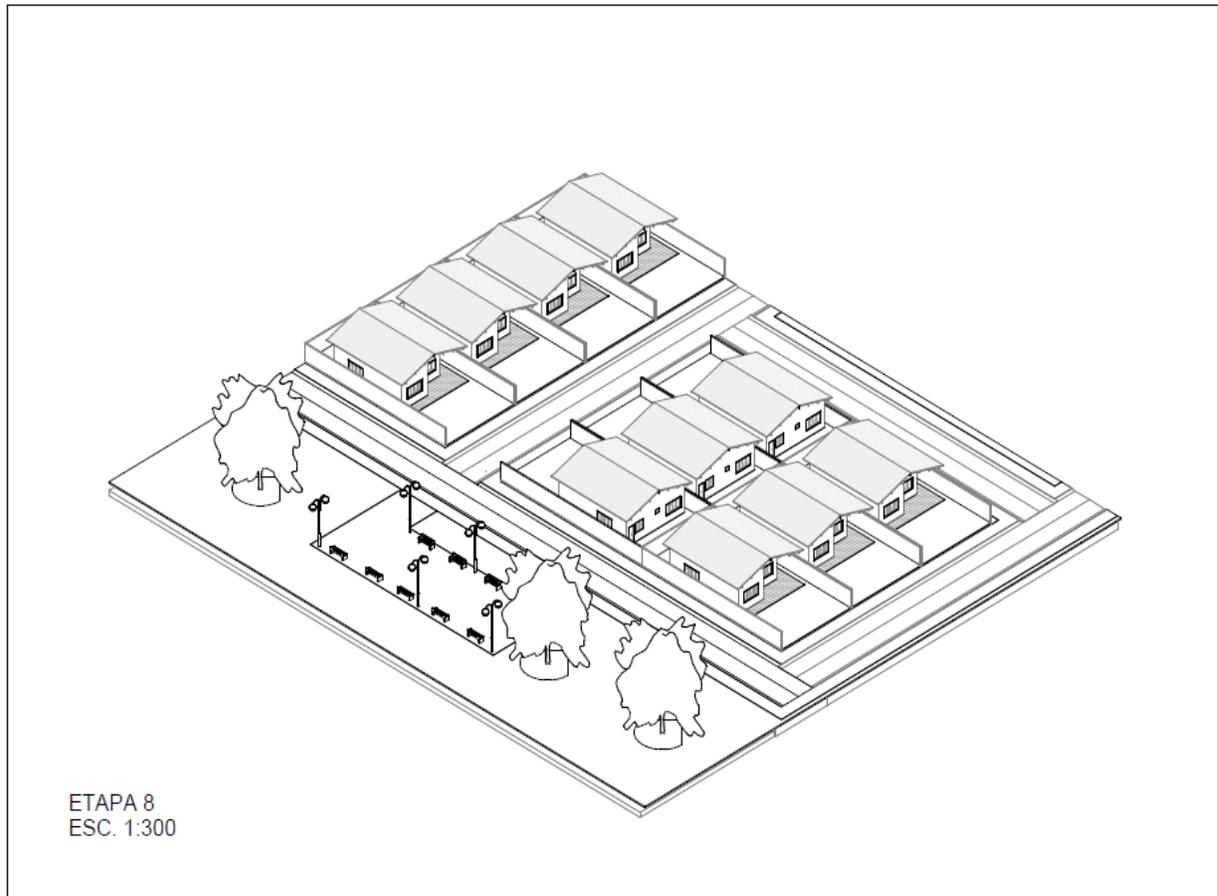


Figura 12: Plano de construcción planificada para etapa 8

5.3.2 Tablas de cubicación y materialidad

Otro ítem que hace de la implementación de un proyecto en BIM especialmente interesante es la posibilidad de que mediante el modelo el usuario pueda saber de qué material están compuestas las diferentes partes que componen el proyecto, tener información de peso, dimensión, volumen y cálculo de cantidades totales.

Desde el Revit con el proyecto cargado se pueden generar tablas de cubicación para los diferentes ítems que lo componen, es en este punto en específico en el que haber sido minucioso con el cargar información se hace fundamental ya que la información que nos genera el programa es una recopilación de toda la que previamente se le cargó. Por ejemplo, si buscamos generar una tabla de cubicación de “muros”, el programa recopila toda la información que hayamos cargado de ítems subidos como

“muros”, entonces si por ejemplo en el apartado de muros se cargó al programa una reja, este la asumirá como un muro.

A continuación, se muestra una tabla para muros generada en Revit,

L01 - ETAPA 1 ETAPA 8 3D Cómputo de materiales de muro Tabla de planificación de muros X							
<Tabla de planificación de muros>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Descripción	Familia y tipo	Familia	Fase de creación	Longitud	Modelo	Tipo	Área
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	365		15cm - Pintura + Pintura	9 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	145		15cm - Pintura + Pintura	2 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	325		15cm - Pintura + Pintura	7 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	435		15cm - Pintura + Pintura	13 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	325		15cm - Pintura + Pintura Interna	8 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	380		15cm - Pintura + Pintura	11 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	315		15cm - Pintura + Pintura	7 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	960		15cm - Pintura + Pintura	26 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	265		15cm - Pintura Interna + Cerámica + P	8 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	265		15cm - Pastilha + Cerámica	8 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	88		15cm - Pintura Interna + Cerámica + P	2 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	135		15cm - Pintura + Pintura	4 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	435		15cm - Pintura + Pintura Interna	13 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	130		15cm - Pintura + Pintura Interna	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	500		15cm - Pintura Externa + Cerámica + P	12 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	115		15cm - Pintura + Pintura Interna	2 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	145		15cm - Pintura Interna + Cerámica + P	2 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	815		15cm - Baldrame	2 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	380		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	460		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	435		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	325		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	580		15cm - Baldrame	2 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	365		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	960		15cm - Baldrame	3 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	265		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	363		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 3	380		15cm - Baldrame	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	355		15cm - Pintura Cintamento	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	960		15cm - Pintura Cintamento	3 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	815		15cm - Pintura Cintamento	2 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	380		15cm - Pintura Cintamento	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	135		15cm - Pintura Cintamento	0 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	435		15cm - Pintura Cintamento	1 m²
Pared de alvenaria e=9cm. Revestimiento externo de 2.5 + cerámica e interno de 1.5cm + cerámica.	Basic Wall: 15cm -	Basic Wall	Etapa 4	325		15cm - Pintura Cintamento	1 m²

Figura 13: Tabla de cubicación de muros obtenida en Revit

La figura 5 solo muestra la tabla de cubicación para uno de los tantos ítems que componen el proyecto, esta misma se puede replicar para los demás como pueden ser, pavimentación, techos, suelos, ventanas, puertas, fierros, hormigón, etc.

Como se aprecia en tabla 5, una de las columnas de información que esta entrega es la de la fase de creación de los objetos en ella enumerados. Esta información resulta sumamente útil considerando que a partir de ella se pueden realizar cubicaciones por fase de creación, esto permitirá llevar un cálculo de cuanto se lleva gastado en materiales hasta la fecha de la etapa y cuanto quedaría por gastar según el presupuesto inicial considerado para el total del proyecto.

Finalmente cabe mencionar que toda esta información obtenida en forma de tablas de cubicación es fácilmente exportable a plataformas de manejo más simplificado, considerando su transversalidad, como puede ser Excel. Sin embargo, el traspaso de esta información a otras áreas si debe dejarse a cargo de una persona con manejo en la plataforma.

6 IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LA EMPRESA

En los capítulos anteriores se ha visto como la implementación de BIM en un proyecto puede suponer varias mejoras en procesos de administración, planificación y cubicación, sin embargo, toda esta información debe ser manejada de forma que cada área de la empresa este involucrada para no perder el carácter multidisciplinario que supone tener un proyecto cargado en BIM.

6.1 Creación del área de administración BIM

Considerando una empresa de construcción que no se ha involucrado nada en la implementación de BIM en sus proyectos, lo más sensato es considerar la contratación de una o más personas, dependiendo de la cantidad de proyectos que manejen, para que administren las plataformas que utilizan la tecnología BIM. En consideración de lo anterior se propone la creación de un área que se encargue de la administración de BIM, esta área debiese estar trabajando de la mano con la gerencia de proyectos de manera de mantener comunicación constante con esta, toda la planificación de los proyectos, así como su emplazamiento, e información gráfica debe pasar por el área de administración de BIM para cargarla al programa, y darles acceso a los diferentes niveles de información a las diferentes áreas de la empresa.

En la *figura 14* se muestra la nueva organización de la empresa inmobiliaria:

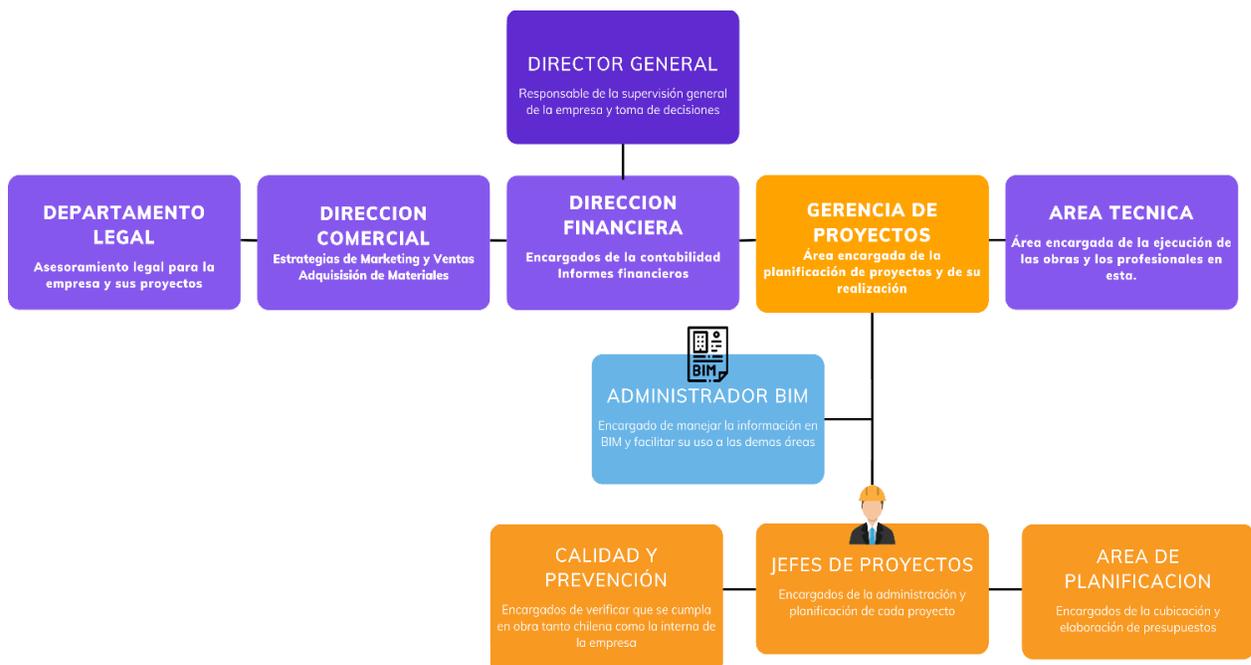


Figura 14: Nuevo esquema de organización de la empresa inmobiliaria

6.2 Organización de la empresa en torno al administrador BIM

Para sacar el mayor provecho posible del administrador BIM se debe organizar la empresa de manera que este pueda mantener la plataforma actualizada en todo momento, y pueda dar acceso rápido a la información a las diferentes áreas. A continuación, se dan algunos lineamientos de como debiese ser la relación del cargo con las demás áreas de la empresa:

6.2.1 Relación con los jefes de proyecto

Como ya se detalló en el punto 3.1 de este informe, las labores de un administrador de proyecto van desde la planificación hasta la solución de problemas que puedan surgir en una obra de construcción, este también tiene la responsabilidad de gestionar las demás ingenierías involucradas en un proyecto habitacional como pueden ser electricidad, ingeniería estructural, etc. Es entonces que debido a la facultad de este profesional de modificar el proyecto según sea necesario, es que la comunicación con el administrador BIM debe ser constante, de manera que cualquier cambio en el proyecto, ya sea respecto a plazos o en cuanto a geometría de este, este sea informado al administrador BIM para cargarlo a la plataforma y mantener el modelo actualizado.

6.2.2 Relación con área de presupuestos

El administrador BIM deberá entregar tablas de cubicación como la expuesta en la *figura 13* al área de presupuestos, para el cálculo de este. El acceso que se entrega en este punto es solo de extracción de información desde la plataforma, mas no de edición de esta, se debe mantener la relación que tenga el área de presupuestos con los jefes de proyecto ya que la toma de decisiones de materialidad o cantidad de material sigue estando en manos de estas dos áreas. Cualquier cambio en algún presupuesto, por modificación de material se ingresará al programa con la autorización del jefe de proyecto, previa conversación con el área de presupuestos.

6.3 Aprovechamiento de BIM en terreno

La tecnología BIM puede ser muy exigente para un dispositivo si se utiliza un programa como Revit, esto hace que sea muy difícil que se piense en usar este programa en una visita a obra, o por los mismos profesionales de obra, ya que dispositivos móviles como celulares o tablets convencionales no tendrían la capacidad para ejecutarlos.

Sin embargo, la utilización de BIM debe ser transversal en la empresa para lograr un desarrollo colaborativo del proyecto, cada profesional ve en el modelo la parte del

proyecto que mejor maneja y que todos tengan acceso al modelo permite una mejora continua de los procesos que se ejecutan en la empresa. Es por esto por lo que se busca una solución a la accesibilidad a la plataforma sea cual sea la condición de trabajo.

Se entiende que en obra trabajan tanto los profesionales de obra, ya sea jefe obra, obreros, capataces, oficina técnica, etc., y también el ingeniero jefe de proyecto, que hace visitas periódicas a la obra para verificar avances y detectar posibles problemas que puedan afectar al desarrollo del proyecto.

6.3.1 Uso de BIM por el jefe de proyecto en sus visitas a obra

Para facilitar sus visitas a obra se debe implementar un método que le permita tener acceso a las ventajas de BIM, para esto se puede utilizar programas que permitan el control remoto de dispositivos como pueden ser TeamViewer o AnyDesk, entonces el ingeniero precisara de un computador que pueda correr un programa como REVIT y un dispositivo que sea portable y pueda usar con comodidad desde la obra. De esta forma el profesional podrá fácilmente contrastar los avances reales de la obra con los que se hayan planificado, acceder a la información cargada al programa como tablas de cubicación e información propia de cada etapa constructiva.



Figura 15: Nuevo esquema de organización de la empresa inmobiliaria

6.3.2 Uso de BIM para el personal de obra

El personal de obra cuenta con una oficina en la que pueden tener sus computadores de escritorio con acceso a programas como Revit, sin embargo, su uso será solo de visualización de este, teniendo acceso a cubicaciones y materialidad, mas no a realizar cambios en estos ítems.

Si se les debe dar la posibilidad de escribir observaciones sobre el proyecto. En Revit existe la opción de dejar comentarios sobre el modelo en el que podría dejar sus observaciones sobre asuntos como materialidad o planificación, estos comentarios pueden ser revisados por otros usuarios sin que se haya ningún cambio sobre el modelo.

La organización de una empresa en torno al administrador BIM es fundamental para maximizar su eficacia y aprovechar al máximo las capacidades de esta herramienta. La relación del administrador BIM con otras áreas de la empresa, como los jefes de proyecto y el área de presupuestos, es crucial para garantizar la actualización constante del modelo y la correcta gestión de la información. Asimismo, el aprovechamiento de BIM en terreno requiere soluciones que permitan su acceso y uso por parte de diferentes profesionales, desde ingenieros jefes de proyecto hasta el personal de obra. Implementar métodos que faciliten el acceso remoto al modelo, así como establecer protocolos para el uso adecuado de la herramienta por parte del personal de obra, son aspectos clave para asegurar la colaboración efectiva y el éxito en la ejecución de proyectos de construcción.

7 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

La implementación de la tecnología BIM en el desarrollo de proyectos inmobiliarios de conjuntos habitacionales en expansión ha revelado beneficios sustanciales en términos de eficiencia, colaboración y calidad de la gestión del proyecto. La creación de un condominio ficticio de 10 casas, dividido en 8 etapas de planificación, proporcionó un escenario valioso para evaluar la transformación que BIM puede introducir en una empresa inmobiliaria como Galilea Centro.

- Mejora en la colaboración y comunicación

La integración de la tecnología BIM permite una colaboración más estrecha entre los diferentes equipos involucrados en el proyecto. La capacidad de trabajar en un modelo centralizado facilita la comunicación instantánea, reduciendo la posibilidad de malentendidos y mejorando la coordinación entre arquitectos, ingenieros y constructores.

- Eficiencia en la planificación y ejecución

La planificación del condominio en 8 etapas demuestra ser más fluida y eficiente con el uso de BIM. La capacidad de visualizar el proyecto en sus diversas fases, identificar posibles conflictos y realizar ajustes en tiempo real proporcionó un nivel de agilidad que es fundamental en proyectos de desarrollo inmobiliario.

- Optimización de recursos

La herramienta BIM facilita una gestión más precisa de los recursos, desde materiales hasta mano de obra. La generación automática de listas de cantidades y la capacidad de simular el flujo de trabajo permite una planificación más precisa, evitando excesos o deficiencias en recursos clave.

- Reducción de errores y retrabajos

La detección temprana de posibles interferencias y conflictos en el modelo BIM contribuye significativamente a la reducción de errores y, por ende, a la minimización de retrabajos. Esta mejora en la calidad del diseño y la ejecución del proyecto se traduce en ahorros de tiempo y costos.

7.1 Conclusiones

La implementación exitosa de la tecnología BIM en el desarrollo de conjuntos habitacionales extensos demuestra ser un catalizador transformador en la forma en que las empresas inmobiliarias abordan la planificación, ejecución y gestión de proyectos. Las ventajas identificadas respaldan la adopción generalizada de BIM en el sector inmobiliario. Algunas conclusiones clave incluyen:

- Transformación organizacional

La transición hacia la tecnología BIM requiere una reestructuración organizativa para aprovechar plenamente sus beneficios. La formación continua del personal, la adaptación de flujos de trabajo y la integración de la tecnología en todas las etapas del proyecto son esenciales para maximizar el potencial de BIM.

- Rentabilidad a largo plazo

Aunque la implementación inicial de BIM puede requerir inversiones significativas en tecnología y capacitación, los beneficios a largo plazo, como la reducción de errores y tiempos de construcción más cortos, justifican ampliamente estos costos iniciales.

- Mejora continua

La adopción de BIM no es un destino, sino un viaje continuo. Las empresas deben comprometerse con la mejora continua, la actualización de habilidades y la incorporación de nuevas funcionalidades de la tecnología para mantenerse a la vanguardia en la industria.

- Impacto positivo en la sostenibilidad

La capacidad de BIM para optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia contribuye directamente a prácticas más sostenibles en el desarrollo de proyectos

inmobiliarios, alineándose con las crecientes demandas de sostenibilidad en la industria de la construcción.

En resumen, la implementación de la tecnología BIM en el desarrollo de conjuntos habitacionales se puede entender como una inversión estratégica que no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también redefine la forma en que una empresa inmobiliaria puede abordar los desafíos del desarrollo de proyectos en un entorno en constante cambio. La adopción de BIM no solo es una evolución tecnológica, sino un cambio fundamental en la cultura y la mentalidad organizativa.

8 BIBLIOGRAFÍA

Espinoza, G. P. (2019). *Diseño de un condominio en el AA.HH. Almirante Grau - Las Palmeras - II etapa utilizando tecnología BIM*. Piura, Peru.

Forcomin. (s.f.). *Curso "Modelamiento BIM para la planificación"*. Perú.

NCh3191. (2009). *Sistema de tuberías para recolección de aguas residuales Instalación y pruebas en obra*. Santiago.

NCh691, N. C. (2015). *Agua potable - Producción, conducción, almacenamiento y distribución - Requisitos de diseño*. Santiago.

Ramirez, D. (2018). *Aplicación de BIM en la formulación de proyectos inmobiliarios* .

Salinas, J. R., & Ulloa Román, K. A. (2014). Implementación de BIM en proyectos inmobiliarios . *Sinergia e Innovación*.

Tabilo Vallade, M. I. (2019). *Estudio de la metodología BIM en la gestión de construcción y aplicación demostrativa*. Santiago.

9 ANEXO

Figura 3 ampliada

