

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM CON EL PROGRAMA REVIT PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO URRUTIA

MIGUEL ANGEL BAHAMON ROJAS
ANA MIREYA BOTERO VACCA
DIEGO FELIPE SALAZAR JIMENEZ

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
CAMPUS IBAGUÉ ESPINAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
IBAGUÉ
2019

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM CON EL PROGRAMA REVIT PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO URRUTIA

MIGUEL ANGEL BAHAMON ROJAS
ANA MIREYA BOTERO VACCA
DIEGO FELIPE SALAZAR JIMENEZ

Informe final de seminario de profundización para optar al título de ingeniero civil

Juan Pablo Leyva
Ingeniero Civil
Alexander Álvarez
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
CAMPUS IBAGUÉ ESPINAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
IBAGUÉ
2019



Nota de aceptación:

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Ciudad y fecha (17, 02, 2020)

DEDICATORIA

Después de todo el tiempo que ha pasado desde el día que inicie mi proceso universitario quiero dedicar todo lo que ha pasado a Dios, y a todos los integrantes de mi familia sobre todo a mis hijos que espero hayan aprendido con el ejemplo que no siempre podemos hacer lo que queremos hacer sino lo que tenemos que hacer y que la vida siempre nos pasa factura de lo que no hicimos cuando a su debido tiempo.

Ana Mireya Botero Vacca

Existen muchas palabras para describir este logro profesional, las circunstancias y adversidades no son excusas para poder lograr nuestros objetivos, antes son un mérito y una ventaja de saber que si podemos hacer las cosas; viendo el proceso de mí vida me siento feliz de ser quien soy. Agradezco a mi mamá, hermanos y esposa por estar incondicionalmente apoyando mis logros y viéndolos como si fueran los suyos, me da satisfacción haber superado mis propios retos y estoy dispuesto alcanzar muchos más.

Miguel Angel Bahamon Rojas

El honor es para mis padres en especial a mi madre por la motivación que me dio día tras día de seguir adelante de persistir a pesar de todos los obstáculos presentados en el camino de la vida; a mis 2 hijas hermosas por estimular esa aptitud para culminar mi proceso académico, a mi hermano Sebastián por creer y ser incondicional.

Diego Felipe Salazar Jiménez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Lucila, Jorge Hernán, Ismael y mis hijos que nunca dejaron de creer en mí por más difícil que fuera la situación, a todos los que me apoyaron y ayudaron cuando creía que ya no valía la pena y me facilitaron las cosas para terminar este proceso.

Ana Mireya Botero Vacca

Agradezco a Dios, por su apoyo y protección, a mis padres por que han sido un excelente modelo a seguir, a Heidy Bahamon mi esposa, por ser una excelente mujer, persona que ha motivado y respaldado a alcanzar mis logros haciendo de mí una mejor persona, igualmente al ingeniero Armando Monsalve y Oscar Efrén Ospina por que fueron un soporte incondicional en mi proceso profesional.

Miguel Angel Bahamon Rojas

Agradezco a mí mismo por no dejar de soñar y creer en mis capacidades cognitivas mi audacia frente a los diferentes retos que se me presentaron, a mi abuela Nohemy Villalba por esas palabras claves que me ayudaron a seguir adelante siempre.

Diego Felipe Salazar Jiménez

CONTENIDO

RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	15
2. JUSTIFICACIÓN.	16
3. OBJETIVOS.	17
3.1. OBJETIVO GENERAL.	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	17
4. MARCO TEÓRICO.	18
5. METODOLOGÍA.	19
6. RESULTADOS.	20
7. CONCLUSIONES.	21
8. RECOMENDACIONES.	22
BIBLIOGRAFÍA	23

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Planificación de Topografía	44
Tabla 2: Plataformas de construcción	45
Tabla 3: Cantidades de Muros	47
Tabla 4: Cantidades de Placas y Cubiertas	47
Tabla 5: Cantidades de Puertas	48
Tabla 6: Cantidades de Cielos Rasos de Cubierta	49
Tabla 7: Cantidades de Canal Metálica	49
Tabla 8: Cantidades de Barandillas	49
Tabla 9: Cantidades de Armazones Estructurales	52
Tabla 10: Cantidades de Pilares de Estructura de Cubierta	53
Tabla 11: Planificación de Suelos	53
Tabla 12: Resumen de tubería Presión en PVC	54
Tabla 13: Accesorios en tubería presión en PVC	54
Tabla 14: Resumen de tubería sanitaria en PVC	54
Tabla 15: Accesorios en tubería presión en PVC	55
Tabla 16: Planificación de dispositivos de iluminación	55
Tabla 17: Planificación de iluminarias	55
Tabla 18: Planificación de circuitos eléctricos	56
Tabla 19: Presupuesto de obra	61

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1: Digitalización de planos en AutoCAD. (01)	27
Ilustración 2: Base de modelado. (02)	28
Ilustración 3: Unidades del proyecto. (03)	29
Ilustración 4: Información del proyecto. (04)	30
Ilustración 5: Vínculo CAD en REVIT. (05)	31
Ilustración 6: Niveles. (06)	32
Ilustración 7: Creación de muros cimientos. (07)	33
Ilustración 8: Especificación de muros. (08)	34
Ilustración 9: Muros primer piso. (09)	35
Ilustración 10: Plataforma de construcción. (10)	36
Ilustración 11: Puertas primer piso. (11)	37
Ilustración 12: Escaleras y acabados de piso. (12)	38
Ilustración 13: Columnas arquitectónicas y estructura entrepiso. (13)	39
Ilustración 14: Sistema de vigas para placa de entrepiso. (14)	40
Ilustración 15: Segundo piso. (15)	41
Ilustración 16: Cubiertas. (16)	42
Ilustración 17: Mobiliario de baños (17)	43
Ilustración 18: Modelo tridimensional. (01 R.)	57
Ilustración 19: Plancha Arq. A-01. (02 R.)	58

RESUMEN

Procedimiento para la implementación de metodología BIM (Building Information Modeling), en el existente edificio Urrutia, localizado en la ciudad de Ibagué en la esquina de la carrera 2 con calle 10. Con dirección Calle 10 # 1 – 114/120/128/134, digitalizando planos existentes en el archivo de la secretaria de obras públicas, de la alcaldía de Ibagué.

Sorteando lo que implica pasar información base que se tenía de este en los archivos a información detallada digital y constantemente a la mano, verificar en sitio, constatar dichos archivos, indagar información sobre la construcción de esta edificación, materiales utilizados en la época, métodos constructivos, adecuaciones o remodelaciones hechas durante este tiempo que ha existido la edificación, y distintos tipos de usos desde su creación hasta la actualidad.

como principal herramienta en el proceso de modelado y planificación en el proyecto se utilizó el software REVIT 2019 de Autodesk, y con herramientas auxiliares como AutoCAD/Autodesk y Excel/Microsoft Office, obteniendo un modelo cuantificable y capaz de ser actualizado cuando sea necesario, sin tener que volver a recopilar y obtener información no digital que se puede omitir en otro proceso, útil para futuras remodelaciones, necesario para el mantenimiento del edificio, destacando sus múltiples ventajas, estando en última tendencia en metodología de trabajo en la construcción.

para este objetivo se entregan planos en físico, informe de trabajo, un modelo único tridimensional, donde se aprecia, la arquitectura, con anexo de instalaciones hidrosanitarias, instalaciones eléctricas, y un presupuesto de obra con cantidades vinculadas al modelo, con precios estimados en actividades tradicionales de la época que no se realizan actualmente y precios de la región en actividades regularmente dadas en obra.

INTRODUCCIÓN

Estando conscientes de crítica situación que vive la industria de la construcción no solo en el ámbito local sino en el regional y nacional, se ha visto la necesidad de implementar en la construcción una forma diferente de realizar las tareas necesarias para ejecutar los proyectos que se necesitan en nuestro país (López Ruiz, 2017).

Teniendo en cuenta que con la implementación de la metodología BIM se han logrado programas exitosos de restauración en España y otros países Europeos y en Perú en Latinoamérica, se hace evidente que esta metodología se puede utilizar en el estudio y desarrollo, no solo de la restauración de edificaciones, sino también para realizar estudios que nos lleve a la programación de mantenimientos preventivos de construcciones consideradas patrimonio arquitectónico para su conservación, teniendo en cuenta el alto costo que implica una restauración total de las mismas (Armisen et al., 2018).

Aunque REVIT que es el programa que en la actualidad es el más usado en la metodología BIM no es el único ni el más antiguo lo que sí se puede afirmar es que es el que menos aplicaciones adicionales necesita para implementar la metodología correctamente.

Con base en todo lo anterior y conociendo las ventajas de la metodología BIM utilizada ya en otros países, realizaremos un estudio, del Edificio Urrutia ubicado en la Carrera Segunda con Calle Diez de la ciudad de Ibagué.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En la industria de la construcción se presentan muy frecuentemente inconsistencias en el proceso que se derivan no solo de la falta de planeación sino también de la poca coordinación que se tiene entre las diferentes disciplinas que interactúan en el proceso esto trae como consecuencia el incremento en los tiempos de ejecución de las tareas y por su puesto el aumento en los costos. Todo esto hace que se cuestione la calidad no solo de los procesos sino de los productos que se obtienen en la industria de la construcción no solo en el ámbito internacional sino el nacional y por su puesto en el local (López Ruiz, 2017).

Ausencia o déficit en el uso e implementación de tecnologías modernas para el desarrollo de los procesos y actividades de las fases de los proyectos de construcción (Pérez, 2018).

Necesidad de implementar herramientas para administrar y controlar proyectos de construcción en tiempo real, con información válida como no duplicada, interconectada (Martínez, 2016).

Aumento de casos o situaciones de proyectos de construcción que evidencian mala calidad (Sánchez, 2017).

La implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling), da solución a gran parte de estos problemas agilizando la comunicación entre profesionales que intervienen en el proceso de diseño, ejecución y mantenimiento de la construcción, donde su gran base de poder es la información; básicamente es un modelo tridimensional del proyecto con información de todas las disciplinas que intervienen.

El gran inconveniente de la metodología de trabajo BIM, es que si no se tiene un buen trabajo de planeación y análisis del proyecto antes de ejecutar un modelo, no se logra cumplir con el objetivo y se terminaría realizando simplemente un proyecto con metodología actual con un modelo sin información útil, y se perdería mucho tiempo y a su vez dinero, lo que lleva a concluir que el gran cambio que se tiene que hacer esta en la capacitación de los profesionales que intervienen en los proyectos, pues este nuevo método de trabajo implica mayor dedicación en lo que antes influía menos, para poder en lo que actualmente causa mucho costo innecesario sea un gran ahorro de tiempo y dinero al final del proyecto.

2. JUSTIFICACIÓN.

Históricamente la ciudad de Ibagué fue fundada en el año 1550, el Capitán Español Andrés López de Galarza fundó una ciudad con el nombre de Villa de San Bonifacio de Ibagué, en una meseta rodeada por los ríos en la vertiente oriental de la cordillera central, en donde actualmente se encuentra el municipio de Cajamarca, pero en razón al continuo asedio de la tribu de los Pijaos, se vio obligado a trasladarla de lugar que hoy ocupa.

La iglesia Catedral actual ocupa el mismo lugar en que se construyó en 1551; que dando ubicada en este lugar céntrico y emblemático para la ciudad, ubicación que dio el punto de partida para el desarrollo urbano en el cual se ubica la Plaza de Bolívar y para el año 1923 fue construido el edificio Urrutia, edificio que para la fecha tiene 93 años de construida, bajo una arquitectura ecléctica; denominado en Colombia estilos republicanos, para el año 1998 por el honorable concejo municipal esta edificación se declaró como área de interés arquitectónico histórico, como patrimonio cultural de la ciudad de Ibagué.

A través de los años, ha sufrido deterioro estructural, restauraciones con el ánimo de conservar su infraestructura y belleza arquitectónica; sin embargo, ha sufrido el desgaste de los años, motivo por el cual se ve la necesidad de implementar un modelo de restauración, que permita conservar su estructura arquitectónica en el cual se implemente el modelo BIM. Mediante el programa REVIT, el cual permite evaluar el estado del proyecto y garantizar la renovación por etapas de operación, a menos costo y tiempo real.

Garantizando la belleza arquitectónica y cultural de la ciudad en este caso cómo lo es el edificio Urrutia, el cual cuenta con un valor cultural, histórico, estético siendo deber de las autoridades protegerlos, conservarlos, se presenta este proyecto para su restauración y conservación.

Al finalizar este proyecto la universidad Cooperativa de Colombia en Ibagué, tendrá la posibilidad de contar con un modelo único tridimensional para poder realizar distintos mantenimientos o labores de modificación, ampliación, remodelación y demás trabajos que se vean sean necesario para preservar el tiempo de vida de la edificación.

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Implantar la metodología BIM (Building Information Modeling) mediante el programa REVIT y programas auxiliares como el PROYECT para la modelación de los diseños existentes del “Edificio Urrutia” localizado en la ciudad de Ibagué en la esquina de la carrera 2 con calle 10, con dirección Calle 10 # 1 – 114/120/128/134

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Recolectar información correspondiente a los procesos de diseño y construcción del “Edificio Urrutia”, localizado en la ciudad de Ibagué en la esquina de la carrera 2 con calle 10. Con dirección Calle 10 # 1 – 114/120/128/134
- Procesar mediante programas de la metodología BIM la información recolectada del “Edificio Urrutia”, localizado en la ciudad de Ibagué en la esquina de la carrera 2 con calle 10. Con dirección Calle 10 # 1 – 114/120/128/134
- Modelar mediante el programa REVIT el “Edificio Urrutia”, localizado en la ciudad de Ibagué en la esquina de la carrera 2 con calle 10. Con dirección Calle 10 # 1 – 114/120/128/134
- Obtención de planos y tareas necesarias para la construcción del “Edificio Urrutia”, localizado en la ciudad de Ibagué en la esquina de la carrera 2 con calle 10. Con dirección Calle 10 # 1 – 114/120/128/134
- Analizar los resultados obtenidos con la modelación según la metodología BIM respecto al ciclo de vida del “Edificio Urrutia”, localizado en la ciudad de Ibagué en la esquina de la carrera 2 con calle 10. Con dirección Calle 10 # 1 – 114/120/128/134

4. MARCO TEÓRICO.

4.1 ANTECEDENTES

Historia

La empresa pionera en las aplicaciones BIM fue Graphisoft empresa húngara con el nombre de Virtual Building en 1987 con el programa ArchiCAD que ha sido conocido como el primer programa que crea dibujos tanto en 2D como en 3D; Autodesk inicia a utilizar el concepto BIM en 2002 cuando adquiere Revit Technology Corporation; otros autores aseguran que el primero en utilizar el concepto BIM fue Charles M. Eastman en Georgia en el Georgia Tech Institute of technology en los años 70 pero quien popularizo el concepto fue Jerry Laiserin como un término para la representación digital de procesos de construcción para interpolarizar e intercambiar información sobre estos.(Peru, 2016)

A continuación, una cronología del desarrollo de los antecedentes de los software BIM (López Ruiz, 2017)

1962	Douglas C. Englebart muestra una visión del futuro en Augmenting Human Intellect
1963	Aparecen las primeras interfaz de SAGE y el programa Sketchpad
1970-1980	Aparece Constructive Solid Geometry (CSG) y Boundary Representation (BREP). El CGS es una serie de formas que pueden combinarse e intersectarse para crear formas complejas
1977	Eastman presenta Graphical Language for Interactive Design (GLIDE) en una plataforma BIM
1980	En Inglaterra aparecen varios sistemas que se aplican a la construcción
1982	La primera versión de AutoCAD ArchiCAD se desarrolla en Budapest
1984	El software Radar CH se lanza con el sistema operativo de Apple Lisa, luego se convertiría en ArchiCAD
1985	Se empiezan a vender los primeros licenciamientos de Radar
1986	RUCAPS desarrollado por GMW Computers fue el primer programa que utilizo el concepto de fase temporal de los procesos de construcción
1988	El Centro de Ingenieria de Instalaciones Integradas en Standford crea un grupo de estudiantes de maestria para fomentar el desarrollo de modelos de construcción con atributos de tiempo para proyectos de construcción
1993	Se desarrolla el Building Design Advisor desarrollado en el laboratorio nacional de Lawrence Berkeley
2000	Se inicia la creación de Revit escrito en C++
2002	Autodesk compra la compañía de Revit
2003	Algunas de las plataformas BIM incluyen a Generative Components (GC) que se centra en la flexibilidad paramétrica y la geometría de estructura y soporta las superficies NURBS
2004	Aparece el trabajo colaborativo con Revit 6 que permite a los equipos trabajar en un modelo integrado

- 2006 Aparece Digital Project basado en CATIA
- 2007-2011 ArchiCAD aumenta su base de usuarios en Europa sobre todo en proyectos de vivienda y pequeños centros comerciales
- 2012 Se desarrolla Formit; aplicación que permite definir los comienzos conceptuales de un modelo BIM desde un dispositivo móvil

Esta cronología permite ver que el concepto BIM no es algo nuevo sino que se ha trabajado hasta lograr su estado actual, en donde se encuentra una variedad de software de compañías como Nemetschek, Sigma Desing, Autodesk, AceCad Software, Bentley Systems, Graphisoft, ACCA Software entre otras.(Perú, 2016).

4.2 ESTADO DEL ARTE.

La metodología BIM permite una a visualización general del Proyecto de Construcción y una vez finalizada su construcción se puede extraer información para el desarrollo de las etapas de operación, mantenimiento y demolición o renovación del proyecto.

La metodología BIM se puede definir como procesos de generación y gestión de datos de un proyecto durante el ciclo de vida de este utilizando diferentes software de modelado en tres dimensiones en tiempo real que puede disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción de un proyecto de construcción. Como resultado final se obtiene la geometría, las relaciones espaciales, las cantidades de obra, las propiedades de los componentes, los presupuestos y mucha más información sobre el proyecto de construcción (Peru, 2016).

Como ventajas más importantes de la metodología BIM se pueden enumerar las siguientes:

- Mejor coordinación
- Mejor calidad en el diseño por estar mejor detallado
- Control de la información y visualización en tiempo real de los cambios realizados en el proyecto
- Aumento en la productividad
- Disminución en los costos

Las Dimensiones BIM

Los modelos BIM varían según la clase y calidad de información con que sean alimentados a esto se le denomina como dimensiones BIM que van desde la BIM 1 hasta un BIM 7D, a continuación se definirá cada una desde el BIM esto varía según los autores

Nivel de Detalle 100 o BIM1D

En este nivel se tiene solo los diseños conceptuales y un análisis del terreno, el análisis geográfico basado en la ubicación y orientación, igualmente se tienen en cuenta los metrajes generales, la distribución de las áreas y volúmenes (CAPECO; Comité BIM, 2014)

Nivel de Detalle 200 o BIM2D

En este nivel de detalle se definen componentes genéricos, en cuanto a arquitectura se debe tener una programación de espacios, muros y pisos genéricos, puertas y ventanas genéricas, en el aspecto de estructuras se tiene un dimensionamiento general, cimentación general y distribución de vigas y columnas general, se definen los ductos, los equipos mecánicos, la distribución hidrosanitaria con detalles de tanques, tuberías y aparatos sanitarios, las redes eléctricas con la localización de bandejas, tableros, ductos accesorios generales.

Nivel de Detalle 300 o BIM3D

En nivel de detalle deben estar definidos totalmente los materiales y se calculan las cantidades de obra.

En la arquitectura ya están definidos los muros, pisos, puertas y ventanas totalmente definidos, la cimentación y estructura ya se define completamente las instalaciones mecánicas tienen definidas todos sus componentes lo mismo que las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias (CAPECO; Comité BIM, 2014), representara toda la información geométrica del proyecto en forma integrada (Peru, 2016).

Nivel de Detalle 400 o BIM4D

Los diferentes autores difieren pero en este nivel ya están definidos los detalles y se ya se estiman los costos reales del proyecto puesto que los detalles constructivos están definidos, se estima los costos operativos y se pueden tomar decisiones para mejorar la rentabilidad del proyecto.

Nivel de Detalle 500 o BIM5D

Este nivel de detalle se incluyen niveles paramétricos de todos los elementos del proyecto que permitirán realizar una programación de obra en algunos países como España se estima como el ultimo nivel de detalle y permite una programación de mantenimiento y operación del proyecto. (CAPECO; Comité BIM, 2014)

En Perú este Nivel de detalle abarca el control de costos, organiza los costos y gastos incluyendo los costos de mantenimiento y operación. (Peru, 2016)

BIM6D

En este nivel de detalle se incluye el análisis bioclimático que en otros países es incluido en el primer nivel de detalle esto permite un análisis del comportamiento del proyecto teniendo en cuenta aspectos climáticos según su situación, orientación.

BIM7D

Este nivel de detalle incluye aspectos necesarios para la operación y mantenimiento del proyecto, permite tener control logístico y operacional durante el uso y mantenimiento del proyecto para lograr optimizar los recursos y procesos de reparación y mantenimiento del proyecto (Peru, 2016).

Para llegar a un correcto modelo BIM se deben tener en cuenta algunos procesos que el COMITÉ BIM y CAPECO en Peru han definido y según las lecturas realizadas son las más eficaces, a continuación se realizara una descripción de lo que ellos denominan usos BIM que son básicamente las primeras partes del ciclo de vida que contempla la metodología BIM.

Conceptualización y análisis

Condiciones Existentes: Permite una visualización general del Proyecto de Construcción, una vez finalizado el proceso de construcción se puede extraer información para el desarrollo de las etapas de operación, mantenimiento y renovación del proyecto. Es importante cuando se trata de preservación histórica para proporcionar información para renovaciones futuras, mejorar la eficiencia del estado del proyecto y permite una visualización general del proyecto.

Análisis de Ubicación y Localización: Es utilizado para evaluar las posibles localizaciones del proyecto con esto es posible tomar decisiones calculadas de la posición del proyecto que permita mejorar requerimientos técnicos disminuyendo movimientos de tierras e incrementando eficiencia energética entre otros aspectos que pueden mejorar la rentabilidad del PC

Programación: Esto permite conseguir el mayor valor al proyecto tomando decisiones críticas logrando optimizar las áreas

Análisis Energético: Esto permite dar soluciones óptimas para la eficiencia energética de la edificación

Planeamiento Constructivo: Cuando se habla de BIM se habla no solo de un modelado 3D sino que se llega a una modelación 4D que es la programación de obra permitiendo diferenciar las etapas de la obra y su secuencia, mejorar la planeación de flujos de costos del proyecto y la planeación oportuna de los recursos

Estimados de Obra: Esto permite generar las cantidades exactas y costos estimados en la fase conceptual del Proyecto de Construcción, permite analizar los costos con diferentes alternativas de diseño, con este proceso se logra estimar con precisión la cantidad total de materiales, mantener el proyecto dentro del presupuesto, Brindar información exacta del costo del proyecto en la fase de diseño, ahorro de tiempo

Diseño y Documentación

Diseño de Especialidades: Es el proceso por el cual se incorporan los diseños de las diferentes especialidades para obtener el modelado en 3D esto permite mejor entendimiento del proyecto, mejor calidad y control de los diseños, es una herramienta de colaboración entre los diferentes involucrados en el proyecto.

Evaluación LEAD: Es el proceso que evalúa el proyecto con criterios de sustentabilidad, este proceso se debe desarrollar en el anteproyecto este proceso permite mejorar la comunicación entre los participantes del proyecto.

Evaluación del Diseño: Proceso mediante el cual se evalúan los diseños según los requerimientos del proyecto tales como áreas, diseños especiales, iluminación, seguridad, confort, acústica esto permite eliminar costos y tiempo en elaboración de maquetas, revisar diseños de manera rápida, resolver conflictos que se presentan en la etapa de construcción.

Análisis de Ingeniería: Este es el proceso que permite encontrar inconsistencias entre los diferentes diseños requeridos en el proyecto, la ventaja más notable de este proceso es entre otras es que permite la evaluación previa a la construcción del proyecto logrando eficiencia en la utilización de los recursos.

Generación de Planos: Los planos generados incluyen plantas, alzados, detalles, perspectivas e isométricos, pero requiere que cada elemento este definido totalmente, este proceso permite generar de manera rápida diferentes vistas, mejorar la calidad de los dibujos, hacer cambios en tiempo real, generar cantidades de obra automáticamente. Este proceso es muy significativo n la coordinación interdisciplinaria.

Validación de Códigos: Este proceso permite verificar si los diseños cumplen con los códigos reglamentarios existentes para el tipo de proyecto, este proceso permite comprobar que los diseños cumplen con los códigos locales de construcción, permite reducir y corregir errores en los diseños que pueden ocasionar retrasos en la construcción.

Construcción

Planeamiento de Obra: Este proceso representa de manera gráfica los tiempos y presupuestos del proyecto en construcción, este proceso se puede unir a los cronogramas y representar el proceso constructivo teniendo actualizado permanentemente la información referente a materiales, mano de obra y control de avances entre otros teniendo en cuenta todos los detalles constructivos alimentados en el modelado del proyecto.

Fabricación Digital: Este proceso que permite la pre-fabricación de elementos que luego serán ensamblados en obra, las ventajas más notorias de este proceso es la posibilidad de automatizar la fabricación de componentes necesarios para la construcción del proyecto y maximizar la producción de partes en obra.

4.3 CASO DE ESTUDIO.

En este trabajo se tomara como caso de estudio el Edificio Urrutia, ubicado en la esquina sur oriental de la Carrera 2 con Calle 10, con dirección Calle 10 No. 1-114, 1-120, 1-128, 1-134 y Carrera 2da No. 10-04 y 10-16. Con matricula Inmobiliaria No. 350-0011724 y Ficha Catastral No. 0102-0021-0001-000.

Los datos de esta edificación fueron recolectados en los archivos de la secretaria de planeación de la ciudad y con entrevistas de personas que conocen la historia de este edificio por tradición oral.

En el folio de matrícula inmobiliaria de la Superintendencia de Notariado y Registro la primera anotación que aparece es la venta que hace el Señor Rafael Urrutia Navarro a Isaac García Rengifo, Calixto García Rengifo y Argemira Varón García; luego de esta transacción comercial, existen cuatro más, hasta llegar a la compra que realiza la Sociedad Elías Acosta y CiaLtda a las señora Lucila Varón Guzmán y Adela García de Carrillo y los señores Sergio Mondragón Vera y Darío García Chávez

La primera licencia de construcción o remodelación que se conoce de este inmueble es la resolución 559 de 1951 solicitada a la secretaria de obras públicas municipales para fundir una viga de ferrocemento (viga de concreto reforzado) según cálculos aprobados pero de los cuales no se tiene registro. Esta viga fue encontrada por el arquitecto Jaime Alberto Jiménez años después cuando se realizó la restauración de este edificio, esta licencia fue solicitada por el Sr Pedro Urrutia Navarro como aparece en la copia de la resolución que se encuentra en los anexos.

La segunda licencia encontrada se solicitó el 1 de septiembre de 1993 con el fin de realizar cambios y remodelación de la fachada, baños y pisos de madera, justificada con oficio 1137 el cual refiere que existen puertas y ventanas que no correspondían al diseño

original, para ese momento el uso del edificio era de locales comerciales y en el interior el ultimo uso conocido fue el Colegio Moderno.

El 13 de octubre de 1993 la secretaria de Planeación Municipal responde a la solicitud del señor Elías Acosta Ortiz negativamente la solicitud del 1 de septiembre de 1993.

El 14 de octubre de 1993 el señor Acosta una vez más realiza una solicitud para el Edificio Urrutia pero esta vez para RESTAURAR e edificio con copia al Consejo Verde y a la oficina de Patrimonio Histórico y Conservación de Monumentos de la ciudad

El 18 de octubre de 1993 la secretaria de Planeación Municipal emite la Resolución 992 por la cual se establece el edificio Urrutia como Edificación de interés público por su valor arquitectónico y urbanístico.

El 8 de Noviembre de 1993 la Secretaria de Planeación Municipal en documento dirigido al Señor Acosta con copia a la Junta de Patrimonio y a la División de Proyectos Especiales le informa que el edificio Urrutia ha sido declarado en el nivel 1 de presentación y da el visto bueno para la RESTAURACION, y que debe presentar el programa de trabajo, planos y detalles de lo existente y de la labores a realizar en el edificio con esto inicia el proceso de la solicitud de la licencia de Restauración del edificio.

El 15 de febrero de 1996 se radica ante la Secretaria de Planeación Municipal la solicitud de licencia de RESTAURACION del Edificio Urrutia con los planos correspondientes y las actividades a ejecutarse.

El 22 de febrero de 1996 la Secretaria de Planeación emite una comunicación a la Secretaria de Obras Publicas solicitando un concepto sobre las obras que se realizaran en el edificio Urrutia.

Finalmente el 26 de agosto de 1996 con resolución 520 se concede el permiso para la rehabilitación y conservación del edificio Urrutia emitido por la Secretaria de Obras Públicas del Municipio de Ibagué.

En entrevista con el Arquitecto Jaime Alberto Jiménez se evidencio que el estado del Edificio al momento del inicio de las obras era casi de colapso interior y que para poder realizar los arreglos de pintura fue necesario reemplazar algunos bloques de arcilla de tamaños no convencionales aclaro que existían algunos bloques de 80cm de ancho por 50cm largo por 30cm alto que se realizaron en obra, además que toda la carpintería se realizó por carpinteros en obra con madera de las mismas características de la utilizada en la construcción original.

En cuanto al sistema estructural explico el arquitecto Jiménez que la estructura consta de muros externos y muros internos es los cuales funcionan como apoyo del entrepiso de madera y los muros continúan hasta el segundo piso que sostienen la cubierta, la única viga de concreto reforzado fue construida en 1951 según la licencia 559 de octubre

de 10 de 1951, esta viga se encuentra en el contorno del corredor del segundo piso y es sostenida por columnas de concreto existentes.

Como información de la restauración informo que la cubierta no fue reconstruida en su totalidad sino que fueron reemplazados solo los elementos que estaban en malas condiciones teniendo en cuenta que la madera y las dimensiones fueran exactamente las de la pieza original.

En el caso del piso del primer piso se levantó totalmente puesto no correspondía al de la época de construcción y fue remplazado por la baldosa de gres existente, el piso del segundo piso fue reemplazado casi en su totalidad lo mismo sucedió con las escaleras.

Terminado la restauración del Edificio la Universidad Cooperativa de Colombia se interesó en la adquisición del edificio el cual adquirió y ha conservado como centro administrativo de la sede de Ibagué hasta el día de hoy.

El arquitecto Jiménez sostiene que la Universidad Cooperativa debería realizar un estudio concienzudo de la estructura de cubierta puesto que esta por ser de madera y estar sometida a la vibración constante de los equipos de refrigeración de equipos electrónicos puede llegar a tener algunos daños que podrían ser potencialmente peligrosos.

4.4 NORMATIVAD RELACIONADA.

En la actualidad en Colombia aún no existe ningún tipo de normativa para los proyectos modelados con BIM la reglamentación existente es básicamente Europea basada en la NORMA ISO 19650 Estándares para el uso de BIM que fue anunciada el 21 de enero de 2019 que fue nombrada “Organización y Digitalización de Información de Construcción, y trabajos de Ingeniería Civil, incluyendo Building Information Modeling (BIM) — Manejo de Información Utilizando Building Information Modeling”, esta norma fue desarrollada a partir de la norma británica BS 1192 y la BS 1192 consta de 5 partes de las que solo se han publicado dos pero aún no se consiguen traducciones al español.

Primera Parte ISO 19650-1: Conceptos y Principios

En esta parte se encuentran los términos y definiciones para BIM, la información del proyecto, la definición de requerimientos de información, modelos resultantes, ciclos de entrega de información, funciones para el manejo de información de proyecto, capacidad de entrega del equipo, planificación para la entrega de información, manejo de la producción colaborativa de información, y flujos de trabajo, y resumen de BIM

Segunda Parte ISO 19650-2: Fase de Entrega de Los Activos

Especifica el manejo de información, en la forma de un proceso de administración de la misma y dentro del contexto de la fase de entrega de activos y el intercambio de informaciones que los mismos generan; todo esto utilizando Building Information Modeling (BIM).

Este documento trata: Evaluación de las necesidades, invitación a licitación, respuesta a propuesta, asignación de la obra, movilización, producción colaborativa de Información, y cierre de proyecto.

Tercera Parte ISO 19650-3: Fase Operacional de Activos

Esta parte de la Norma se encuentra en desarrollo, ya ha sido sometida a votación y se encuentra en la etapa de revisión y comentarios, por parte del Comité Técnico.

Quinta Parte ISO 19650-4: Especificación para la Seguridad de Building Information Modeling, Construcción en el Ambiente Digital y Manejo Inteligente de Activos

Esta parte de la Norma ya fue sometida a votación y se encuentra en la etapa de revisión y comentarios, por parte del Comité Técnico.

Esta norma ha sido adoptada por INDOCAL en República Dominicana, UNE en España y en Perú CAPECO y el Comité BIM, estos son los casos más exitosos en cuanto a países con idioma Español. En Colombia aún no se adopta ninguna reglamentación. (*Norma ISO 19650_ Un Estándar Global para BIM » BIM Blog, n.d.*)

5. METODOLOGÍA.

La elaboración de este trabajo se dividió en varias fases.

5.1 PRIMERA FASE

Esta fase fue la realización del seminario de la Metodología BIM en las instalaciones de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Ibagué el cual se dividió en cuatro módulos dictado cada uno por un docente diferente así:

Modulo uno.

Este módulo fue dictado por el Arquitecto Cesar Santafé, en este módulo se recordó la importancia del dibujo análogo y de sistemas tradicionales de dibujo como el AUTOCAD.

Se realizaron los planos de forma análoga en el caso del edificio Urrutia se realizaron las dos plantas, dos cortes y la perspectiva de la fachada, con base en planos de AutoCAD que fueron entregados por el Arquitecto Cesar Santa Fe. Estos planos fueron expuestos en la semana de la ingeniería de 2019.

Modulo dos.

El módulo dos fue dictado por el ingeniero Alberto Gómez Lozano en este módulo se realizó una introducción a los Sistemas de Gestión de Calidad, Seguridad en el Trabajo y de Gestión Ambiental haciendo énfasis en la importancia de estos en los proyectos de ingeniería, y sobre todo la importancia que tiene implementar un buen sistema de calidad para el modelado BIM, pues es necesario tener en cuenta que antes de iniciar a modelar se deben identificar los procesos que se han de seguir en cada uno de los momentos del ciclo de vida del proyecto de construcción.

Modulo tres.

El encargado de esa fase fue el Ingeniero Alexander Álvarez quien dio las indicaciones necesarias para la elaboración del trabajo escrito y además una introducción a los programas que se deben utilizar para facilitar el trabajo como el MENDELEY como

herramienta para facilitar la elaboración de la bibliografía y algunas herramientas del WORD que facilitan la escritura de trabajos escritos.

El ingeniero Alexander presento los aspectos básicos del programa Project para realizar una eficaz programación de obra y elementos complementarios necesarios para lograr una adecuada coordinación de tareas y procesos, en este módulo se recalcó la importancia de definir los procesos necesarios y la ruta crítica para el diseño, construcción, puesta en marcha y mantenimiento de un proyecto de construcción con el sistema de modelado BIM

Modulo Cuatro.

Este módulo estuvo a cargo del ingeniero Juan Pablo Leyva realizo la introducción a la Metodología BIM en la cual aclaro las ventajas y la necesidad de aplicar esta metodología en los proyectos de ingeniería

Además realizo explicaciones básicas sobre el programa REVIT que es uno del software más comercial de la Metodología BIM.

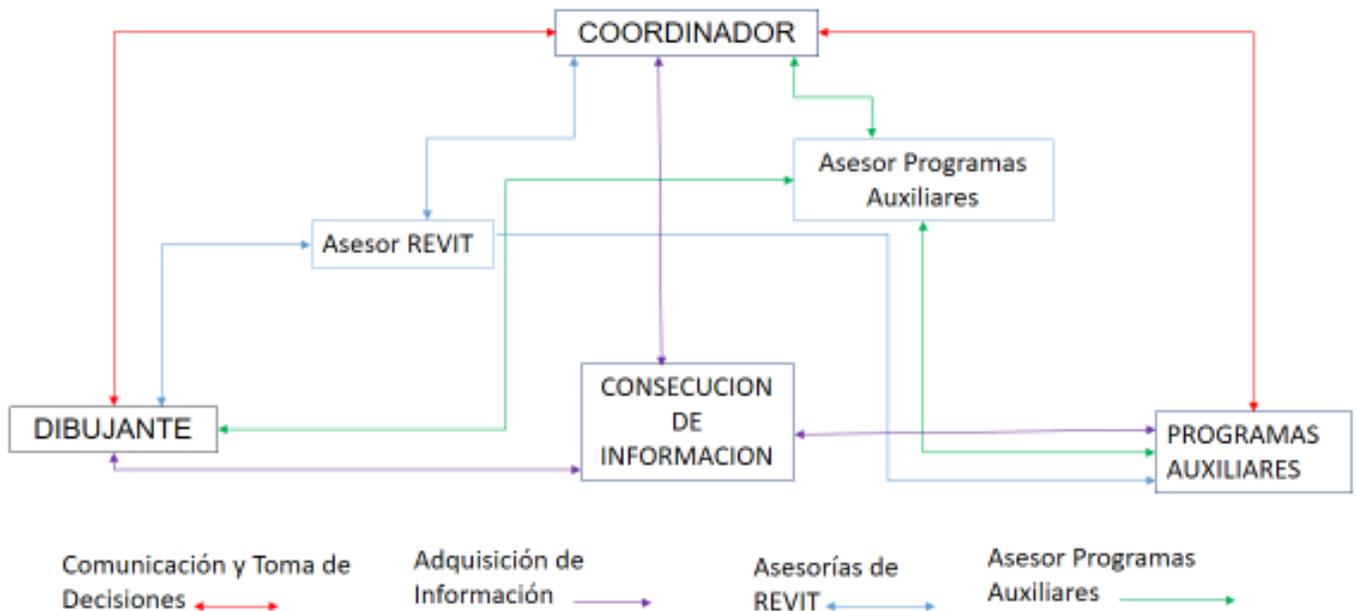
5.2 SEGUNDA FASE

Esta fase fue la definición del sistema colaborativo para la modelación, teniendo en cuenta la principal característica del sistema BIM que es el modelo colaborativo entre las diferentes especialidades y participantes en un proyecto de construcción y teniendo en cuenta que es una característica que no se puede eliminar se estableció un correo compartido entre los integrantes del proyecto para archivar los avances del trabajo y un grupo de WhatsApp para estar continuamente comunicados este correo es bimucc7@gmail.com y la clave Pro-grado en el cual se encuentran solo las últimas versiones del documento, el archivo de AutoCAD y de REVIT.

Se estableció que antes de eliminar un archivo se debía haber aprobado por los tres integrantes del grupo y solo el coordinador podría eliminar un archivo. El asunto para cualquier nuevo archivo enviado al correo debe incluir la fecha y el cambio realizado al archivo.

Se estableció un organigrama para poder coordinar las actividades, este organigrama se realizó solo con el fin de facilitar el trabajo del grupo puesto que las diferentes actividades de los integrantes no permitían reuniones constantes para tomar decisiones de forma.

Organigrama



Cuadro N°1

Como se puede observar se distribuyeron las tareas de dibujo, modelado y programas auxiliares, el documento fue redactado por el coordinador puesto que toda la información fue manejada por el coordinador, los asesores de REVIT y Programas Auxiliares dieron información a todos los integrantes, las actualizaciones fueron compartidas en el correo permanentemente y después de ser discutida se eliminó la versión anterior para no causar equivocaciones.

5.3 TERCERA FASE

Esta fase se centró en la adquisición de información teórica para la elaboración del marco teórico sobre la metodología BIM puesto que la información se encuentra casi en su mayoría en Inglés debido a que es una metodología que aún se encuentra en proceso de estandarización ISO, y los pocos países de habla hispana en el que se utiliza la metodología BIM con más frecuencia que son Costa Rica, México, Perú y Chile aun no tienen una normalización de la metodología y son pocos países los tienen una estandarización de normas para su utilización estos países son Perú y España, este trabajo está basado básicamente en la Norma Peruana trabajo realizado por CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción) y

COMITÉ BIM del Perú y que aún no ha sido publicada en su totalidad pues los últimos títulos ISO todavía se encuentran en revisión.

En esta fase también se incluye la investigación sobre el estudio de caso al que se hace referencia que es el Edificio Urrutia que a pesar de ser patrimonio arquitectónico de la ciudad no se encuentra mucha información histórica sobre él. El conocimiento histórico que existe de este edificio es por la tradición oral y a partir de 1950 se encuentra algo de información en la Secretaria de Planeación de la Ciudad.

La primera entrevista se le realizó al Economista Ismael Antonio Molina Giraldo aficionado a la historia de la ciudad quien relato en la entrevista que esta había sido una edificación la cual había tenido varios usos, el primer uso fue de casa de vivienda en el segundo piso y comercio en el primer piso de propiedad de la familia Urrutia, en los años 60 y 70 en sus instalaciones funciono un colegio luego fue abandonada y finalmente al ser restaurada fue adquirida por la Universidad Cooperativa de Colombia y desde entonces en este edificio funciona la sede administrativa de esta institución.

Se realizó entrevistas con el Arquitecto Jaime Jiménez quien fue el encargado de la restauración de este edificio en el año 1996 en la cual aclaro que el edificio no contaba con una estructura aporricada sino que se trataba de una construcción por gravedad en bloques de arcilla no cocida, que los planos realizados para su restauración se encontraban en la Secretaria de Planeación de Ibagué puesto que esta entidad había sido la encargada de expedir la licencia para su restauración en 1996.

El siguiente paso fue solicitar a la Secretaria de Planeación la documentación existente que perteneciera al Edificio Urrutia, solicitud que se encuentra en los anexos, este trámite tuvo una duración de 20 días y fue entregada a finales del mes de agosto de forma física y digital. Documentación que se adjunta en los anexos.

Entre estos documentos se encuentran licencia de construcción de 1950 para construir una viga perimetral en el segundo piso de concreto reforzado, el certificado de libertad del predio expedido por la oficina de instrumentos públicos, escritura del inmueble, planos levantados para la restauración, el plan de trabajo de la restauración y la licencia de restauración del edificio entre otros documentos de comunicación interna entre la secretaria de planeación y la secretaria de infraestructura municipal de Ibagué.

5.4 CUARTA FASE

Esta fase se inicia con la lectura de la documentación encontrada en español sobre la metodología BIM entre la que se encontraron documentos de la Universidad Nacional de Colombia y de universidades Peruanas y Españolas, se encontró también la norma española que es muy amplia e incluye todo un capítulo sobre restauración de edificaciones de interés.

En esta fase se incluye el desarrollo de la primera parte del trabajo escrito consistente en la redacción de los preliminares del trabajo y del marco teórico que se basó en la norma peruana decisión que se tomó teniendo en cuenta que es un país latinoamericano con una idiosincrasia parecida a la colombiana y que es el país que más éxito ha tenido en la implementación de la metodología BIM en Latinoamérica y que esta metodología ya hace parte de algunos pensum estudiantiles las universidades peruanas.

5.5 QUINTA FASE

Esta quinta fase es básicamente la fase de modelo en REVIT, esta fase incluye la finalización de la redacción del documento.

Teniendo la información recopilada del edificio se inicia con el proceso de adecuación de esta.

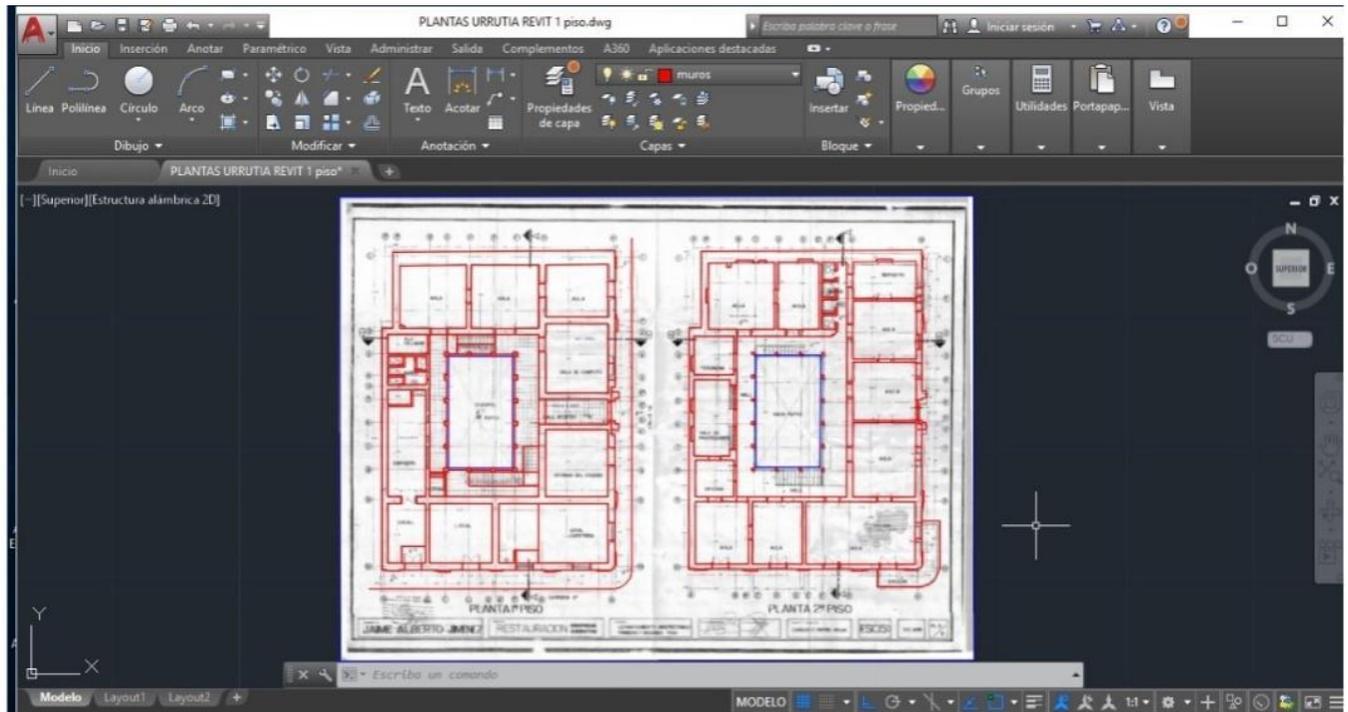


Ilustración 1: Digitalización de planos en AutoCAD. (01)

En la ilustración 1 se observa los planos escaneados, insertados en AutoCAD escalados y dibujados los muros, columnas y elementos importantes para su modelación.

Metodología: Para iniciar el modelado en REVIT del edificio Urrutia se digitalizaron en AutoCAD los planos suministrados por la Secretaría de Planeación de Ibagué los cuales fueron escaneados y convertidos en imagen para ser insertados, escalados y dibujados

digitalmente, se dibujan solamente los elementos a tener en cuenta para modelar, se omiten textos, achurados y ejes, esto da una idea más precisa de la espacialidad del edificio.

Resultado: se obtiene un dibujo digital base para el modelo.

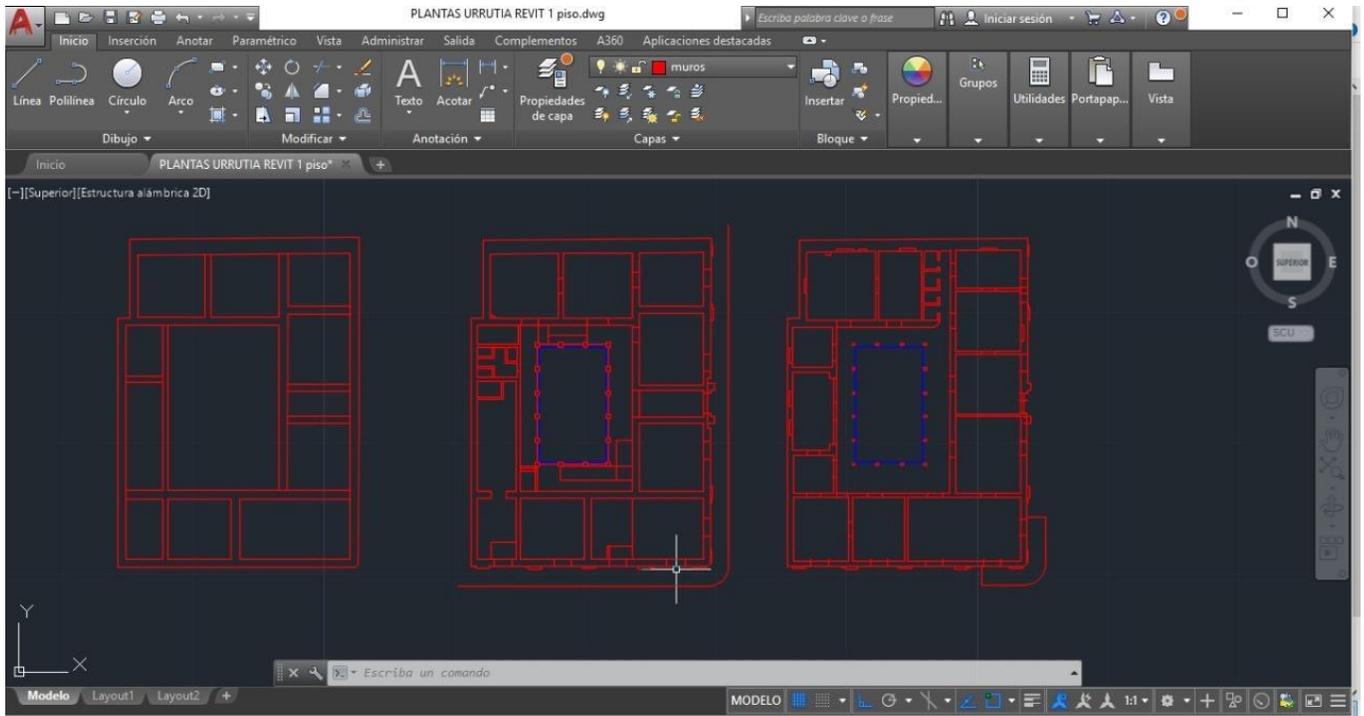


Ilustración 2: Base de modelado. (02)

En la ilustración 2 obtenemos 3 pisos bases para el modelo, cimientos, 1° piso y 2° piso.

Metodología: continuando con el dibujo base de los pisos se observan errores cometidos por el dibujo manual de los planos originales, ya que a la hora de sobre poner el segundo piso, en el primero las dimensiones no concuerdan y tuvieron que ser verificadas en sitio, y concluir el área de construcción específica, además se creó un plano base para los cimientos, ya que este no existía, y es necesario tenerlo en el modelo. Se elimina la imagen del escáner y queda listo para ser insertado en REVIT.

Resultado: se obtiene un dibujo digital base para el modelo.

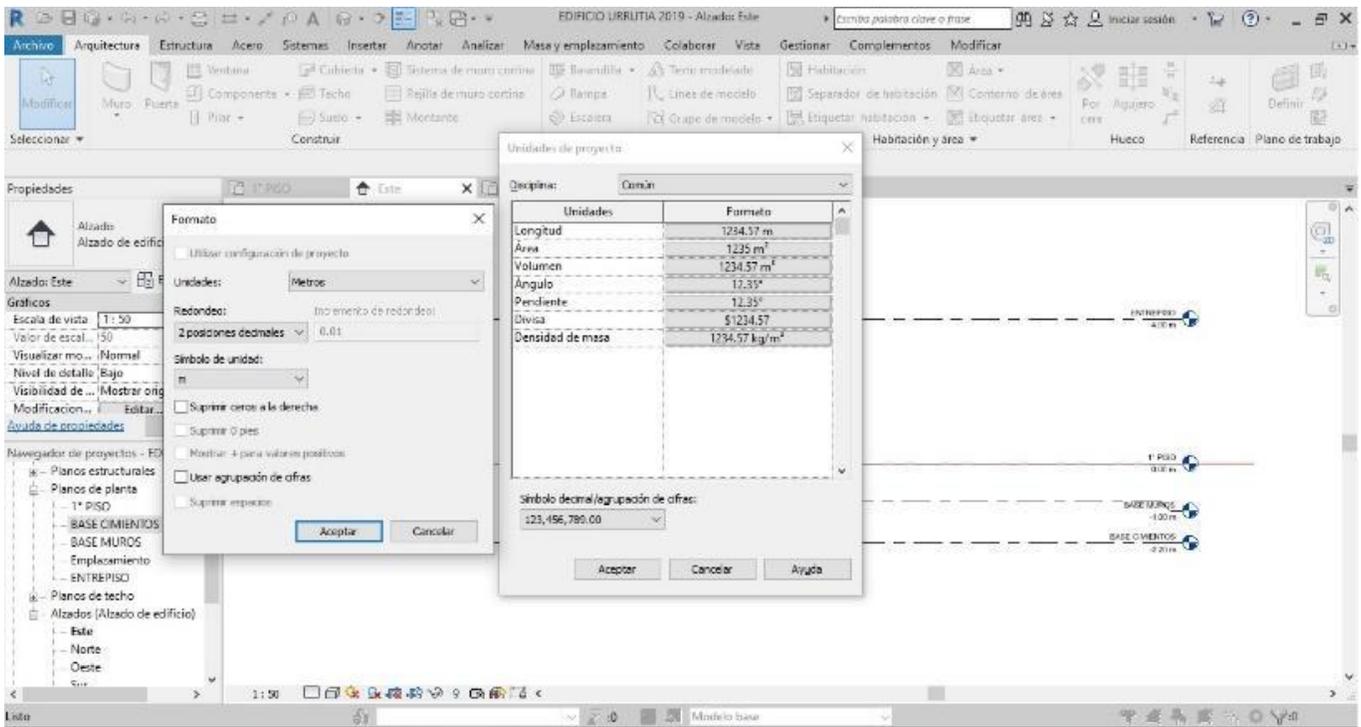


Ilustración 3: Unidades del proyecto. (03)

En la ilustración 3 iniciamos configurado el archivo de Revit con los formatos de unidades a usar.

Metodología: Después de verificar que el archivo de AutoCAD se encontraba en las condiciones requeridas se dio inicio al proceso de modelación en REVIT abriendo un nuevo proyecto de arquitectura, la primera actividad fue verificar y cambiar las unidades del proyecto de acuerdo a la necesidad y facilidad de trabajo del modelador, en este caso se cambió la longitud de milímetros a metros (m) y las unidades de divisas a pesos (\$), pues se tenía claro que se debían introducir los costos para lograr los objetivos de este trabajo.

Resultado: se adecuó el archivo según la necesidad de modelo.

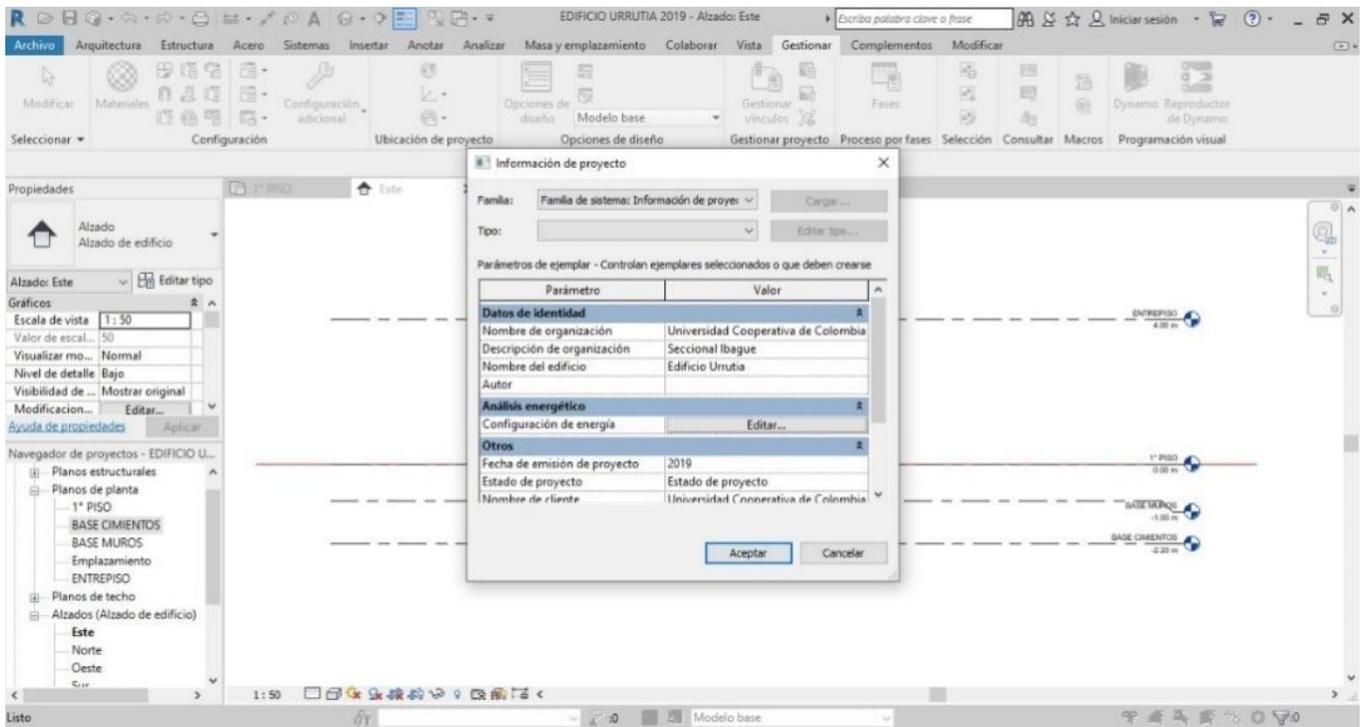


Ilustración 4: Información del proyecto. (04)

En la ilustración 4 continuamos configurado el archivo de Revit con la información del proyecto.

Metodología: Después de cambiar las unidades, continuamos dándole un nombre al proyecto e información relevante, esta información nos sirve para que luego se vea en los rótulos y tener los datos de quien elaboro el proyecto y fecha en que se hizo. entrando por la ficha **Gestionar** y seleccionando el icono de **Información del proyecto** los datos que se introdujeron fueron:

Nombre de la Organización: Universidad Cooperativa de Colombia

Descripción de la Organización: Seccional Ibagué

Nombre del Edificio: Edificio Urrutia

Fecha de Emisión del Proyecto: 2019

Nombre del Cliente: Universidad Cooperativa de Colombia

Dirección del Proyecto: Calle 2 Carrera 10 Esquina

Nombre del Proyecto: Modelación BIM Edificio Urrutia

Resultado: nombre e información necesaria sobre el proyecto.

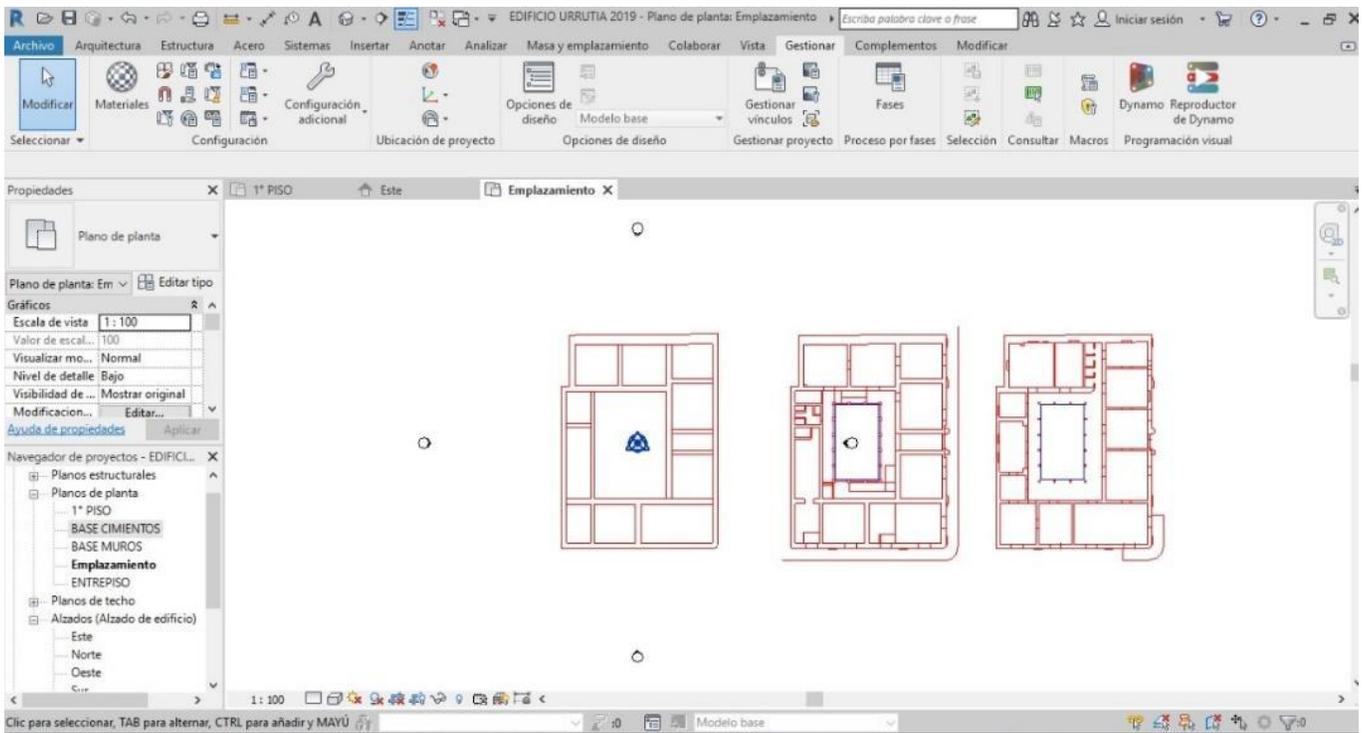


Ilustración 5: Vínculo CAD en REVIT. (05)

En la ilustración 5 insertamos un vínculo de CAD a nuestro archivo REVIT, para empezar a modelar.

Metodología: insertamos un vínculo CAD, para empezar a modelar y tener una base de cómo es nuestro proyecto, iniciamos ubicando el vínculo en un nivel de cimientos y centrado, una vez esta donde lo necesitamos lo bloqueamos para que no se mueva por equivocación. Al ser un vínculo CAD, nos ayuda de que, si hacemos un cambio en AutoCAD, se ve reflejado en REVIT.

Resultado: ya tenemos una base para modelar.

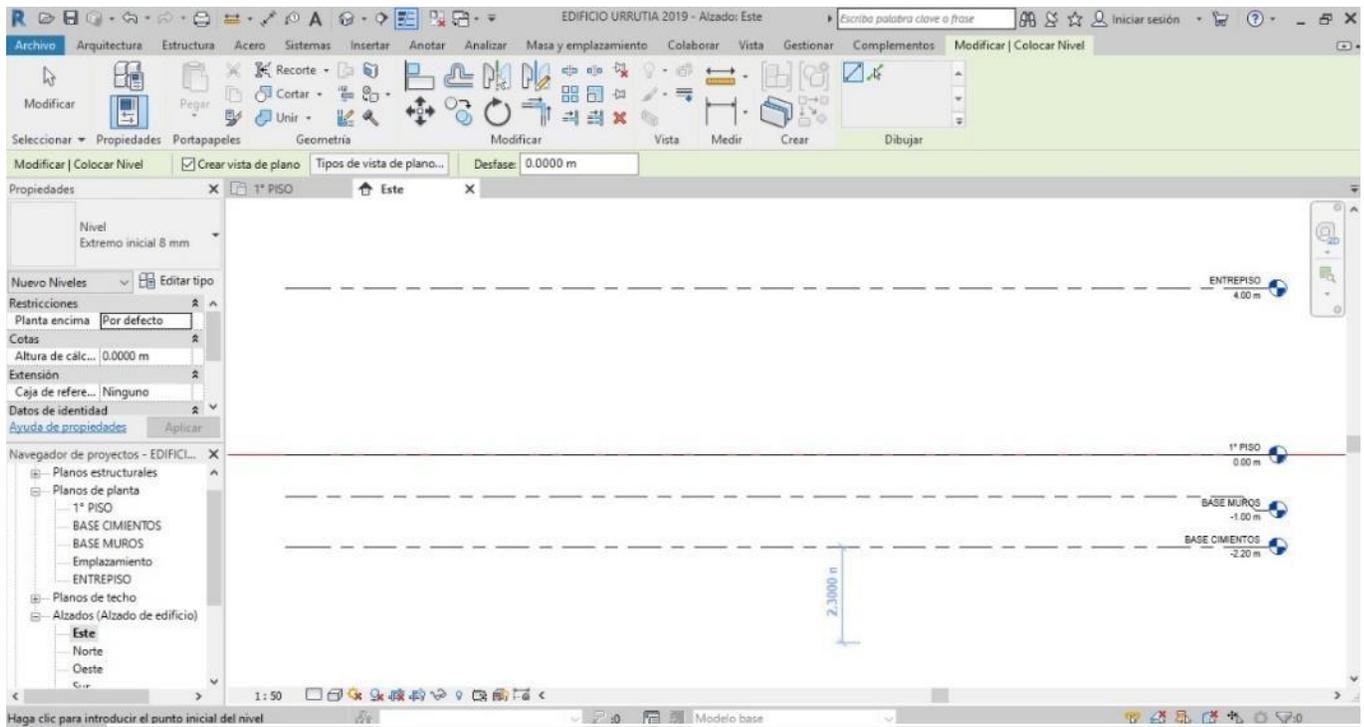


Ilustración 6: Niveles. (06)

En la ilustración 6 definimos y creamos los niveles de la edificación.

Metodología: vamos a una vista de alzado en el navegador del proyecto y encontramos 2 niveles por defecto, estos los podemos editar en cuanto a la altura y el nombre, para adicionar otro nivel que necesitamos en este proyecto selecciona la ficha **Arquitectura** y se selecciona el símbolo de **nivel** y se le da la altura con respecto a otro nivel existente y su ubicación si es superior o inferior finalmente aceptar.

Los niveles son muy importantes, porque al modelar nos va a servir de pauta para indicar hasta dónde van los muros o donde van las placas o hasta dónde llega la cubierta o la base de algunos elementos del modelo, además de ofrecernos vistas de planta en estos niveles.

Resultado: hechos los niveles podemos comenzar a modelar.

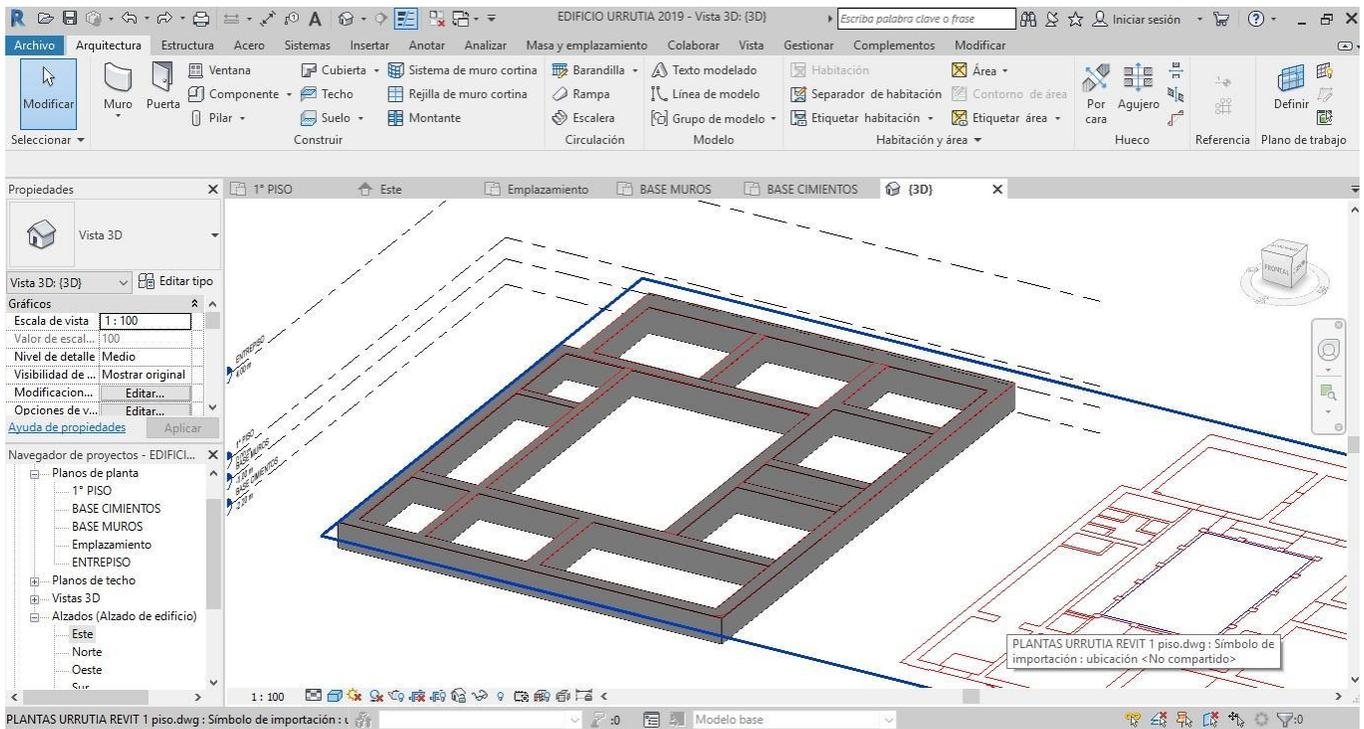


Ilustración 7: Creación de muros cimientos. (07)

En la ilustración 7 Modelamos lo muros de cimientos.

Metodología: se crea el tipo de muro a usar teniendo en cuenta que para el tipo de construcción de la época la cimentación eran unos muros en ciclópeo la base de la edificación, se ponen especificaciones, y se modela teniendo en cuenta las líneas del vínculo CAD.

la ficha **Arquitectura** y se selecciona **Muro** y se selecciona el tipo de muro creado y se comienza a trazar el modelo con una altura definida por los niveles.

Resultado: la base del edificio está completa.

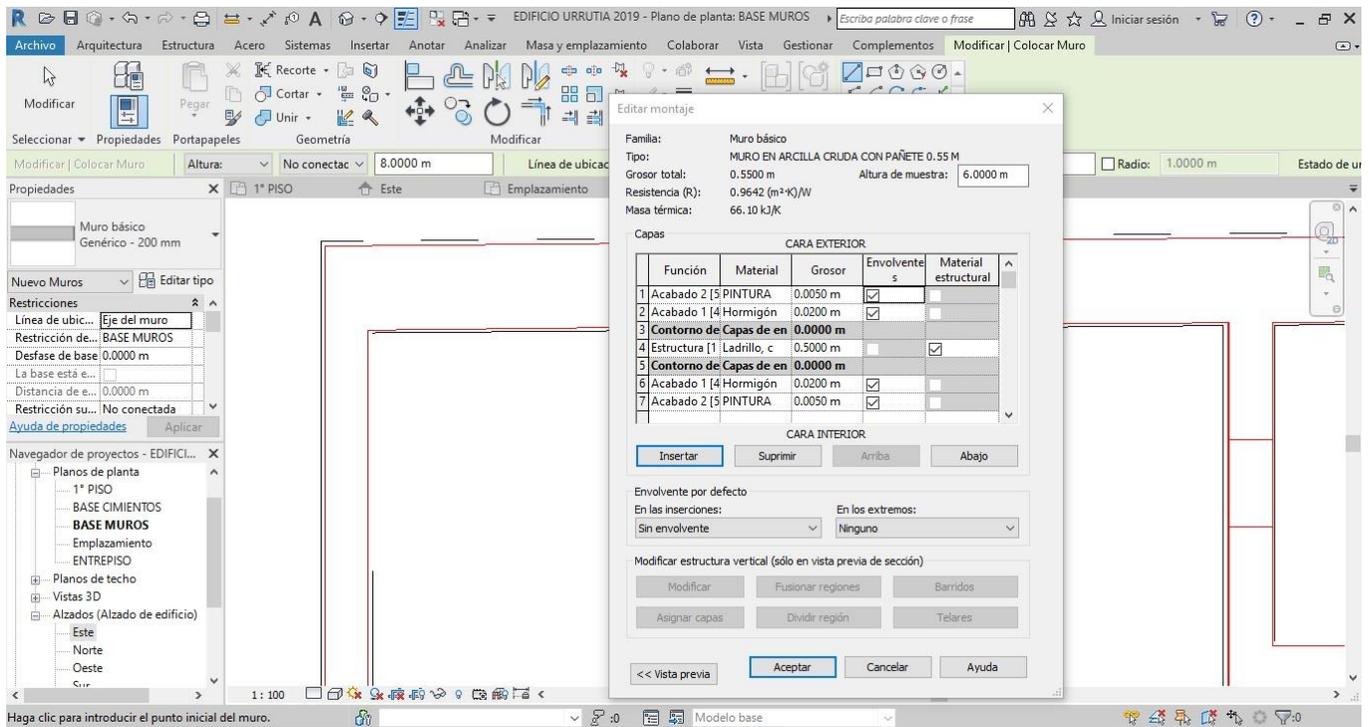


Ilustración 8: Especificación de muros. (08)

En la ilustración 8 definimos y creamos la estructura de muros.

Metodología: se edita el tipo de muro, duplicando y creando uno nuevo con especificaciones que se necesiten asignando materiales.

Resultado: se crean los distintos tipos de muros a usar en el proyecto.

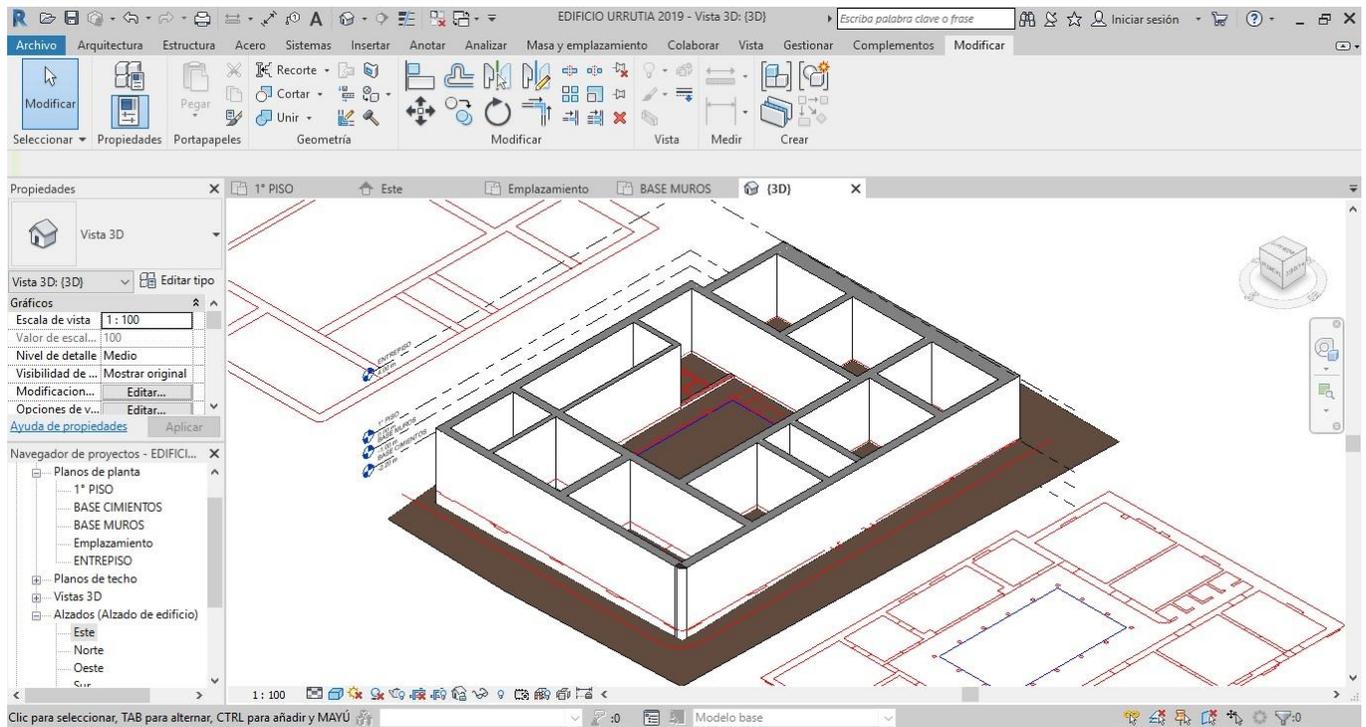


Ilustración 9: Muros primer piso. (09)

En la ilustración 9 creamos muros de fachada y divisorios en 1° piso.

Metodología: Luego de especificar la estructura del muro y los distintos espesores se comienzan a crear estos basándose en las líneas del vínculo CAD, los muros pasan de largo sin tener en cuenta puertas, ya que estas hacen el vano a la hora de insertarlas, los muros van atados por los niveles desde su base hasta la parte superior.

Resultado: Definidos los muros divisorios y los perimetrales del 1° piso.

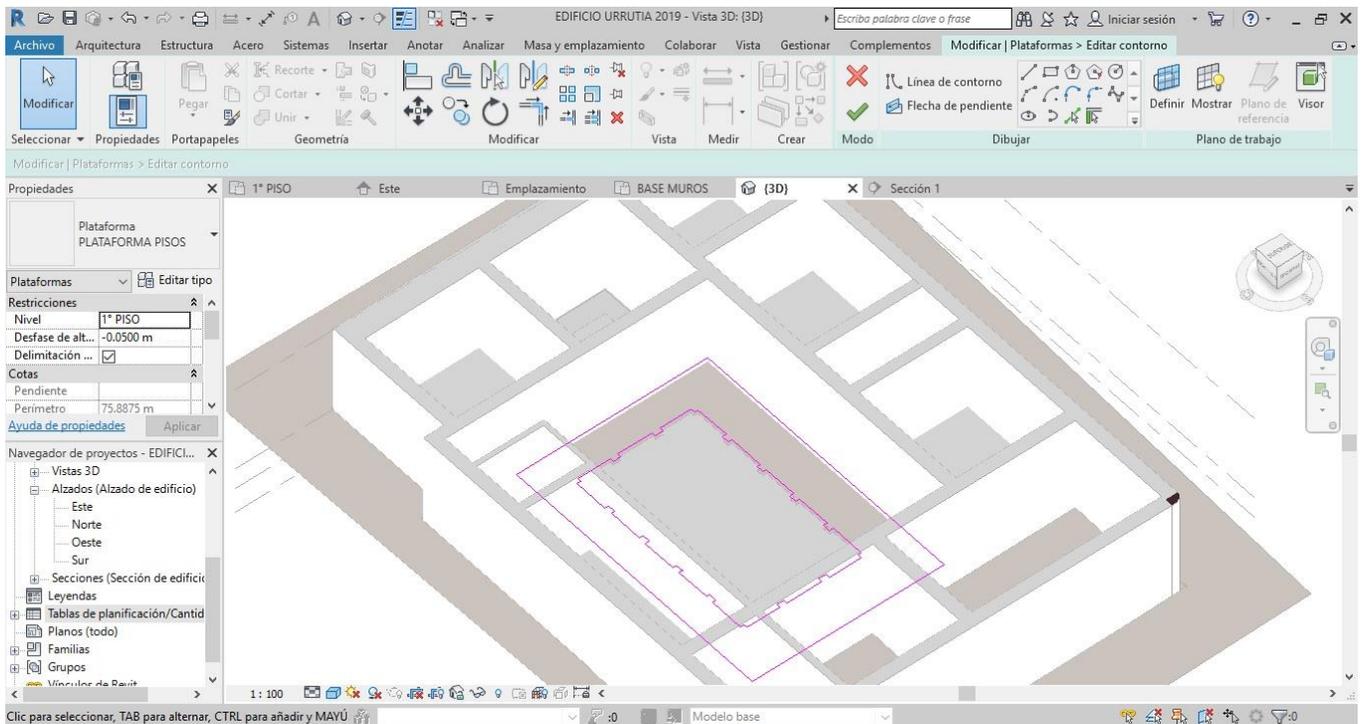


Ilustración 10: Plataforma de construcción. (10)

En la ilustración 10 líneas de modelo para plataforma de construcción.

Metodología: se realizan lo que en REVIT se llama plataforma de construcción, que es básicamente una plataforma sobre un suelo en el cual puedo comenzar a construir, es decir como un Solado, luego se realizan sobre este las placas de contrapiso.

Resultado: Definidos los perímetros de las plataformas de construcción.

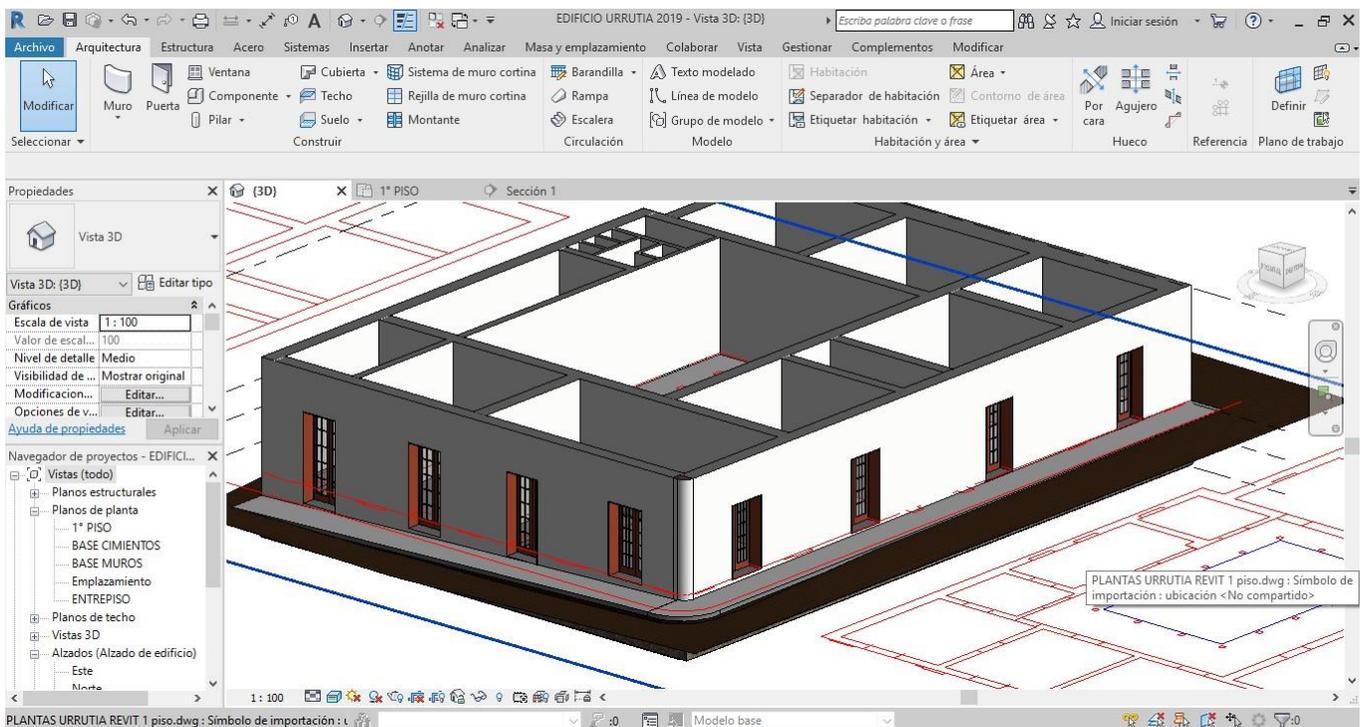


Ilustración 11: Puertas primer piso. (11)

En la ilustración 11 se encuentran las puertas del 1° piso ubicadas en su sitio y al nivel correspondiente.

Metodología: en la ficha **arquitectura** seleccionamos la opción de **Puerta**, cargamos la familia de puertas que se asemeje a la puerta que necesitamos, **editar familia**, y **duplicar** cuantas veces necesitamos ya que son de distintos anchos y altos; luego las ponemos en el lugar que corresponde basándonos en el vínculo CAD, y el programa automáticamente realiza el vano en los muros.

Resultado: Todas las puertas del Primer piso quedan instaladas.

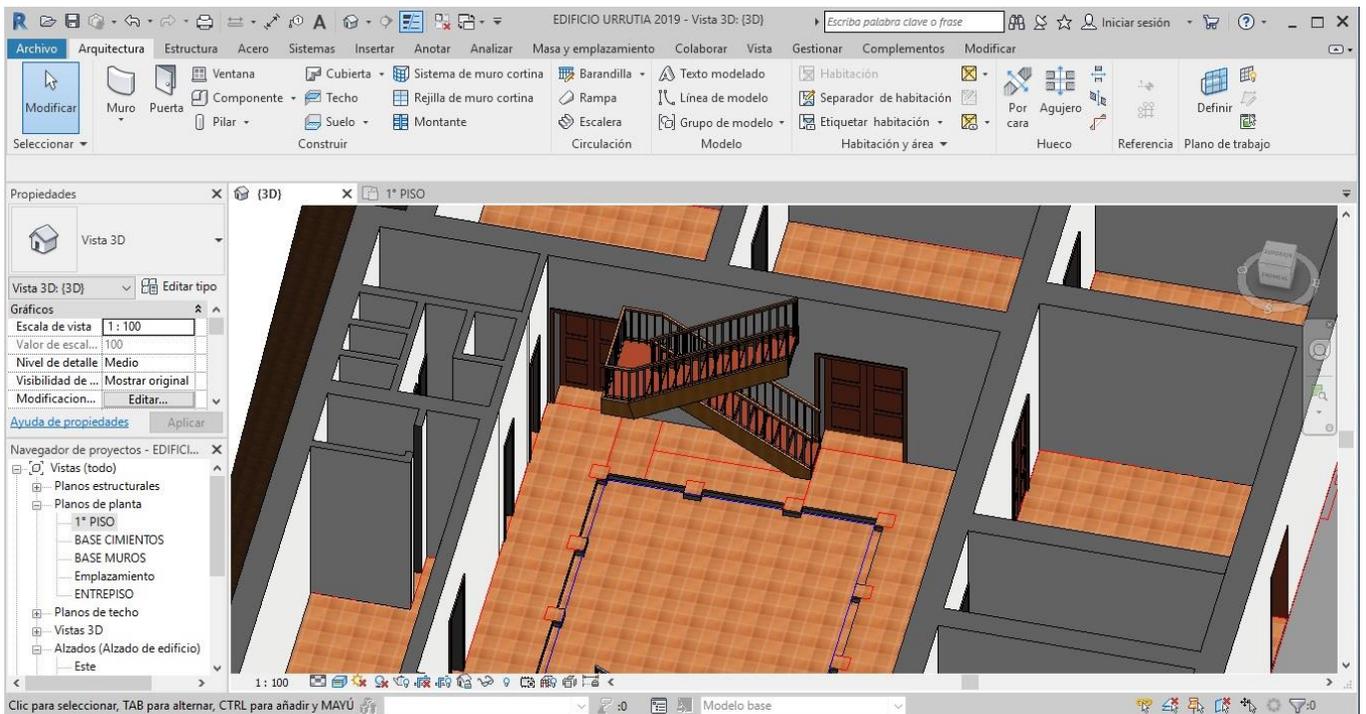


Ilustración 12: Escaleras y acabados de piso. (12)

En la ilustración 12 se observa la escalera y el acabado de piso aplicado.

Metodología: se aplica un alistado de piso con acabado en una textura de tablón de gress y se modelan escaleras tratando de igualar las propiedades de las reales, las escaleras se modelan automáticamente con el pasamanos, pero es totalmente editable.

Resultado: definimos el acabado de pisos del 1° piso y realizamos la escalera para el segundo.

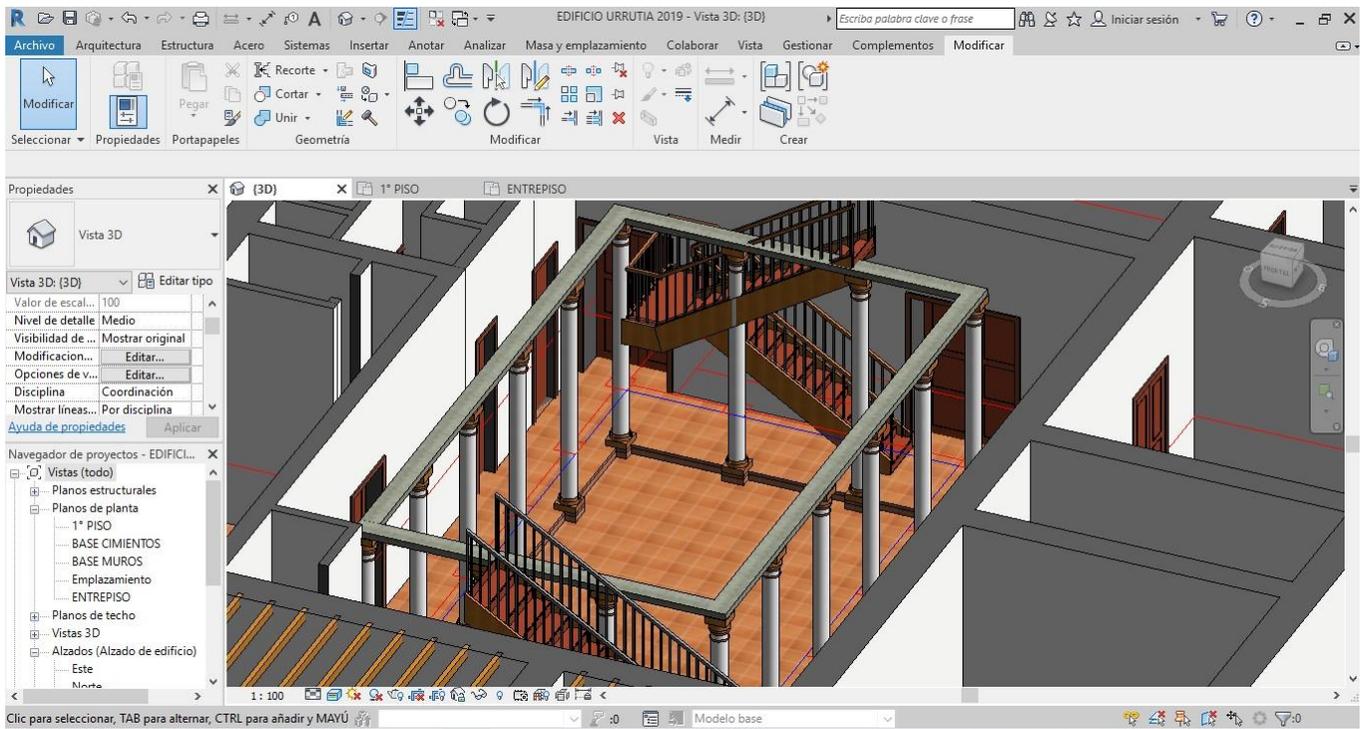


Ilustración 13: Columnas arquitectónicas y estructura entrepiso. (13)

En la ilustración 13 vemos las columnas decorativas una viga perimetral modelada.

Metodología: para las columnas se realiza un modelado en sitio pues este tipo de columnas no es fácil de encontrar hecha como familia, y luego se copia y ubican en su posición, luego se realiza una viga rectangular en concreto sobre estas, para luego hacer la placa de entrepiso.

Resultado: avanzamos en la estructura para la placa de entrepiso.

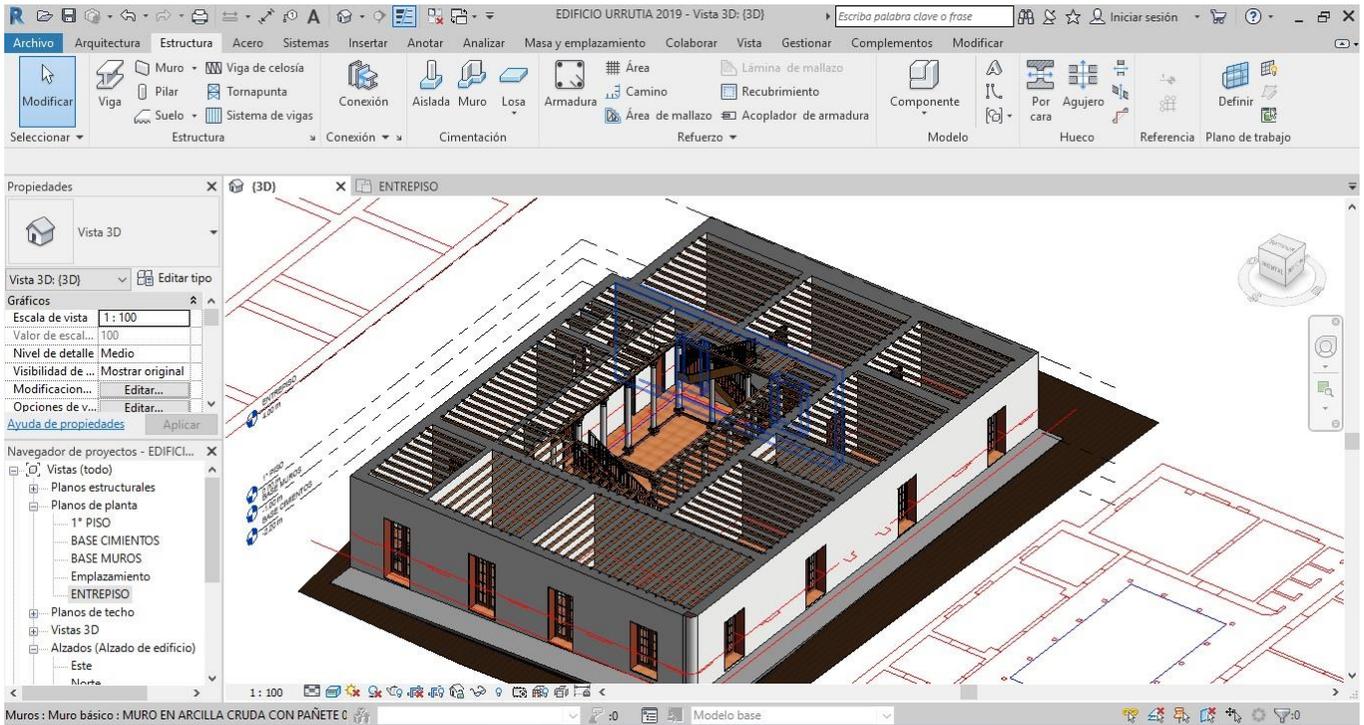


Ilustración 14: Sistema de vigas para placa de entrepiso. (14)

En la ilustración 14 encontramos todo el sistema de vigas en madera que soportara la placa de entrepiso.

Metodología: En este caso la placa de entrepiso está compuesta por dos tipos de materiales (madera y concreto), las cuales están apoyadas sobre un sistema de viguetas en madera, se tuvo que definir totalmente la estructura debido que esta no se encuentra determinado en el programa. Y apoyarla sobre la única viga de concreto reforzado existente que se encuentra localizada como viga perimetral del patio central que se hizo en la ilustración anterior.

Resultado: un sistema de vigas de madera totalmente editable y actualizable.

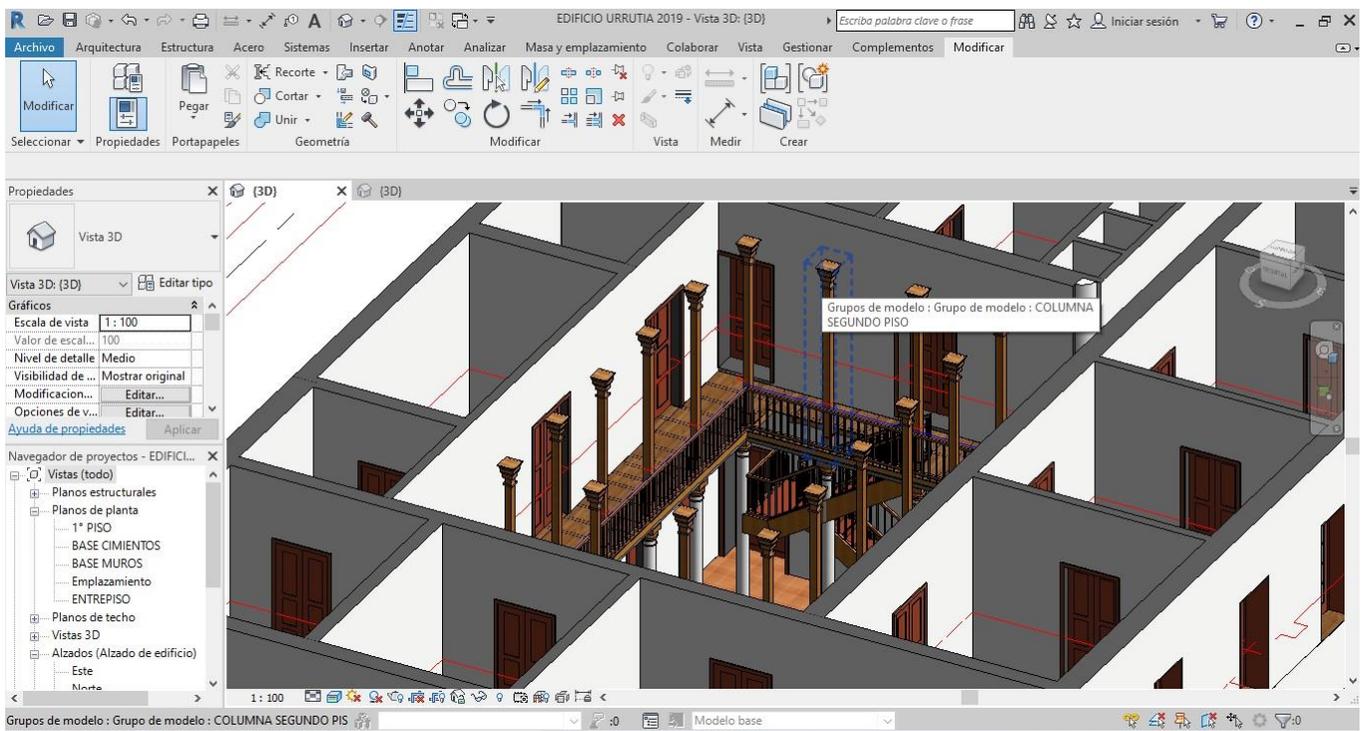


Ilustración 15: Segundo piso. (15)

En la ilustración 15 encuentra avance en el 2° piso con puertas, columnas decorativas, barandas.

Metodología: El segundo piso se continua con la misma metodología del 1° piso, se realiza placa de entrepiso, muros, puertas, columnas decorativas y barandas; esta última es muy fácil de modelar en la ficha **Arquitectura**, el comando **Barandilla** seleccionamos y trazamos la línea por donde va baranda, igual que lo demás escogemos y editamos el tipo de baranda.

Resultado: segundo piso terminado.

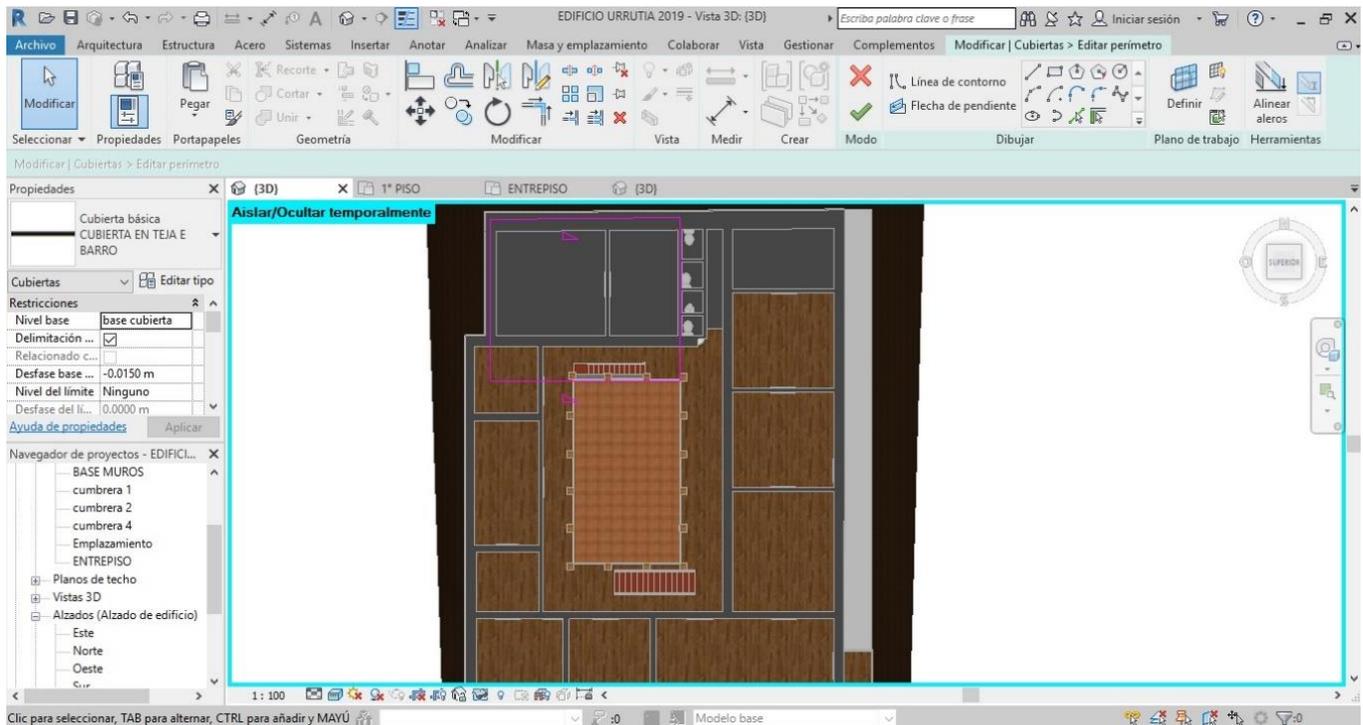


Ilustración 16: Cubiertas. (16)

En la ilustración 16 definición de cubierta.

Metodología: definición de perímetro señalando las pendientes con líneas de dibujo de color rosado, luego escogemos el tipo de cubierta, editamos tipo, y diseñamos la estructura de esta, una capa de lámina de madera, mano asfáltico, y teja de barro; las cubiertas se seccionan en 4, ya que son estos los tramos para las cubiertas.

Resultado: definidos los perímetros de las cubiertas.

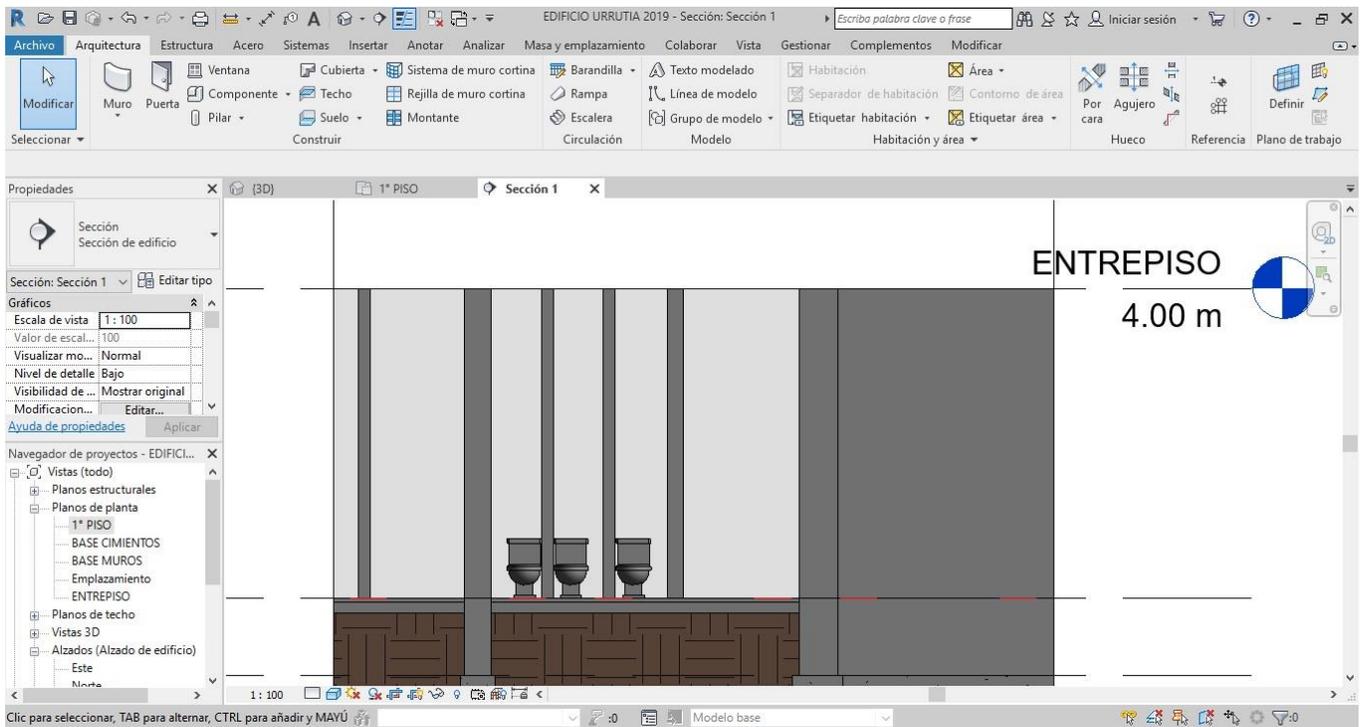


Ilustración 17: Mobiliario de baños (17)

En la ilustración 17 vemos los equipos sanitarios instalados.

Metodología: inserción de familias MEP, como sanitarios, lavamos, orinales, en el modelo, para luego en la plantilla de plomería, modelar todo el sistema de tuberías, su inserción es igual a cualquier otro elemento, carga una familia, y la ubica en la posición designada para este, teniendo en cuenta el nivel al cual va vinculada.

Resultado: ubicados los elementos hidrosanitarios en el modelo.

Terminado el modelado se inició con el presupuesto, para esto se incorporaron los costos a las familias creadas estos costos se obtuvieron del listado de precios dl ICCU 2019 (Instituto de Infraestructura y Construcción de Cundinamarca), seguidamente se sacaron las tablas de materiales ingresando por **Navegador de Proyectos** opción **Tablas de Planificación/Cantidades** y seleccionando en el cuadro de texto **Nueva Tabla** y se escogió inicialmente la opción **Multicategoría** y se seleccionaron los campos más convenientes como son: **Descripción, ancho, alto, espesor, longitud, área, volumen, cantidad.**

Al ver que esta tabla era demasiado compleja y extensa se sacaron tablas más pequeñas por familias, estas tablas fueron:

Área de superficie	Corte M3	Relleno M3
1936 m ²	0.00	0.00
1415 m ²	14.08	47.50
110 m ²	222.84	0.00
49 m ²	7.39	0.00
61 m ²	1.70	4.07
24 m ²	0.19	2.96
12 m ²	0.76	0.00
26 m ²	3.03	0.00
26 m ²	3.15	0.00
20 m ²	2.54	0.00
27 m ²	1.88	0.00
10 m ²	0.30	0.00
26 m ²	0.07	1.27
36 m ²	2.28	0.89
27 m ²	0.52	1.65
11 m ²	0	5.74
2 m ²	0.02	0
23 m ²	0.84	0.64
25 m ²	0	6.66
13 m ²	0	1.65
2 m ²	0	0.05
Total general: 21	261.59	73.09

Tabla 1: Planificación de Topografía

Familia y tipo	Grosor	Área	Volumen
Plataforma: PLATAFORMA CIMIENTOS	0.05	110.20	5.51
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	49.06	7.36
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	60.85	9.13
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	24.40	3.66
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	12.01	1.8
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	25.62	3.84
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	26.34	3.95
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	20.21	3.03
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	26.72	4.01
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	9.83	1.47
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	25.67	3.85
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	35.77	5.37
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	27.01	4.05
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	11.07	1.66
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	2.47	0.37
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	23.12	3.47
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	25.37	3.81
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	12.65	1.9
Plataforma: PLATAFORMA PISOS	0.15	1.9	0.29
Total general: 19		530.27	68.52

Tabla 2: Plataformas de construcción

Familia y tipo	Área	Volumen
Decorado fachada1: decorado fachada	0.13	0.00
Decorado fachada2: decorado fachada	0.22	0.01
Decorado fachada: decorado fachada	0.22	0.01
Decorados fachada1: decorados fachada	0.26	0.01
Decorados fachada: decorados fachada	0.26	0.01
Esquinero redondo 2 piso: esquinero redondo 2 piso	0.06	0.24
Muro básico: cimentación - ciclópeo base muros 0,40 m	21.41	8.56
Muro básico: cimentación - ciclópeo base muros 0,45 m	3.36	1.51
Muro básico: cimentación - ciclópeo base muros 0,50 m	5.81	2.90
Muro básico: cimentación - ciclópeo base muros 0,55 m	11.54	6.34
Muro básico: cimentación - ciclópeo base muros 0,65 m	148.25	96.36

Muro básico: cimentación - ciclópeo base muros 1,17 mt	19.50	22.82
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,20 m	142.87	28.57
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,25 m	28.76	7.19
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,30 m	140.69	42.21
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,35 m	78.02	27.24
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,40 m	94.59	37.83
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,41 m	38.69	15.86
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,45 m	110.95	49.92
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,50 m	89.82	44.91
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,51 m	131.62	67.07
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,55 m	540.86	297.44
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 0,90 m	78.28	67.05
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete 1,07 m	81.75	87.47
Muro básico: muro en arcilla cruda con pañete viga canal 0,10 m	22.72	2.32
Muro básico: muro en drywall e=0,15 mts	72.51	10.88
Muro con esquina curvo: muro con esquina curvo	0.19	1.75
Muro decorativo viga canal: muro decorativo viga canal	24.57	5.24
Muro especial viga canal: muro especial viga canal	22.55	7.17
Muro realce fachada1: muro realce fachada	0.26	1.10
Muro realce fachada2: muro realce fachada	0.20	0.56
Muro realce fachada3: muro realce fachada	0.26	1.10
Muro realce fachada4: muro realce fachada	0.20	0.56
Muro realce fachada5: muro realce fachada	0.20	0.60
Muro realce fachada6: muro realce fachada	0.20	0.62
Muro realce fachada7: muro realce fachada	0.26	1.13
Muro realce fachada8: muro realce fachada	0.26	1.18

Muro realce fachada: muro realce fachada	0.18	0.50
Muro realce fachada 1: muro realce fachada 2	0.08	0.27
Muro realce fachada 2: muro realce fachada 2	0.08	0.27
Muro realce fachada 3: muro realce fachada 2	0.08	0.27
Muro realce fachada 4: muro realce fachada 2	0.08	0.29
Zócalo fachada1: zócalo fachada	1.00	0.56
Zócalo fachada2: zócalo fachada	0.39	0.22
Zócalo fachada3: zócalo fachada	0.87	0.51
Zócalo fachada4: zócalo fachada	0.81	0.49
Zócalo fachada5: zócalo fachada	0.62	0.41
Zócalo fachada6: zócalo fachada	0.55	0.40
Zócalo fachada7: zócalo fachada	0.63	0.48
Zócalo fachada8: zócalo fachada	0.36	0.29
Zócalo fachada: zócalo fachada	0.47	0.26
Total general: 112	1918.48	950.96

Tabla 3: Cantidades de Muros

Familia y tipo	Área
Cubierta básica: Piso en madera	272.50
Cubierta básica: placa balcón con Piso en madera	11.65
Cubierta básica: PLACA EN CEMENTO LISO	71.96
Cubierta básica: CUBIERTA EN TEJA DE BARRO	182.82
Cubierta básica: CUBIERTA EN TEJA DE BARRO	102.65
Cubierta básica: CUBIERTA EN TEJA DE BARRO	76.90
Cubierta básica: CUBIERTA EN TEJA DE BARRO	114.29
Cubierta básica: PLACA VIGA CANAL	11.35
Cubierta básica: PLACA VIGA CANAL	7.69

Tabla 4: Cantidades de Placas y Cubiertas

Familia y tipo	Altura	Anchura	Recuento
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 0,90 x 2,55	2.55	0.90	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 0,95 x 2,55	2.55	0.95	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,00 x 2,48	2.48	1.00	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,05 x 2,55	2.55	1.05	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,10 x 2,48	2.48	1.10	3
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,10 x 2,55	2.55	1.10	7

Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,15 x 2,48	2.48	1.15	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,15 x 2,55	2.55	1.15	5
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,17 x 2,55	2.55	1.17	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,30 x 2,55	2.55	1.30	2
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,35 x 2,55	2.55	1.35	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 1,60 x 2,55	2.55	1.60	1
Doble-Panel 1: Puerta interna dos hojas de 2,00 x 2,55	2.55	2.00	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,05 x 2,50 mts	2.50	1.05	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,10 x 2,50 mts	2.50	1.10	2
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,25 x 2,50 mts	2.50	1.25	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,25 x 2,55 mts	2.55	1.25	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,30 x 2,5 mts	2.50	1.30	4
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,30 x 2,55 mts	2.55	1.30	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,30 x 2,91 mts	2.91	1.30	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,35 x 2,95 mts	2.95	1.35	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,35 x 3,15 mts	3.15	1.35	1
M_Puerta-Interior-Doble-Cristal completó-Madera: Puerta fachada teca 1,40 x 2,55 mts	2.55	1.40	3
M_Simple-A ras: Puerta interna 0,50 x 2,55	2.55	0.50	4
M_Simple-A ras: Puerta interna 0,60 x 2,55	2.48	0.60	4
M_Simple-A ras: Puerta interna 0,65 x 2,55	2.55	0.60	1
M_Simple-A ras: Puerta interna 0,70 x 2,55	2.55	0.70	1
PUERTA ESPECIAL: PUERTA ESPECIAL			1
Simple-Cristal 2: Puerta fachada 0,70 x 2,50	2.50	0.70	2
Total general: 55			55

Tabla 5: Cantidades de Puertas

Familia y tipo	Área
Cielo raso de cubierta: DRYWALL - 1,5 CM 1ºPISO	297.58
Cielo raso de cubierta: DRYWALL - 1,5 CM 2ºPISO	262.43

Tabla 6: Cantidades de Cielos Rasos de Cubierta

Familia y tipo	Longitud
Canalón: Canalón	40.14

Tabla 7: Cantidades de Canal Metálica

Familia y tipo	Altura de barandilla	Longitud
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera escaleras	0.90	6.94
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera escaleras	0.90	9.29
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón	0.90	11.92
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	1.30
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	1.30
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	1.30
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	1.05
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	1.10
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	0.70
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	0.71
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera balcón de puerta segundo piso	0.90	1.10
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera voladizo hall segundo piso	0.90	28.28
Barandilla: Tubo, 9 cm en madera voladizo escalera	0.90	9.06

Tabla 8: Cantidades de Barandillas

Familia y tipo	Longitud	Recuento
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	0.70	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	0.76	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	0.78	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	0.80	6
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	1.32	3
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	1.50	1

M_Glulam-Pino del sur: 76X140	1.52	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	1.69	9
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	1.72	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	1.98	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	2.03	22
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	2.2	9
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	2.26	4
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	3	9
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	4.72	21
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	4.76	3
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	4.87	26
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	4.95	6
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	5.09	11
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	5.1	20
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	5.16	2
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	5.2	2
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	5.35	9
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	5.49	9
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	7.08	4
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	7.22	4
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	7.42	6
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	8.93	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	9.11	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	9.14	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	10.47	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140	10.58	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	0.67	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	1.19	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	5.97	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	6.99	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	8.02	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	9.05	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	9.7	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	9.88	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	9.9	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	10.07	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	10.37	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	10.38	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	10.68	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	10.85	1

M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	10.87	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	11.1	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	11.34	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	11.35	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	11.67	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	11.82	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	11.84	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	12.13	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	12.31	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	12.33	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	12.65	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	12.79	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	12.81	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	13.63	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	14.37	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	14.61	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	14.68	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	14.79	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	15.18	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	15.59	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	15.68	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	16.19	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	16.69	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	17.18	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	17.19	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	17.68	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	17.69	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	18.18	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	18.68	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	19.18	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	19.68	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	20.18	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	21.03	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	21.53	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	22.03	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	22.53	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	23.02	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	23.52	1
M_Glulam-Pino del sur: 76X140 CUBIERTA	24.02	1
M_Hormigón-Viga rectangular: VIGUETA 0,10 X 0,30	5.45	2

M_Hormigón-Viga rectangular: VIGUETA 0,10 X 0,30	9.15	2
Total general: 254		254

Tabla 9: Cantidades de Armazones Estructurales

Familia y tipo	Longitud	Recuento
Madera-Pilar: 76x76	5.54	12
Madera-Pilar: 76x76	1.42	3
Madera-Pilar: 76x76	0.53	1
Madera-Pilar: 76x76	7.28	6
Madera-Pilar: 76x76	9.44	7
Madera-Pilar: 76x76	6.78	5
Madera-Pilar: 76x76	6.95	5
Madera-Pilar: 76x76	1.4	1
Madera-Pilar: 76x76	1.43	1
Madera-Pilar: 76x76	1.46	1
Madera-Pilar: 76x76	1.47	1
Madera-Pilar: 76x76	5.93	4
Madera-Pilar: 76x76	6.24	4
Madera-Pilar: 76x76	3.18	2
Madera-Pilar: 76x76	1.6	1
Madera-Pilar: 76x76	6.66	4
Madera-Pilar: 76x76	8.41	5
Madera-Pilar: 76x76	1.7	1
Madera-Pilar: 76x76	10.33	6
Madera-Pilar: 76x76	5.22	3
Madera-Pilar: 76x76	7.01	4
Madera-Pilar: 76x76	2.06	1
Madera-Pilar: 76x76	8.49	4
Madera-Pilar: 76x76	12.8	6
Madera-Pilar: 76x76	13.04	6
Madera-Pilar: 76x76	8.72	4
Madera-Pilar: 76x76	8.83	4
Madera-Pilar: 76x76	2.22	1
Madera-Pilar: 76x76	4.46	2
Madera-Pilar: 76x76	2.24	1
Madera-Pilar: 76x76	11.33	5
Madera-Pilar: 76x76	6.83	3
Madera-Pilar: 76x76	2.3	1
Madera-Pilar: 76x76	2.41	1
Madera-Pilar: 76x76	2.51	1

Madera-Pilar: 76x76	12.68	5
Madera-Pilar: 76x76	2.57	1
Madera-Pilar: 76x76	15.53	6
Madera-Pilar: 76x76	2.75	1
Total general: 130		130

Tabla 10: Cantidades de Pilares de Estructura de Cubierta

Familia y tipo	Área
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	224.73
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	26.43
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	27.00
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	12.58
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	2.64
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	23.86
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	3.21
Suelo: Piso en tableta de gres y alistado e= 0,03	49.06
Suelo: voladizo 0,10 CM	0.18
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.13
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.18
Suelo: VOLADIZO 0,10 CM	0.18
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.13
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.18
Suelo: VOLADIZO 0,10 CM	0.18
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.13
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.18
Suelo: VOLADIZO 0,10 CM	0.26
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.19
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.26
Suelo: VOLADIZO 0,10 CM	0.21
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.15
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.21
Suelo: VOLADIZO 0,10 CM	0.21
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.15
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.21
Suelo: VOLADIZO 0,10 CM	0.21
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.15
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.21
Suelo: VOLADIZO 0,10 CM	0.21
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.15
Suelo: VOLADIZO 0,05 VERDE	0.21
Total general: 29	373.44

Tabla 11: Planificación de Suelos

Resumen Presión PVC Tuberías			
Diámetro	Descripción del Producto	Código de Catálogo	Longitud
1"	Tb liso pre 1 rde21 6m	2900220	21.18
1/2"	Tb liso pre 1/2 rde9 6m	2900266	35.5
3/4"	Tb liso pre 3/4 rde21 6m	2900237	1.1

Tabla 12: Resumen de tubería Presión en PVC

Pavco Presión PVC Accesorios		
Cantidad	Descripción del Producto	Código de Catálogo
1	Codo pre 90 1 sch40	2901105
24	Codo pre 90 1/2 sch40	2901122
2	Codo pre 90 3/4 sch40	2901144
2	Unión pre 1 sch40	2901616
1	Unión pre 1/2 sch40	2901635
1	Buje pre 1x1/2 soldado	2900849
1	Buje pre 1x3/4 soldado	2900858
1	Buje pre 3/4x1/2 soldado	2900995
1	Tee pre 1 sch40	2901481
6	Tee pre 1/2 sch40	2901498
1	Tee red pre 1x1/2 sch40	2901530
2	Tee red pre 3/4x1/2 sch40	2901538
1	Válvula de bola h2off 3/4" - soldada	2903492
Grand total: 44		

Tabla 13: Accesorios en tubería presión en PVC

Diámetro	Descripción del Producto	Código de Catálogo	Longitud
2"	Tubo sanitario 2" * 6M	2902515	9.88
4"	Tubo sanitario 4" * 6M	2900331	25.98
6"	Tubo sanitario 6" * 6M	2900336	20.94

Tabla 14: Resumen de tubería sanitaria en PVC

Cantidad	Descripción del Producto	Código de Catálogo
1	Codo sanitario 45° 2" cxc	2901181
5	Codo sanitario 90° 2" cxc	2901213
12	Codo sanitario 90° 4" cxc	2901221
1	Unión sanitario 4"	2901700
1	Unión sanitario 6"	2901703
2	Buje sanitario 4x2" soldado	2901030
2	Codo sanitario 45° 2" cxe	2901183

1	Codo sanitario 45° 4" cxc	2901189
4	Codo sanitario 45° 4" cxe	2901191
2	Codo sanitario 90° 2" cxe	2901214
1	Sifón sanitario 135° 4"	2901283
2	Sifón sanitario 180° 2"	2901291
3	Yee red sanitario 6x4"	2901716
1	Yee doble sanitario 4"	2901734
1	Yee red sanitario 4x2"	2901741
1	Yee sanitario 2"	2901748
4	Yee sanitario 4"	2901755
Grand total: 44		

Tabla 15: Accesorios en tubería presión en PVC

Familia	Tipo	Recuento
M_ Interruptores de iluminación	Polo único	28
Total general: 28		

Tabla 16: Planificación de dispositivos de iluminación

Familia	Tipo	Recuento
M_ Aplique - Redondo plano	60W - 120V	42
M_ Iluminación de persiana de alta eficiencia empotrada	2 Lámparas - 120 V	36
M_ Iluminación de persiana de alta eficiencia empotrada	empotrada Lámparas - 120 V	43
Total general: 121		

Tabla 17: Planificación de iluminarias

Panel	Tipo de cable	Voltaje	Longitud	Recuento
100 A 2, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	11.81	2
100 A 3, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	50.13	3
100 A 4, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	13.23	2
100 A 5, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	15.73	2
100 A 6, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	12.64	2
100 A 7, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	29.97	3
100 A 8, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	19.13	2

100 A 9, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	34.8	3
100 A 10, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	7.62	1
100 A 11, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	16.34	2
100 A 12, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	30.46	2
100 A 13, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	17.45	2
100 A 14, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	21.95	2
100 A, 120 V/208 V, Trifase Fase, 4 Cables, En Y	XHHW	120 V	11.64	2
Total general: 30			292.88	

Tabla 18: Planificación de circuitos eléctricos

6. RESULTADOS.

Como resultado de la modelación del Edificio Urrutia se obtuvo un archivo en REVIT de 6.49 Gigas, el cual está conformado por 20 copias de los procesos ejecutados en los planos arquitectónicos, hidro sanitarios y eléctricos; Igualmente las tablas de cantidades generadas desde el Revit datos necesarios para la elaboración del presupuesto de construcción del Edificio, teniendo en cuenta que este se podría utilizar para cualquier tipo de intervención a la estructura.



Ilustración 18: Modelo tridimensional. (01 R.)

En la ilustración 18 apreciamos una vista del modelo en 3D.

Metodología: ubicados en un el nivel 1 vamos a la ficha **Vista** seleccionamos **Vista 3D**, y luego **Cámara**, ubicamos la cámara en una esquina y le damos la profundidad, luego nos muestra una nueva vista la cual nos deja ver esta imagen y hacemos vamos a **inicio**, y en la pestaña de **Exportar-imagen**.

Resultado: tenemos una imagen de realista para mostrar.

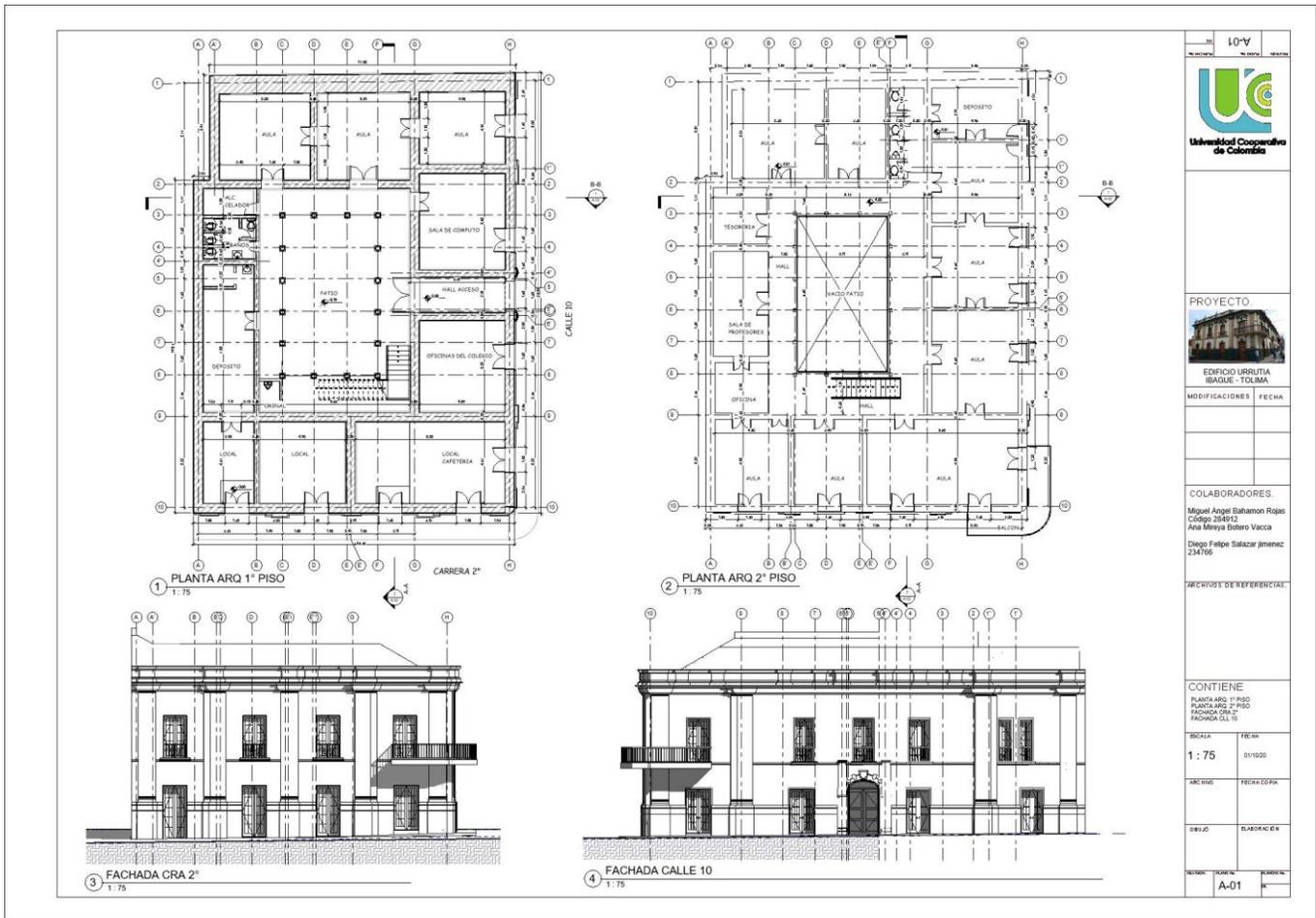


Ilustración 19: Plancha Arq. A-01. (02 R.)

En la ilustración 19 apreciamos una imagen de un plano arquitectónico.

Metodología: en Revit, al modelar en 3D tenemos como resultados planos en 2D, y en el **navegador de proyecto**, en la pestaña de **planos**, creamos uno nuevo, y en el arrastramos las vistas que se quieran plotear.

Resultado: podemos tener vistas, planos, tablas, toda la información se puede plotear.

Las tablas generadas desde el Revit son archivos en formato txt, los cuales deben ser importados al Excel para poder ser trabajados, una vez visible estas tablas de cantidades, se usaron para armar las memorias de cálculo, cuyas cantidades fueron vinculadas al listado de cantidades de las actividades contractuales.

Teniendo en cuenta que el costo de los muros fue estimado y que el material que no es un material convencional y no comercial se espera obtener un presupuesto aproximado.

Después de obtener las tablas se exportaron los datos a EXCEL logrando así totalizar y darle una mejor presentación al presupuesto.

CONTRATO DE OBRA No 1 de 28 de Febrero de 2020, CUYO OBJETO ES "CONSTRUCCION DE EDIFICIO URRUTIA EN LA CIUDAD DE IBAGUE - TOLIMA."

PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO URRUTIA EN LA CIUDAD DE IBAGUE - TOLIMA.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VLR/UNITARIO	VLR/TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Localización y replanteo manual	M2	462.42	\$ 3,886.00	\$ 1,796,964.12
1.2	Cerramiento en teja de zinc h 1,80m	ML	46.40	\$ 48,106.00	\$ 2,232,118.40
1.3	descapote a máquina e= 0,20 m	M2	525.99	\$ 1,579.00	\$ 830,538.21
1.4	Campamento 18 m2	UND	1.00	\$ 2,116,242.00	\$ 2,116,242.00
2	CIMENTACIÓN				
	EXCAVACION CIMENTACION				
2.1	Excavación manual tierra. Con limpieza carga y retiro de Sobrantes	M3	261.59	\$ 85,850.00	\$ 22,457,501.50
2.2	Suministro, extendido y compactación de recebo	M3	261.59	\$ 135,969.00	\$ 35,568,130.71
	CONCRETO PARA CIMENTACION				
2.3	Concreto pobre de limpieza de 2,000 psi	M2	110.20	\$ 366,887.00	\$ 40,430,947.40
2.4	Muro en ciclópeo para cimientos relación 60:40	M3	138.49	\$ 289,415.00	\$ 40,081,083.35
3	CONCRETOS				
3.1	Vigueta 3000 PSI (0,10x0,30)	ML	29.20	\$ 65,200.00	\$ 1,903,840.00
3.2	Placa en concreto balcón 3000 PSI	M3	2.74	\$ 437,910.00	\$ 1,198,888.10
3.3	Placa en concreto entepiso 3000 PSI	M2	71.96	\$ 320,820.00	\$ 23,086,207.20
3.4	Placa viga canal en concreto 3000 PSI	M2	19.04	\$ 950,000.00	\$ 18,088,000.00
3.5	Columna prefabricada en concreto h= 3,76	UND	16.00	\$ 1,950,000.00	\$ 31,200,000.00
4	ESTRUCTURA EN MADERA.				
4.1	Armazón estructural en madera-entepiso y cubierta 76x140mm	ML	1,572.83	\$ 15,200.00	\$ 23,907,016.00
4.2	Estructura en pilares de madera 76 x 76 mm	ML	221.76	\$ 14,900.00	\$ 3,304,224.00
5	PISOS				

5.1	Placa de contrapiso 2500 psi e=0,15 mts	M2	420.07	\$ 86,317.00	\$ 36,259,182.19
5.2	Alistado pisos e=0,03 Mts	M2	373.00	\$ 28,099.00	\$ 10,480,927.00
5.3	Piso en tableta de gress 0,30 x 0,30	M2	373.00	\$ 51,816.00	\$ 19,327,368.00
5.4	Piso en madera 1,5 cm	M2	284.15	\$ 142,800.00	\$ 40,576,620.00
5.5	guarda escobas en gress	ML	214.77	\$ 9,861.00	\$ 2,117,846.97
5.6	guarda escobas en madera	ML	237.58	\$ 12,862.00	\$ 3,055,753.96
6	REFUERZOS				
6.1	Malla electrosoldada No.5 placa de contrapiso	Kg	1,072.89	\$ 6,425.00	\$ 6,893,313.44
7	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
	ACOMETIDA				
7.1	Punto sanitario pvc's 2"	UND	4.00	\$ 70,059.00	\$ 280,236.00
7.2	Punto sanitario pvc's 4"	UND	7.00	\$ 93,268.00	\$ 652,876.00
7.3	Punto sanitario pvc s/sifon 3"	UND	1.00	\$ 76,897.00	\$ 76,897.00
7.4	Punto hidráulico pvc 1/2"	UND	11.00	\$ 65,056.00	\$ 715,616.00
7.5	Suministro e instalación lavamanos de colgar (incluye grifería)	UND	2.00	\$ 147,381.00	\$ 294,762.00
7.6	Suministro e instalación sanitario tanque (incluye grifería)	UND	7.00	\$ 315,917.00	\$ 2,211,419.00
7.7	Suministró e instalación Orinal de llave (incluye grifería)	UND	2.00	\$ 418,210.00	\$ 836,420.00
8	RED DE AGUA FRIA				
8.1	Tubería PVC- 1/2" incluye accesorios	ML	35.50	\$ 13,072.00	\$ 464,056.00
8.2	Tubería PVC- 1" incluye accesorios	ML	21.18	\$ 14,837.00	\$ 314,247.66
8.3	Tubería PVC- 3/4" incluye accesorios	ML	1.10	\$ 23,949.00	\$ 26,343.90
8.4	Registro de 3/4"	UND	1.00	\$ 112,399.00	\$ 112,399.00
9	RED DE DESAGUES				
9.1	Tubería PVCS 2"	ML	9.88	\$ 26,384.00	\$ 260,673.92
9.2	Tubería PVCS 4"	ML	25.98	\$ 49,564.00	\$ 1,287,672.72
9.3	Tubería PVCS 6"	ML	20.94	\$ 92,269.00	\$ 1,932,112.86
9.4	Caja de inspección 60 x 60 cm, Incluye tapa en e=12 cm	UND	1.00	\$ 262,417.00	\$ 262,417.00
10	MAMPOSTERIA Y PAÑETE - INCLUYE PINTURA VINILO TIPO 1				
10.1	Muro en arcilla cruda mayor a 18 cm con pañete	M3	774.75	\$ 385,000.00	\$ 298,278,750.00
10.2	Muro en DRYWALL e=0,15 m	M2	72.51	\$ 82,167.00	\$ 5,957,929.17
10.3	Muro sobre viga canal irregular	M3	12.41	\$ 385,000.00	\$ 4,777,850.00
10.4	sobre pañete sobre muros fachada piso - techo	M3	8.45	\$ 102,518.00	\$ 866,277.10
10.5	Zócalo sobre pañete en fachada	M2	5.70	\$ 95,000.00	\$ 541,500.00
11	INSTALACION ELECTRICA				
11.1	Interruptores de iluminación polo único	UND	28.00	\$ 60,000.00	\$ 1,680,000.00
11.2	Toma doble monofásica	UND	85.00	\$ 62,000.00	\$ 5,270,000.00
11.3	Iluminaria tipo aplique 120v	UND	42.00	\$ 95,000.00	\$ 3,990,000.00

11.4	Iluminaria tipo persiana de alta eficiencia empotrada	UND	79.00	\$ 245,000.00	\$ 19,355,000.00
11.5	Acometida de aparato eléctrico a tableros	ML	332.71	\$ 152,942.00	\$ 50,885,332.82
11.6	Tablero de control 120v	UND	14.00	\$ 350,000.00	\$ 4,900,000.00
12	CARPINTERIA MADERA				
12.1	Suministro e instalación marco y puerta en madera Teca	M2	151.09	\$ 548,000.00	\$ 82,795,950.00
12.2	Suministro e instalación de escalera en madera Teca	UND	1.00	\$ 2,350,000.00	\$ 2,350,000.00
12.3	Suministro e instalación de baranda en madera	ML	177.96	\$ 150,000.00	\$ 26,694,000.00
12.4	Columnas decorativas en madera h= 3,95	UND	16.00	\$ 1,845,000.00	\$ 29,520,000.00
13	CUBIERTAS				
13.1	cielo raso en drywall	M2	560.01	\$ 53,531.00	\$ 29,977,895.31
13.2	Suministro e instalación de teja de barro	M2	476.66	\$ 86,700.00	\$ 41,326,422.00
13.3	Hoja de madera base cubierta	M2	476.66	\$ 125,000.00	\$ 59,582,500.00
13.4	Canal metálica	ML	40.14	\$ 76,000.00	\$ 3,050,640.00
13.5	Soporte Para Canal En Angulo Con Acabado En Color Blanco	UND	27.00	\$ 33,773.00	\$ 911,871.00
VALOR COSTOS DIRECTOS					\$ 1,049,352,779.01
	ADMINISTRACION (A)	20%			\$ 209,870,555.80
	IMPREVISTOS (I)	1%			\$ 10,493,527.79
	UTILIDAD (U)	5%			\$ 52,467,638.95
VALOR COSTOS INDIRECTOS					\$ 272,831,722.54
TOTAL OBRA					\$ 1,322,184,500.99
19	LEGALIZACION DEL PROYECTO				
19.1	LEGALIZACION DEL PROYECTO ANTE CELSIA E INSPECCION DE RETIE Y RETILAP	Gl.	1.00	\$ 5,400,000.00	\$ 5,400,000.00
TOTAL LEGALIZACION					\$ 5,400,000.00
VALOR TOTAL PROYECTO					\$ 1,327,584,501

Tabla 19: Presupuesto de obra

7. CONCLUSIONES.

La implementación de la Metodología BIM en el edificio Urrutia represento varios retos puesto que es una construcción antigua que no tuvo en cuenta ningún sistema constructivo utilizado en la actualidad y no se dispone de rendimientos ni de tiempos de construcción en los materiales de este tipo de edificaciones por lo cual no se realizó un cronograma de construcción sino que se acordó un cronograma de conservación, teniendo en cuenta el tiempo de entrega de algunos elementos básicos como son la carpintería y algunos elementos estructurales.

La información teórica en español es poca puesto que aún no se ha terminado la reglamentación estandarizada de esta metodología y solo algunos países de habla española han incorporado esta metodología en la industria de la construcción en Europa España, en Centro América Costa Rica y en Sur América países como Chile, Perú y ahora Colombia siendo el país con mayor presencia Perú. En Colombia algunas instituciones han iniciado diplomados en la metodología BIM pero ninguna es oficial y en cuanto a las universidades son pocas las que en su pensum académico tienen algo de esta metodología.

La información del Edificio Urrutia es poca y el interés por el patrimonio arquitectónico de la ciudad es casi nulo, la información de este edificio está concentrada en la tradición oral de la ciudad, en personas que han vivido o trabajado en el sector de la construcción o de la planeación urbana y en el Archivo Urbanístico de la Secretaria de Planeación de Ibagué.

Otro reto fue la redefinición de los muros con que cuenta el programa para poder cumplir con los requerimientos del diseño del Edificio Urrutia, lo mismo sucedió con las puertas y las ventanas, las barandas y la carpintería se debió simular con los elementos del programa más similares a la realidad.

8. RECOMENDACIONES.

Para futuras intervenciones del edificio Urrutia, o estudios, se deja claro que muchas cosas en este proyecto fueron asumidas, según conocimientos de la construcción de la época, investigaciones y entrevistas a personas que tuvieron relación con el edificio, y hasta donde se tuvo alcance o accesibilidad.

Por lo tanto, se realizan las siguientes recomendaciones para quien quiera acceder posteriormente a esta información:

El archivo Revit, fue realizado en versión 2019, por lo cual, para poder tener acceso completo a él, se tiene que contar con una versión igual o superior.

Mucha información del proyecto con el presupuesto, están vinculadas, por lo cual se encuentra en una sola carpeta y así mismo debe ser tratada.

La metodología BIM, esta en crecimiento y cada vez mas al alcance de nuestras profesiones en la construcción, por lo que a futuro este proyecto debe ser cada vez mas completo y poder suplir todas las necesidades, la actualización del mismo, sobre las modificaciones o restauraciones que tenga el edificio, es recomendable sean incluidas en el modelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Armisen, A., Agustín, L., Benitez, Y., Coronel, A., Pérez de Prada, L., Alonso, J. A., ... Soto, A. (2018). BIM aplicado al Patrimonio Cultural. *Guía de Usuarios BIM*, 46. Retrieved from <https://www.buildingsmart.es/bim/guías-ubim/>
- CAPECO; Comité BIM. (2014). *Documentación BIM*.
- López Ruiz, L. I. (2017). *Inclusión de BIM para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño*. 194.
- Norma ISO 19650_ Un Estándar Global para BIM» *BIM Blog*. (n.d.). <http://blog.triart.com.do/2019/03/07/norma-iso-19650/>
- Peru, U. T. de. (2016). FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y LIMA -PERU. *Gustavo Retete Cuz*.

LISTA DE ANEXO.

Anexo A. Modelo en Revit.

Anexo B. Plano base en AutoCAD.

Anexo C. Presupuesto en Excel.

Anexo D. Memorias de cálculo de cantidades.

Anexo E. Tablas de cantidades.

Anexo F. Copia de planos originales de construcción del edificio Urrutia.

Anexo G. Tabla de precios ICCU 2019.