

Diseño de la instalación eléctrica del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, implementando la metodología BIM.

Martha Carolina Arévalo Montaña y Camila Andrea Viasus Mora

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingenieros Electricistas

Director:

Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga

Dr. en Ingeniería

Codirector:

Ing. Jorge Luis Cárdenas Rangel

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A Dios, porque hubo circunstancias difíciles y me dio la sabiduría para afrontarlas con una visión positiva.

A mi familia, porque nunca me faltaron las palabras de motivación como estimulante para lograr cada objetivo.

A la vida, por permitirme soñar con este título universitario, experimentando diferentes emociones, pero siempre dejándome guiar por la ilusión de obtenerlo y hoy es un hecho.

Martha Carolina Arévalo Montaña

Dedico este logro principalmente a Dios por guiarme en todo este camino, por brindarme las herramientas necesarias para culminar este gran sueño.

A mis padres y hermano quienes siempre me han apoyado y estuvieron conmigo en cada paso para llegar a la meta, quienes con su esfuerzo y cariño me demuestran día a día un amor incondicional, a ellos todo mi amor. Esto es por ustedes y para ustedes.

A mis abuelas que con su cariño y comprensión siempre me han demostrado su apoyo incondicional y a mi abuelito que, aunque no está conmigo sé que está muy orgulloso y feliz de que obtenga mi título como profesional.

A toda mi familia y amigos que estuvieron conmigo cuando más los necesité, porque nunca faltaron las palabras de aliento y apoyo en ese sueño que hoy se vuelve realidad.

Camila Andrea Viasus Mora

CONTENIDO

Introducción	16
1. Aspectos de la metodología BIM.....	19
1.1 Aspectos característicos de la metodología CAD.....	21
1.2 Paso a paso de la metodología BIM para el desarrollo de una de una instalación eléctrica.....	23
2. Modelado arquitectónico del edificio de la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la UIS.....	25
2.1 Configuración de unidades	26
2.2.1 Añadir niveles.....	30
2.3 Ejes	31
2.4 Puertas y ventanas.....	35
2.5 Modelado arquitectónico final de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.....	38
2.5.1 Sótano	38
2.5.2 Primer piso.....	39
2.5.3 Segundo piso.....	39
2.5.4 Tercer piso	40
2.5.5 Cuarto piso	40

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO DE LA E3T	4
2.5.6 Quinto piso.....	41
2.5.7 Parte exterior.....	41
3. Actualización de los planos de la instalación eléctrica de la E3T.....	44
3.1 Levantamiento de cargas de la instalación eléctrica existente.....	44
3.2 Proyecto Nuevo	53
3.3 Vinculación del diseño de una disciplina diferente	55
3.4 Configuración MEP	58
3.4.1 Luminarias	61
3.4.2 Interruptores.....	64
3.4.3 Configuración de tubo	66
3.4.4 Sensores de iluminación	72
3.5 Vincular planos eléctricos en AutoCAD.....	77
3.6 Circuitos eléctricos de potencia	79
3.7 Plantilla tablero de distribución	82
3.8 Circuitos eléctricos de iluminación	84
3.8.1 Renderizar.....	86
3.9 Rótulo o bloque de título	88
3.10 Tabla de planificación / Cantidades.....	91
3.11 Exportar tablas a Excel	93
3.12 Modelado eléctrico final del edificio de la E3T.	94

3.12.1 Ventajas en el modelado eléctrico en BIM 97

3.12.2 Desventajas de modelado eléctrico en BIM 98

4. Conclusiones y recomendaciones..... 98

Referencias..... **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos nominales, subestación y planta de emergencia.....50

Tabla 2. Datos nominales, paneles solares.....50

Tabla 3. Tablero de distribución primer piso.....50

Tabla 4. Tablero de distribución segundo piso.51

Tabla 5. Tablero de distribución tercer piso.51

Tabla 6. Tablero de distribución cuarto piso.51

Tabla 7. Tablero de distribución quinto piso52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Agentes que intervienen en la metodología BIM	20
Figura 2. Pasos para desarrollar planos de una instalación eléctrica en AutoCAD 2D.	22
Figura 3. Esquema del paso a paso para realizar el modelado de una instalación eléctrica en Revit 3D	24
Figura 4. Paso a paso para un modelado arquitectónico en Revit 3D.....	25
Figura 5. Configuración unidades de proyecto.	26
Figura 6. Plano de trabajo.	27
Figura 7. Plano de trabajo horizontal.	28
Figura 8. Plano de trabajo en 3D.	28
Figura 9. Elaboración de muros.	29
Figura 10. Asignación de niveles.....	29
Figura 11. Planos de planta.	30
Figura 12. Crear ejes o rejillas.	31
Figura 13. Desfase entre ejes.	32
Figura 14. Distancia entre ejes.....	32
Figura 15. Ejes verticales y horizontales.	32
Figura 16. Tipo de muro.	33
Figura 17. Propiedades de muro.	34
Figura 18. Propiedades de muro.	34
Figura 19. Muro utilizado en el proyecto.....	35
Figura 20. Tipos de objeto, plataforma BIMobject.....	36
Figura 21. Selección de puerta, Revit.	36

Figura 22. Selección de ventana, Revit.....	37
Figura 23. Colocación de puertas.....	37
Figura 24. Sótano.....	38
Figura 25. Primer piso.....	39
Figura 26. Segundo piso.	39
Figura 27. Tercer piso.	40
Figura 28. Cuarto piso.....	40
Figura 29. Quinto piso.	41
Figura 30. Fachada del edificio.....	42
Figura 31. Vista frontal.....	42
Figura 32. Vista posterior.	43
Figura 33. Vista frontal, entrada al edificio.	43
Figura 34. Datos de placa, planta de emergencia.....	45
Figura 35. Características de los tableros instalados en cada piso.....	45
Figura 36. Características de las celdas en cada piso.....	46
Figura 37. Totalizadores, tableros segundo piso.....	46
Figura 38. Totalizadores, tableros cuarto piso.	47
Figura 39. Tableros de distribución, cuarto piso.....	47
Figura 40. Datos de placa, paneles solares marca CanadianSolar.	48
Figura 41. Datos de placa, paneles solares marca Trinasolar.	48
Figura 42. Datos de placa, paneles solares marca JinkoSolar.....	49
Figura 43. Tablero de distribución, sistema fotovoltaico.	49
Figura 44. Página de inicio software Revit.	53

Figura 45. Ventana para cargar plantilla.....	54
Figura 46. Configuración de unidades.....	54
Figura 47. Configuración de unidades disciplina electricidad.....	55
Figura 48. Vinculación diseño arquitectónico.....	56
Figura 49. Vincular diseño arquitectónico.....	56
Figura 50. Niveles disciplina arquitectura.....	57
Figura 51. Niveles disciplina electricidad.....	58
Figura 52. Configuración eléctrica.....	59
Figura 53. Configuración parámetros MEP.....	59
Figura 54. Abrir una familia.....	60
Figura 55. Cargar familia en el proyecto.....	61
Figura 56. . a. Luminaria fluorescente 4X14W 120V doble balastro 60X60, b. Luminaria fluorescente 2X28W 120V, c. Luminaria fluorescente 1X28W 120V.....	62
Figura 57. Plafón con bombillo.....	62
Figura 58. Página principal BIMobject.....	63
Figura 59. Filtros BIMobject.....	63
Figura 60. Tipo de objeto.....	64
Figura 61. a. Tomacorriente monofásico, b. Tomacorriente monofásico regulado.....	64
Figura 62. Interruptor sencillo, Revit.....	65
Figura 63. a. Interruptor sencillo, b. Interruptor doble, c. Interruptor triple.....	65
Figura 64. Página de Proelectricos certificada para la fabricación de tubería EMT.....	66
Figura 65. Familias.....	67
Figura 66. Crear familia de tubos.....	67

Figura 67. Configuración de tubos.....	68
Figura 68. Añadir norma para tubería.....	68
Figura 69. Nueva norma de tubos.	69
Figura 70. Eliminar datos que están por defecto.....	69
Figura 71. Añadir tamaño de tubo.	70
Figura 72. Bandeja de cables.	71
Figura 73. a. Caja octagonal, b. Caja 2400, c. Caja 5800.....	71
Figura 74. Sensor de movimiento de 360°.....	72
Figura 75. Sensor de movimiento de 180°.....	72
Figura 76. Equipos eléctricos de las familias Revit.....	73
Figura 77. Cargar familia tablero de distribución.....	73
Figura 78. Selección familia de tablero de distribución.	74
Figura 79. Editar propiedades de una familia.	75
Figura 80. Modificar nombre de un equipo eléctrico.	75
Figura 81. Opción editar familia.....	76
Figura 82. Modificar propiedades de un tablero de distribución.....	76
Figura 83. Tablero de distribución, Revit.....	77
Figura 84. Vincular planos AutoCAD.....	78
Figura 85. Vista del plano vinculado en formato AutoCAD 2D.....	78
Figura 86. Crear circuito de potencia.....	79
Figura 87. Seleccionar tablero de distribución.	79
Figura 88. Recorrido de un circuito indicando los conductores (fase, tierra, neutro).....	80
Figura 89. Propiedades de cableado.....	81

Figura 90. Identificación de circuitos.	81
Figura 91. Cuadro de cargas, Revit.....	82
Figura 92. Editar camino.....	83
Figura 93. Navegador de sistemas, disciplina electricidad.	84
Figura 94. Asignar interruptor o sensor a las luminarias.	84
Figura 95. Conexión luminarias- sensor.	85
Figura 96. Circuito de iluminación.	85
Figura 97. Opción cámara.	86
Figura 98. Ubicación y dirección de la cámara.....	87
Figura 99. Configurar renderización.....	87
Figura 100. Renderización.....	88
Figura 101. Familia nueva para rótulo.....	88
Figura 102. Crear bloques de título.....	89
Figura 103. Crear nuevo rótulo.....	89
Figura 104. Modificar medidas del rótulo.	90
Figura 105. Resultado final rótulo.	90
Figura 106. Nueva tabla de planificación,	91
Figura 107. Propiedades tabla de planificación.	92
Figura 108. Tabla de planificación de aparatos eléctricos.....	92
Figura 109. Exportar tabla de planificación a Excel.....	93
Figura 110. Tomacorrientes e iluminación, sótano.....	94
Figura 111. Tomacorrientes e iluminación, primer piso.....	95
Figura 112. Terraza verde, paneles solares.	95

Figura 113. Vinculación final, modelado eléctrico.....	96
Figura 114. Presentación de planos.	96

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice A. Sótano	102
Apéndice B. Primer piso	102
Apéndice C. Segundo piso	102
Apéndice D. Tercer piso	102
Apéndice E. Cuarto piso	102
Apéndice F. Quinto piso	102
Apéndice G. Modelado eléctrico E3T	102
Apéndice H. Modelado arquitectónico E3T	102

“Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”

Resumen

Título: Diseño de la instalación eléctrica del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, implementando la metodología BIM *

Autor: Martha Carolina Arévalo Montaña, Camila Andrea Viasus Mora **

Palabras Clave: BIM, REVIT, AutoCAD, disciplinas.

Actualmente, el sector de la construcción viene adoptando de forma paulatina la metodología Building Information Modeling (BIM) para hacer más eficiente el proceso de diseño de sus edificaciones. Esta metodología, permite, a través de un modelo de información centralizado, el trabajo colaborativo entre las diferentes disciplinas que intervienen en el diseño de un edificio. Lo anterior implica cambios en las herramientas de apoyo y cantidad de información para la representación del diseño eléctrico de un edificio.

Este trabajo de grado se ha desarrollado con el fin de estudiar la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en el diseño de las instalaciones eléctricas, para tal fin se tomó como caso de estudio el edificio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) de la UIS.

Por lo anterior, se llevó a cabo la actualización de los planos de la instalación eléctrica del edificio de la E3T objeto de estudio, a partir del uso del software Revit (herramienta de modelado de información de construcción (BIM)).

Dicho proceso se realizó en cuatro (4) pasos: 1) Recopilación de la información disponible de la instalación eléctrica del edificio a partir de los planos eléctricos en formato AutoCAD 2D. 2) Se realizó un levantamiento de cargas en la instalación eléctrica, ajustando la información descrita en los planos en 2D. 3) Desarrollo del modelo arquitectónico en 3D del edificio de la E3T en el software Revit versión 2020 con licencia académica de Autodesk. 4) Actualización de los planos eléctricos en Revit a partir del modelo arquitectónico del edificio, planos existentes y la información recopilada en el levantamiento.

Como resultado del proceso anterior, se logró actualizar la información de los planos eléctricos del edificio de la E3T en el entorno BIM por medio del software Revit.

* Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías físico mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. Doctor en ingeniería. Codirector: Jorge Luis Cárdenas. Ingeniero.

Abstract

Title: Design of the electrical installation of the building of the School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering, implementing the BIM methodology*

Authors: Martha Carolina Arévalo Montaña, Camila Andrea Viasus Mora**

Key Words: BIM, REVIT, AutoCAD, disciplines.

Currently, the construction sector has been gradually adopting the Building Information Modeling (BIM) methodology to make the design process of its buildings more efficient. This methodology allows, through a centralized information model, collaborative work between the different disciplines that intervene in the design of a building. This implies changes in the support tools and amount of information for the representation of the electrical design of a building.

This degree work has been developed in order to study the application of the Building Information Modeling (BIM) methodology in the design of electrical installations, for this purpose the building of the School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications (E3T) of the UIS.

Therefore, the plans for the electrical installation of the E3T building under study were updated, based on the use of Revit software (construction information modeling tool (BIM)).

This process was carried out in four (4) steps: 1) Compilation of the available information on the electrical installation of the building from the electrical plans in AutoCAD 2D format. 2) A load survey was carried out in the electrical installation, adjusting the information described in the 2D plans. 3) Development of the 3D architectural model of the E3T building in Revit version 2020 software with academic license from Autodesk. 4) Updating of the electrical plans in Revit from the architectural model of the building, existing plans and the information collected in the survey.

As a result of the previous process, it was possible to update the information of the electrical plans of the E3T building in the BIM environment by means of the Revit software.

* Work Degree

** Faculty of Physics Mechanical Engineering. School of Electrical Engineering. Electronics and Telecommunications. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. Dr In Engineering. Codirector: Jorge Luis Cárdenas. Engineer

Introducción

Para gestionar o desarrollar la construcción de una edificación deben intervenir múltiples ramas de la ingeniería, como es el caso de la civil, mecánica, eléctrica, industrial, etc. La ausencia de cruces de información a tiempo de los diseños de los diferentes sistemas del edificio ocasiona errores, ineficiencias, retrasos y costos. Estas complicaciones que se presentan en la construcción de edificaciones hacen necesario un cambio en el paradigma del proceso del diseño, en donde las diferentes disciplinas ya no trabajan sus correspondientes diseños de forma aislada, sino implementan una metodología de trabajo colaborativa en la cual se logre reunir la información de diseño de todas las disciplinas que intervienen en el proceso constructivo, con el fin de optimizar recursos, tiempo y costos. (BIM A. C., 2016)

Desde la década de 1980, los profesionales de la industria de la construcción venían desempeñando sus labores de desarrollo de planos de diseño con el software CAD, pero con los avances tecnológicos a comienzos del 2000, se empezó a integrar la metodología de trabajo BIM (Building Information Modeling - Modelado de Información para la Construcción) que es una metodología de trabajo colaborativa para la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil. Dicha metodología BIM centraliza toda la información de un proyecto en un modelo digital desarrollado por todas las especialidades de manera conjunta (BIM E. , 2020).

Recientemente en Colombia, las empresas del sector de la construcción ya están migrando al entorno BIM en busca de coordinar mejor las diferentes disciplinas que hacen parte de la construcción de sus edificaciones. Lo anterior, está creando nuevos requerimientos para los profesionales que intervienen en las diferentes disciplinas de diseño, entre las que se encuentra las instalaciones eléctricas. Por tal motivo, este trabajo de grado se plantea como objetivo general “estudiar la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) para el diseño de

las instalaciones eléctricas usando como caso de estudio el edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la UIS” y como objetivos específicos se pretende:

- Realizar el modelado arquitectónico del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la UIS, ajustado a los requisitos para el diseño en BIM.
- Describir el procedimiento general de la actualización del diseño de la instalación eléctrica de un edificio empleando la metodología BIM.
- Actualizar el diseño de la instalación eléctrica del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la UIS, a partir de un modelado en el software Revit.
- Realizar un comparativo de las ventajas de un modelado en Revit con respecto a los diseños que se desarrollan en metodología convencional 2D.

Se destaca que para la implementación de la metodología BIM se usa como herramienta el software Revit y en específico el paquete MEP.

Se usará como caso de estudio el edificio de la E3T de la UIS, el cual fue rediseñado a partir de conceptos de edificación verde y uso racional de energía. La información en 3D en Revit recopilarán las modificaciones que se han realizado en las instalaciones eléctricas del edificio de la E3T como es el caso del sistema fotovoltaico con el que se cuenta actualmente y servirá de base para futuros estudios.

Se aclara además que, para el caso de estudio, el alcance del trabajo de grado no contempla la realización de memorias de cálculo eléctricas u otros entregables del diseño distintos a los planos eléctricos de la instalación existente.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera: en el primer capítulo se abordan los aspectos de la metodología BIM, en el capítulo 2 el modelado arquitectónico del edificio de la E3T en Revit como base para el proceso de actualización de los planos eléctricos del edificio de la E3T, el cual se aborda en el tercer capítulo y, por último, en el cuarto capítulo se muestran las conclusiones del presente trabajo de grado.

1. Aspectos de la metodología BIM

El termino BIM o modelado de información de construcción es una metodología de trabajo colaborativo que vincula personas, procesos y herramientas de forma simultánea y compartida permitiendo la interacción de las diferentes disciplinas (arquitectura, ingeniería y construcción) que intervienen en el diseño y construcción de un edificio. (García Bautista, 2019).

Esta metodología cubre todas las áreas y fases del desarrollo de un proyecto constructivo, en donde se incluyen los diferentes tipos de instalaciones que lo conforman. Para llevar a cabo el proceso de la mejor manera es necesario contar con una base de datos que contenga información completa de la construcción para que cuando se realicen modificaciones estas sean actualizadas en el modelo virtual y de la misma manera en la base de datos.

Para la implementación de BIM se cuenta con diferentes softwares, los cuales deben ser elegidos apropiadamente para llevar a cabo de una manera correcta el desarrollo del proyecto, dependiendo de las características del mismo. Entre estos softwares existentes, los más utilizados son:

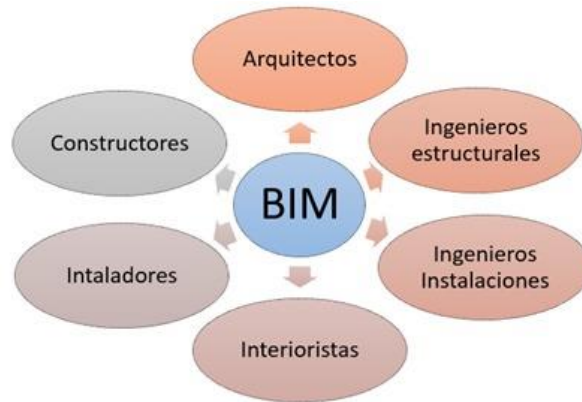
- Autodesk Revit
- ArchiCAD19
- Softplan
- Chief Architect
- Allplan

El objetivo principal de BIM es implementar una metodología en la cual se tenga una buena comunicación y coordinación entre los diferentes agentes, como se observan en la figura 1, que

intervienen en el desarrollo del proyecto y de esta manera lograr un proceso paramétrico y adecuado.

Figura 1

Agentes que intervienen en la metodología BIM



El paso de CAD a BIM ha sido muy significativo, ya que, BIM ha impactado grandemente en la forma de diseñar, crear y documentar un proyecto. BIM permite construir un edificio de manera virtual antes de poner en marcha el proyecto (Cámara de Comercio, 2019).

Los diferentes tipos de instalaciones que conforman un edificio son parte fundamental a la hora de desarrollar estos tipos de proyectos y a su vez requieren un nivel alto de coordinación.

Las aplicaciones de BIM simulan el procedimiento real de construcción empleando componentes reales como muros, puertas, ventanas y demás. Este proceso permite detectar problemas y fallas en la construcción antes de la ejecución efectiva del proyecto, ahorrando costes y evitando retrasos en el desarrollo del mismo (PARKIN, 2013).

El software Revit permite realizar la instalación eléctrica de un edificio con alto detalle de los equipos instalados permitiendo observar las características técnicas de cada elemento, facilita la

creación de circuitos eléctricos generando automáticamente una tabla de cargas con los datos potencia.

La base de datos es parte muy importante de la metodología BIM, esta almacena las propiedades de cada elemento del modelo, de tal manera que al modificar algún elemento en un plano automáticamente el software hará que cambien sus características en el resto del modelo estándar. A partir de esto y del número de elementos existentes, se pueden generar informes computarizados para su recuento de manera instantánea y dinámicamente (Cámara de Comercio, 2019).

La ventaja más visible es la gestión y almacenamiento de información y la relación que existe entre ella. Éste es un problema de los programas CAD, ya que se crean diferentes archivos, lo que genera dificultad en cuanto a encontrar el archivo en la versión que se necesita realmente. BIM facilita esto, ya que agrupa y relaciona mejor todos los archivos, planos y documentos en una única versión.

BIM brinda la posibilidad de reducir tiempo a la hora de llevar a cabo un proyecto, lo cual a su vez minimiza gastos en las diferentes disciplinas que lo conforman. El tiempo que maneja CAD y BIM para llevar a cabo un proyecto es bastante notorio, pues el proceso con BIM es en decrecimiento del tiempo desde los primeros diseños hasta la ejecución del proyecto y en CAD se empieza consumiendo poco tiempo en el básico y se va incrementando a medida que se avanza en el proyecto para luego volver a descender rápidamente. En conclusión, se puede observar que en cuanto más desarrollado se encuentre un proyecto, más difícil será modificarlo o en su defecto cambiarlo.

1.1 Aspectos característicos de la metodología CAD

El diseño asistido por ordenador (CAD), se basa en el uso de programas de ordenador que permiten crear, diseñar, modificar y documentar representaciones gráficas de un proyecto. De

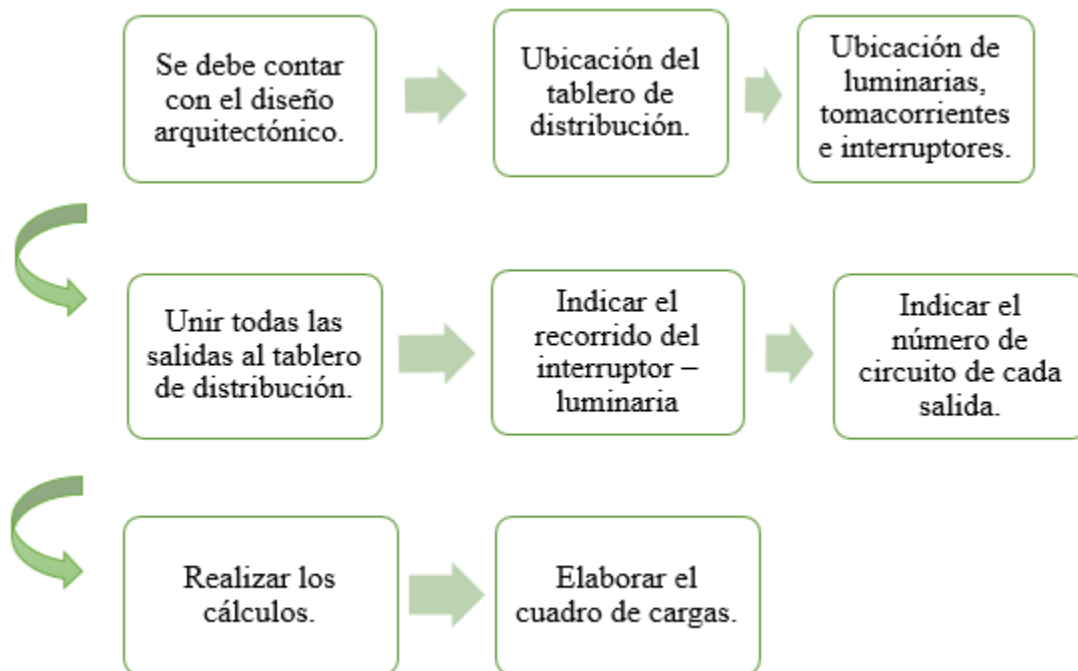
esta manera se pueden representar gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D) de objetos físicos, imitando los procesos tradicionales con lápiz y papel. (BUENO, 2019)

Las aplicaciones CAD son empleadas tanto en el sector de la construcción como en el sector industrial y de ingeniería. Se utilizan a lo largo de todo el proceso de ingeniería, desde el diseño de productos conceptual y la estructura incluyendo el análisis de ensambles hasta la definición del método de fabricación. (ALDEMAR FRANCISCO ARDILA)

Los principales pasos para desarrollar los planos de una instalación eléctrica en AutoCAD 2D se muestran en el esquema de la figura 2.

Figura 2

Pasos para desarrollar planos de una instalación eléctrica en AutoCAD 2D



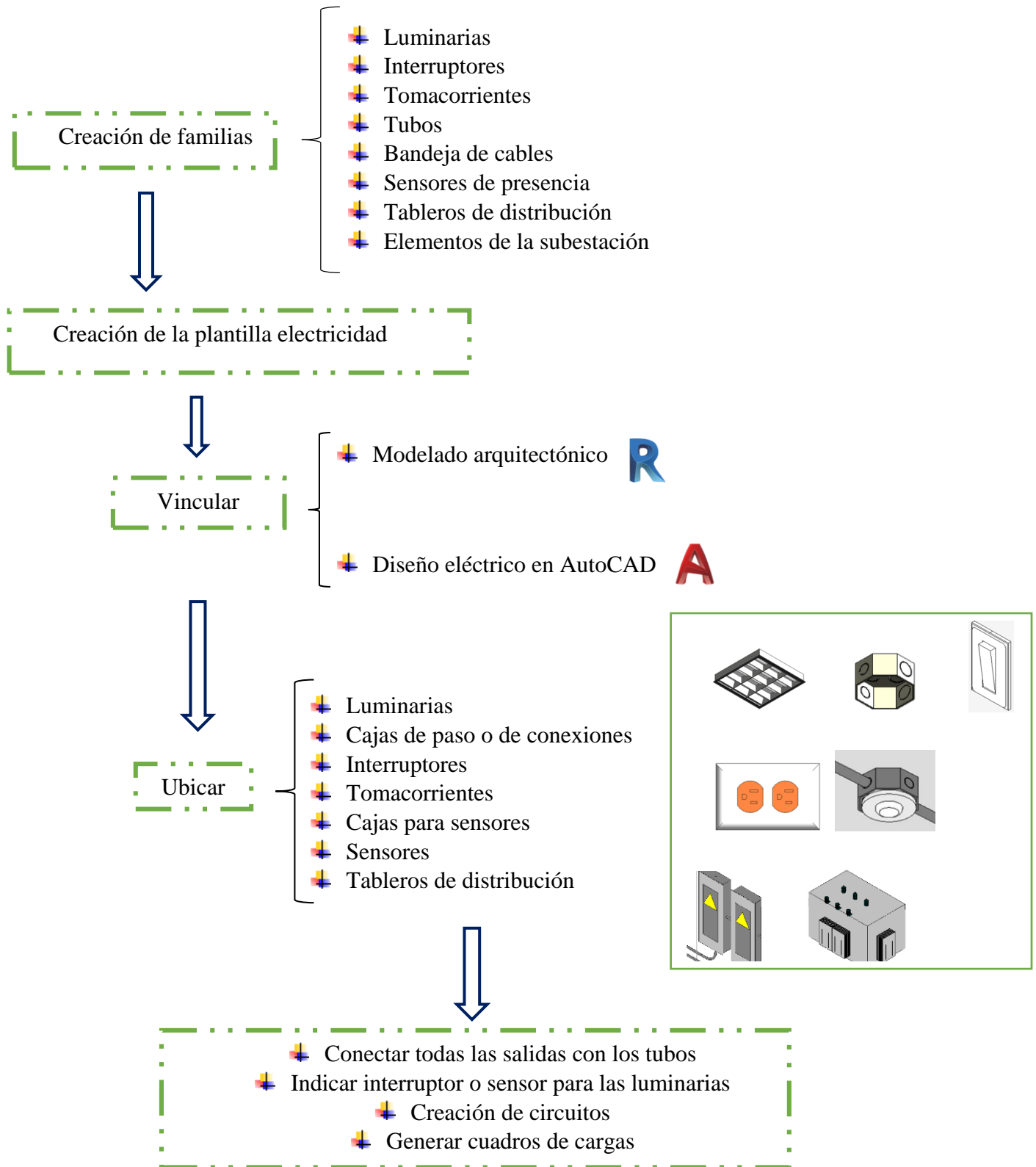
1.2 Paso a paso de la metodología BIM para el desarrollo de una de una instalación eléctrica.

Los pasos a seguir para llevar a cabo el modelado de una instalación eléctrica en Revit 3D se enumeran a continuación y se resumen en el esquema de la figura 3, teniendo en cuenta que esta serie de pasos fue la que se implementó en el desarrollo de este proyecto.

- 1) Crear las familias necesarias para el modelado (con las características de potencia y tensión).
- 2) Crear la plantilla electricidad.
- 3) Vincular el modelado arquitectónico.
- 4) Vincular el diseño eléctrico en AutoCAD.
- 5) Ubicar las luminarias.
- 6) Ubicar cajas de paso o de conexiones.
- 7) Ubicar interruptores.
- 8) Ubicar tomacorrientes.
- 9) Ubicar cajas para sensores.
- 10) Ubicar tableros de distribución.
- 11) Conectar todas las salidas (luminarias, interruptores, tomacorrientes) con los tubos hasta llegar al tablero de distribución.
- 12) Indicar interruptor o sensor para las luminarias.
- 13) Indicar los elementos de un circuito y su respectivo tablero de distribución.
- 14) Generar cuadro de cargas.

Figura 3

Esquema del paso a paso para realizar el modelado de una instalación eléctrica en Revit 3D

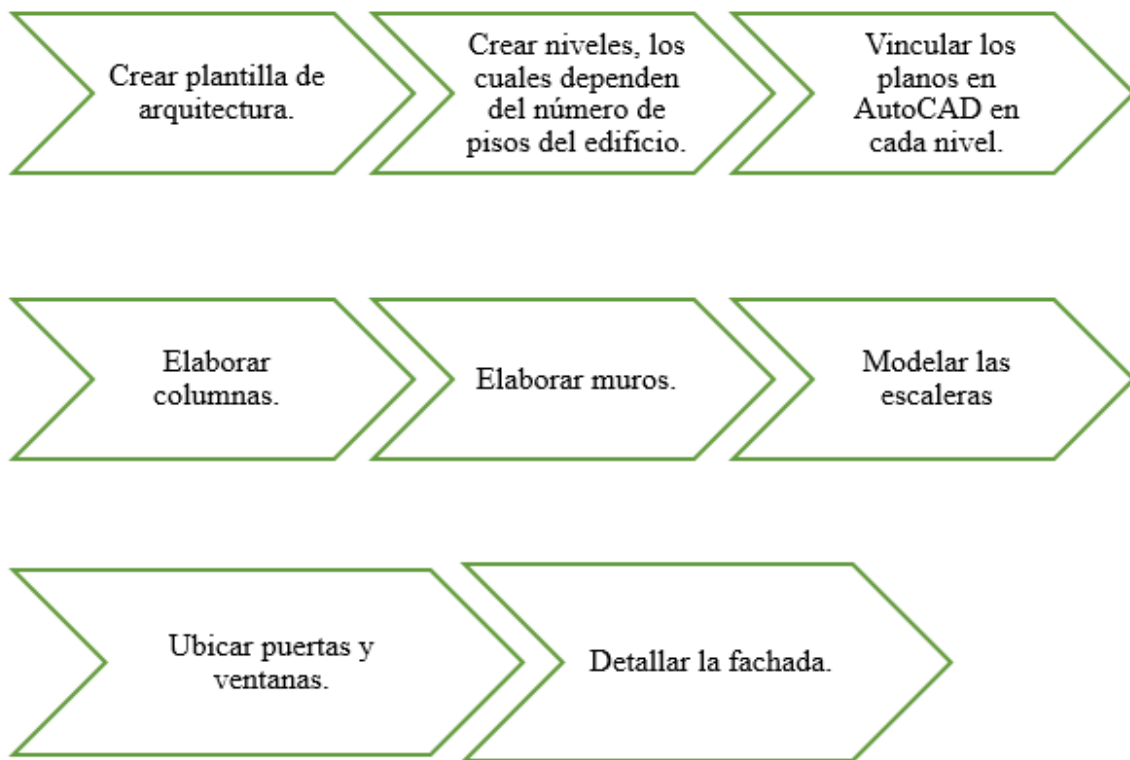


**2. Modelado arquitectónico del edificio de la escuela de Ingenierías Eléctrica,
Electrónica y de Telecomunicaciones de la UIS**

Para hacer el modelado arquitectónico de un edificio en el software Revit se debe seguir el procedimiento que se muestra en el esquema de la figura 4.

Figura 4

Paso a paso para un modelado arquitectónico en Revit 3D



El edificio de la E3T no contaba con un diseño arquitectónico en 3D, pero dado que para el desarrollo del presente trabajo de grado era indispensable tenerlo, fue necesario construirlo, para lo cual se tomó como punto de partida los planos en AutoCAD 2D existentes.

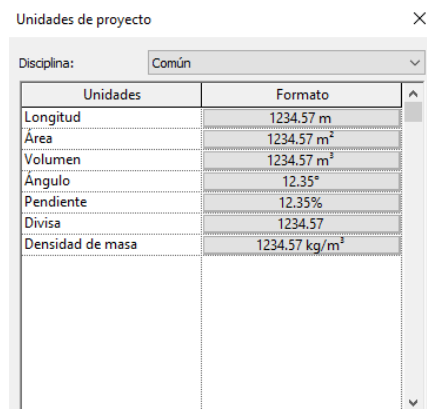
Para el modelado arquitectónico se contó con la colaboración de personas con experiencia en la disciplina de arquitectura para los detalles finales. Una vez desarrollada la plantilla de arquitectura, se vincula en la plantilla de electricidad, realizándose las respectivas configuraciones de unidades como se muestra a continuación.

2.1 Configuración de unidades

En Revit los diseños se crean como proyectos. Antes de realizar cualquier tipo de proyecto se debe tener en cuenta la configuración de unidades, en este proyecto se trabajaron todas las unidades longitudinales en metros (m), para realizar esto en Revit se debe digitar la palabra UN, donde se abre una ventana llamada unidades de proyecto, en esta se pueden cambiar unidades tales como longitud, área, volumen, ángulo, pendiente, divisa y densidad de masa. Al pulsar en longitud se abre otra ventada con las opciones de seleccionar unidad como podemos en la figura 5, redondeo y si es necesario activar el símbolo de la unidad.

Figura 5

Configuración unidades de proyecto

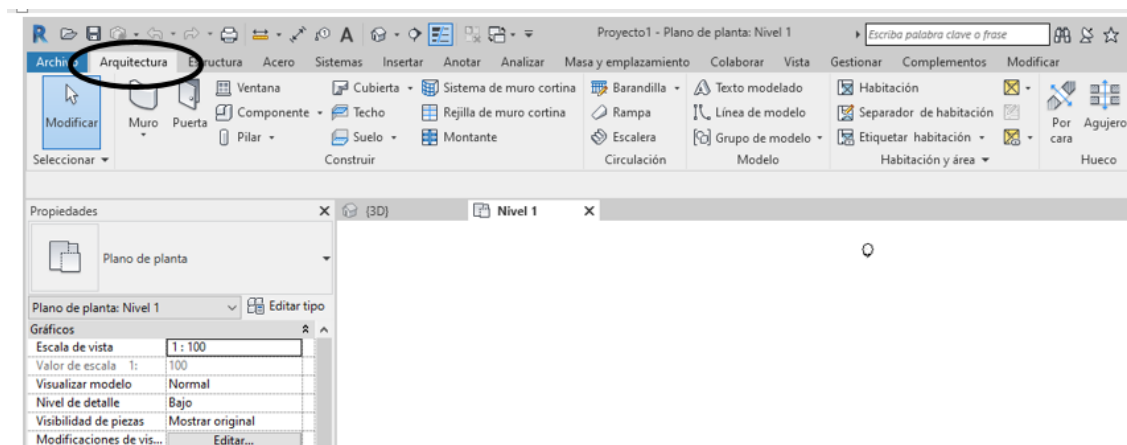


2.2 Plano de trabajo

Antes de comenzar a modelar o a construir un proyecto es importante aprender a crear un plano de trabajo, ya que, esta es la base para el desarrollo de cualquier estructura. Al estar en la plantilla de arquitectura ya creada, los planos de trabajo se encuentran en la pestaña arquitectura, estructura, sistema y en general en todas las vistas principalmente en las que son de modelado, la figura 6 ilustra como muestra el software Revit.

Figura 6

Plano de trabajo



Los planos de trabajo son las áreas en las cuales se colocan los elementos que se desean modelar, en este caso elementos de la disciplina arquitectura (muros, puertas, ventanas, etc). Al dar clic en definir plano de trabajo automáticamente muestra un plano horizontal como se observa en la figura 7, donde se realiza el modelado arquitectónico, pero al ir a vista en 3D se puede observar el plano de trabajo en el cual se va a trabajar, desde cualquier punto. Ver figura 8.

Figura 7

Plano de trabajo horizontal

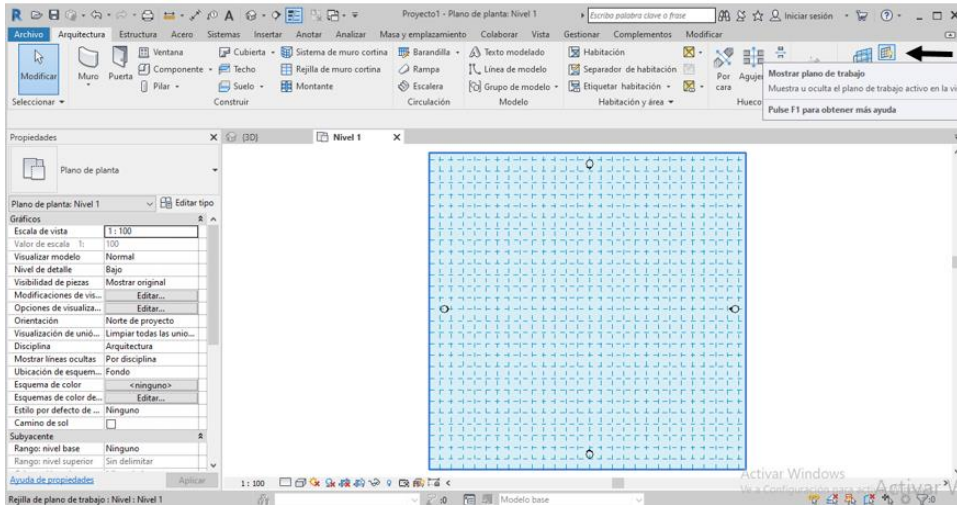
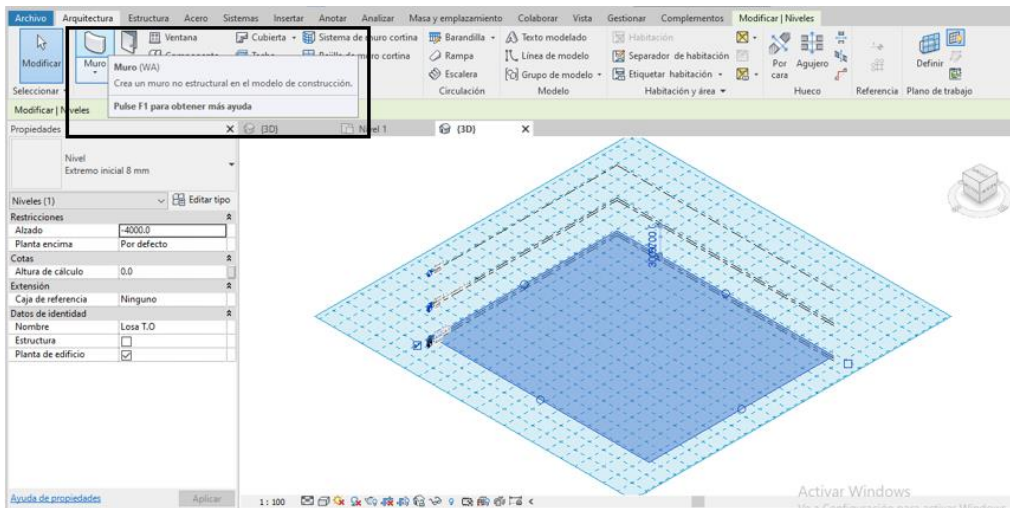


Figura 8

Plano de trabajo en 3D

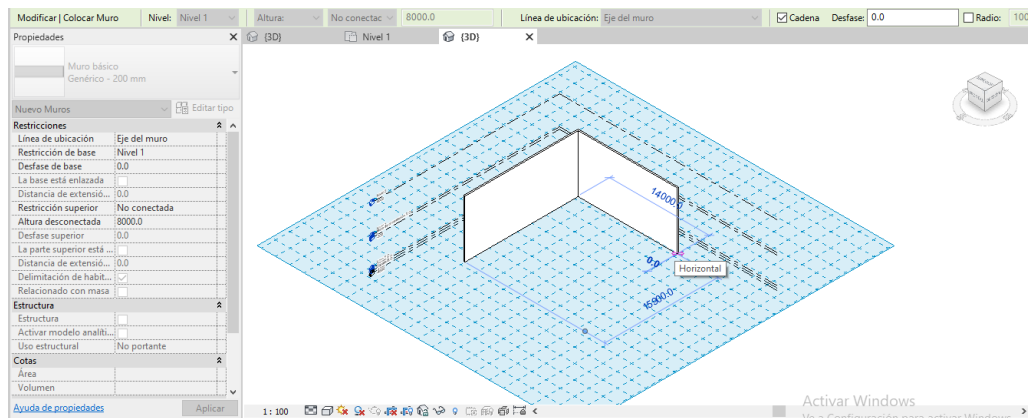


Al tener el plano de trabajo definido se puede comenzar a dibujar los muros de la estructura, ver figura 9. Para esto se selecciona el plano en el que se va a colocar el muro y luego en la pestaña

arquitectura se da clic en muro. Así mismo se hará con los elementos que se deseen poner en el modelado.

Figura 9

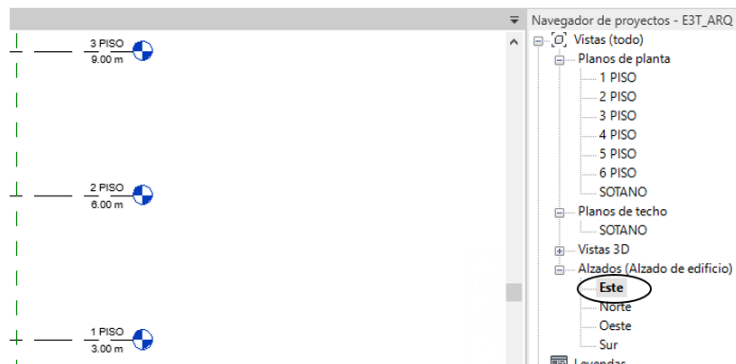
Elaboración de muros



Se definieron los niveles por medio de la herramienta Nivel. Para definir una altura vertical, se debe crear un nivel para cada planta como se observa en la figura 10, en este caso se definen como primer piso, segundo piso y así sucesivamente, para observar los niveles en navegador de proyectos → alzados → Este, desde esta vista se pueden observar, modificar las distancias, agregar o eliminar los niveles.

Figura 10

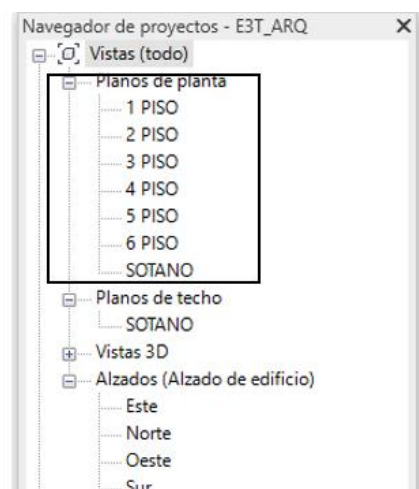
Asignación de niveles



En el caso del edificio a trabajar en este proyecto se tienen 7 niveles los cuales son: 1 piso, 2 piso, 3 piso, 4 piso, 5 piso, 6 piso (techo verde) y sótano (subestación y sala de profesores). Estos niveles se pueden observar en el navegador de proyectos como muestra la figura 11.

Figura 11

Planos de planta.



2.2.1 *Añadir niveles*

También se pueden crear niveles de referencia, los cuales son como subniveles que se utilizan para adecuar ciertos elementos estructurales o en sí elementos que contiene el modelado. Para esto se abre una vista en sección a la cual se añadirá el nivel. En la cinta de opciones se da clic en (Nivel) → dibujo, se dibujan las líneas de nivel horizontalmente con el cursor y en seguida se vuelve a dar clic cuando la línea de nivel tenga la longitud deseada.

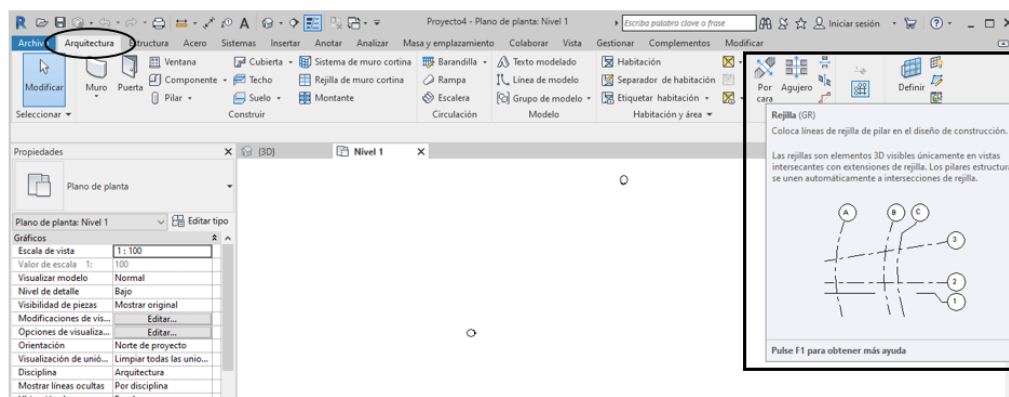
Revit asigna el nombre de Nivel 1 y el símbolo de nivel al nivel que se acaba de añadir, el cual se puede modificar en el Navegador de proyectos características tales como nombre y altura. Al cambiar el nombre del nivel, se actualiza el nombre del plano de planta asociado.

2.3 Ejes

Después de crear los niveles se crean los ejes o rejillas los cuales son líneas imaginarias que permiten tener simetría en la elaboración de muros, estos se designan con las letras del abecedario A, B, C, D etc. o con números. La figura 12, en la pestaña arquitectura se da clic en referencia y se dibujan los ejes según el diseño que se tenga, en este caso los planos existentes en AutoCAD del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

Figura 12

Crear ejes o rejillas.



Al dibujar el primer eje se selecciona la herramienta seleccionar líneas para crear los demás ejes con un desfase entre ellos como se observa en la figura 13, teniendo en cuenta que un desfase es la distancia que halla entre un eje y otro. Para verificar que halla el desfase adecuado entre ejes, en la pestaña modificar se da clic en la herramienta cota alineada y se mide la distancia que hay entre estos como muestra la figura 14 y así sucesivamente se siguen añadiendo los ejes que sean necesarios para el modelado. En el caso del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, implementando la metodología BIM se añadieron 6 ejes horizontales y 13 ejes verticales.

Figura 13

Desfase entre ejes

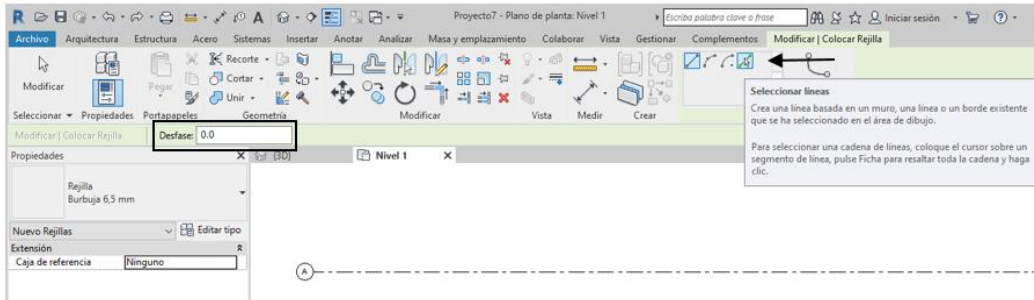


Figura 14

Distancia entre ejes

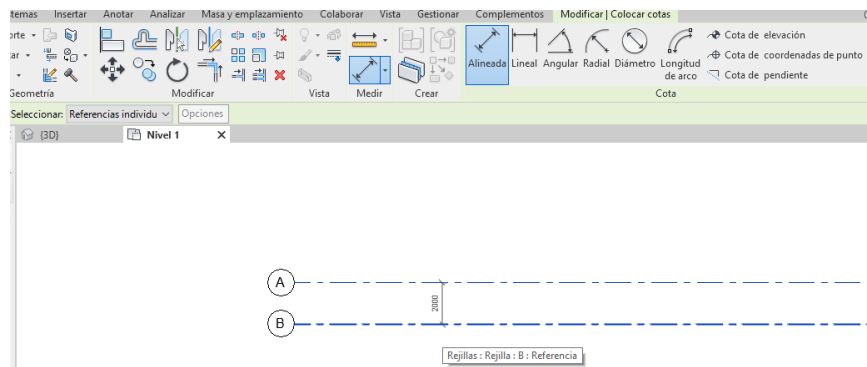
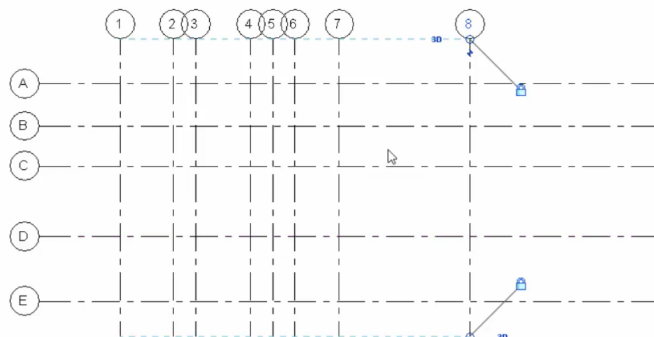


Figura 15

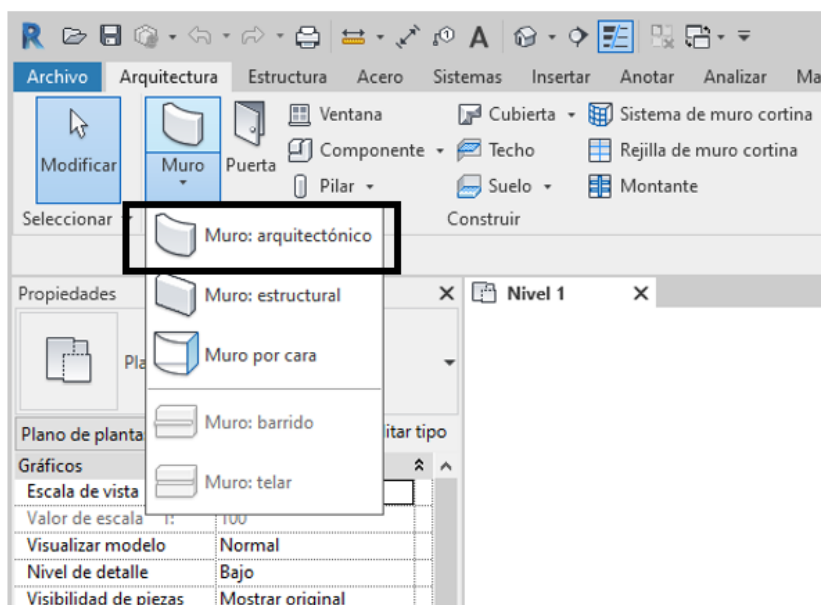
Ejes verticales y horizontales



Para la creación de muros, se debe ir a la pestaña arquitectura ver figura 16, seleccionar muro, donde se despliega un panel de opciones para seleccionar el tipo de muro, en este caso se trabaja con muro arquitectónico.

Figura 16

Tipo de muro

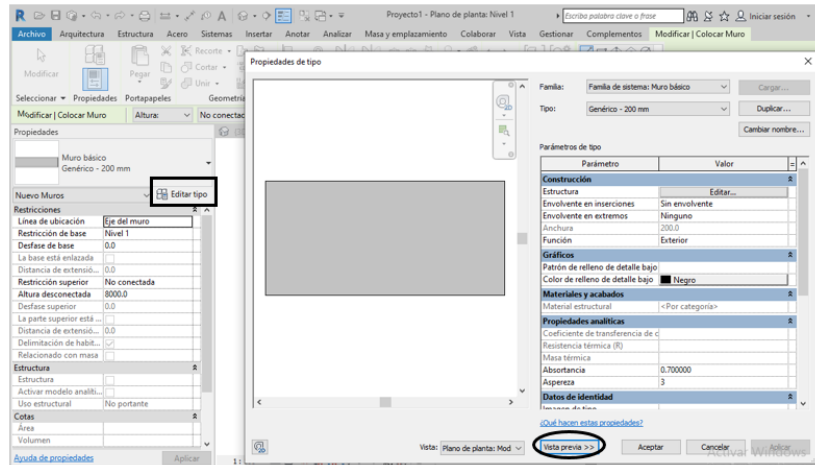


En la barra de propiedades se muestra el tipo de muro, el nombre y una serie de propiedades que se configuran de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Para configurar las propiedades de los muros se selecciona el muro, en este caso un muro genérico. Al dar clic en editar tipo se abre una ventana como muestra la figura 17, al dar clic en vista previa se obtiene una vista previa del muro que se escogió. A la hora de configurar un muro es importante duplicarlo y a este se le puede colocar cualquier nombre o se deja con el que viene por defecto.

Figura 17

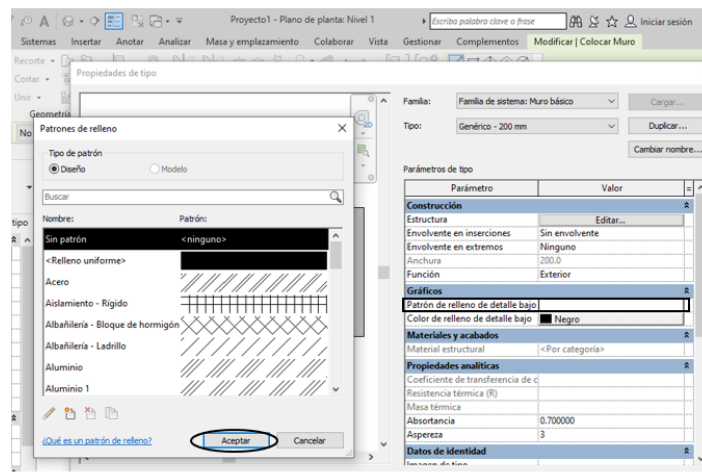
Propiedades de muro



La figura 18 muestra algunas propiedades que se pueden configurar está el tipo de material y el patrón de relleno del muro, el cual se puede seleccionar al dar clic en patrón de relleno de detalle bajo, luego se abre una ventana en donde se muestran diferentes patrones de relleno y luego se da aceptar para actualizar los cambios en las propiedades de los muros.

Figura 18

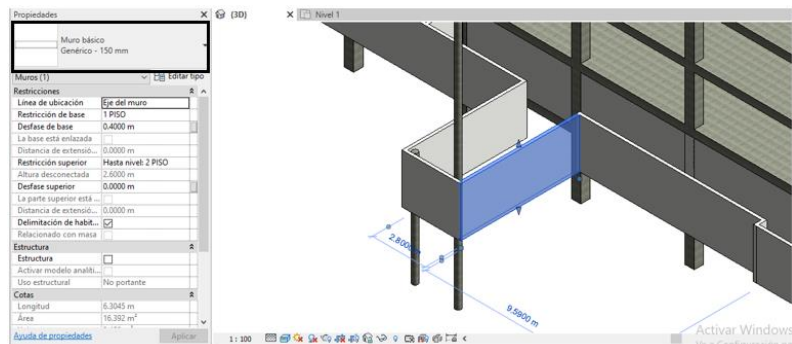
Propiedades de muro



Para este proyecto se seleccionó el tipo de muro básico genérico de 150 mm, ver figura 19, ya que no se tiene conocimiento de las características constructivas con las cuales se construyó este edificio. Esta medida se tomó en base a los planos ya existentes de AutoCAD.

Figura 19

Muro utilizado en el proyecto

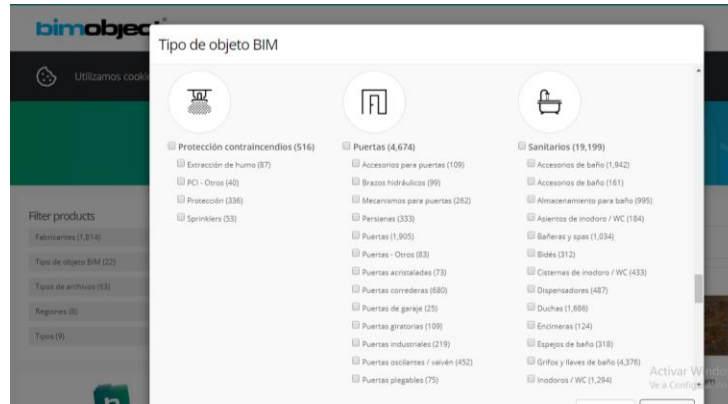


2.4 Puertas y ventanas

Para la implementación de puertas y ventanas se puede hacer de dos maneras, la primera es descargarlas de la página de BIMObject y la segunda es utilizar las que trae Revit por defecto. BIMObject es una plataforma de la cual se pueden descargar elementos de electricidad, construcción, muebles etc. para facilitar el diseño en diferentes softwares, en este caso Revit 2020, brindando la opción de filtrar la búsqueda por tipo de accesorio y así mismo por fabricante, como se observa en la figura 20.

Figura 20

Tipos de objeto, plataforma BIMobject



Para implementar las puertas que trae por defecto Revit, en la pestaña de arquitectura se da clic en puerta, ver figura 21 Selección de puerta, Revit y figura 22 Selección de ventana, Revit. cabe resaltar que para dibujar una puerta o ventana se debe dibujar previamente los muros, de lo contrario no se podrá implementar esta herramienta.

Figura 21

Selección de puerta, Revit

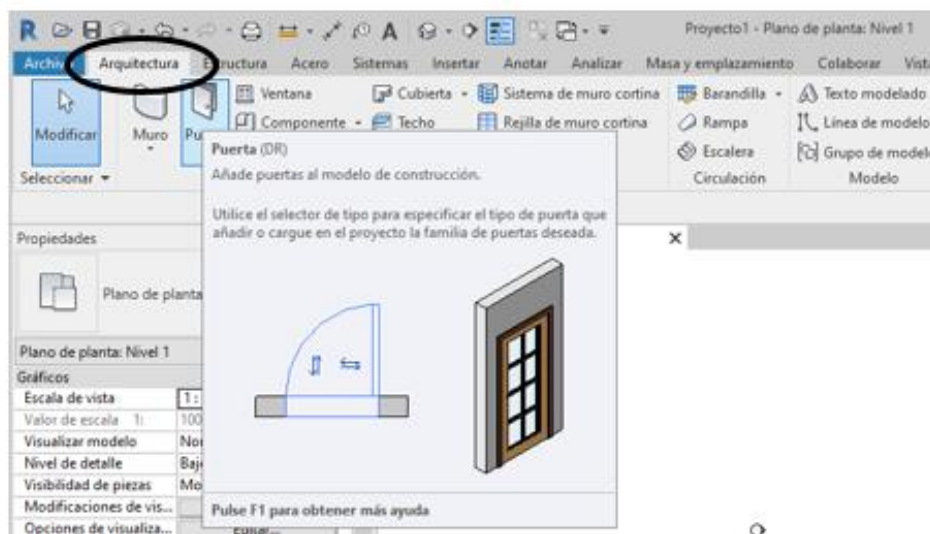
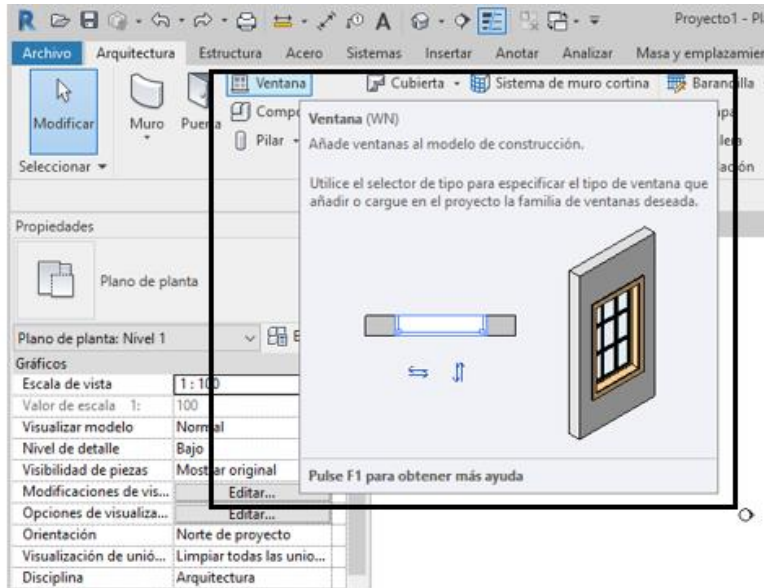


Figura 22

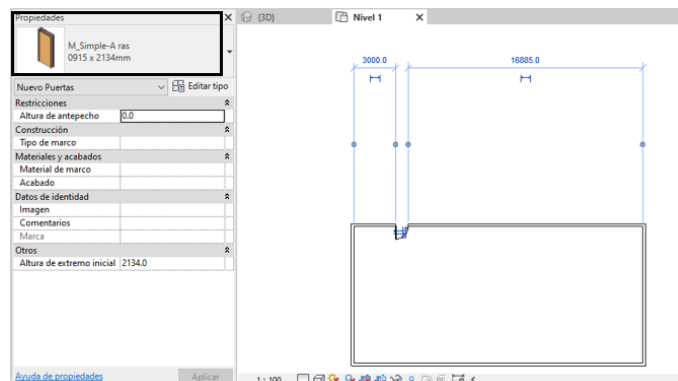
Selección de ventana, Revit



Al seleccionar la herramienta puerta/ ventana se da clic sobre el muro que se desea poner y esta se fija allí. En seguida aparecen unas cotas temporales las cuales pueden ser modificadas para ajustar la distancia de la puerta al muro, como muestra la figura 23.

Figura 23

Colocación de puertas



Al igual que los muros, a las puertas y ventanas se le pueden realizar modificaciones en sus propiedades físicas como material, color, textura y altura dependiendo de los requerimientos del proyecto, en este caso por ejemplo las puertas de las aulas del edificio las cuales son en madera color café, las puertas de la subestación son metálicas color gris y la puerta de la entrada principal es en vidrio.

2.5 Modelado arquitectónico final de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

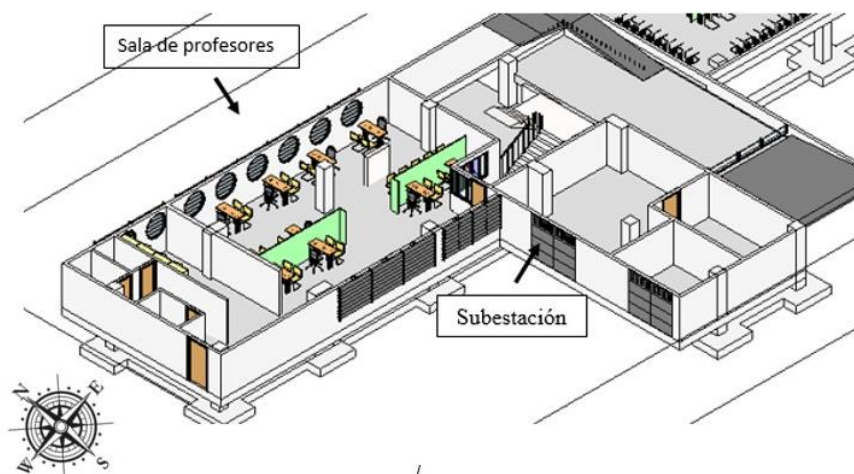
A continuación, se muestra el modelado arquitectónico de cada piso de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Cada piso cuenta con baños, cuarto de aseo y cuarto de control.

2.5.1 Sótano

En la figura 24 se observa una vista arquitectónica del sótano obtenido del modelado en Revit, en este se encuentra la sala de profesores y la subestación en la cual se encuentra transformador y planta de emergencia, las características de esta subestación se registran en la Tabla 1.

Figura 24

Sótano



2.5.2 Primer piso

La figura 25 primer piso, modelado arquitectónico en la parte derecha se encuentra un salón y la sala de estudio individual, en la parte izquierda está la sala de estudio grupal y cafetería.

Figura 25

Primer piso

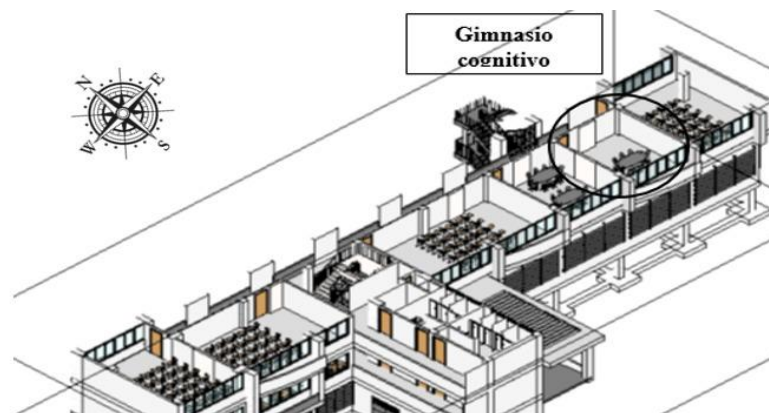


2.5.3 Segundo piso

La figura 26 segundo piso modelado arquitectonico, cuenta con 4 salones y un gimnasio cognitivo, los salones que se encuentran en los extremos son menos amplios que los demás.

Figura 26

Segundo piso

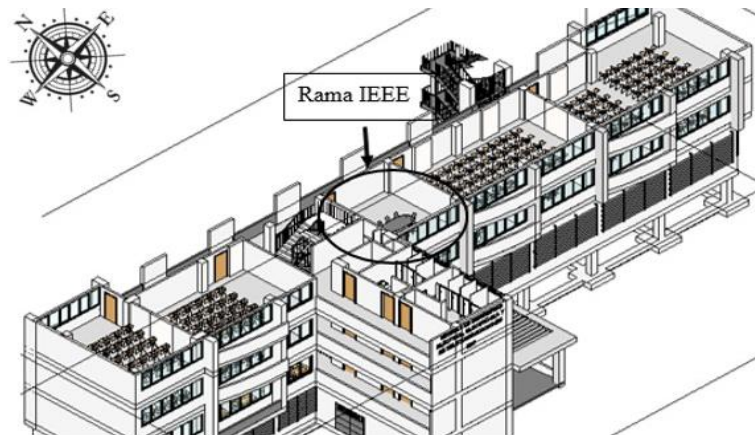


2.5.4 Tercer piso

La figura 27 tercer piso modelado arquitectónico, cuenta con 5 salones y un aula donde está ubicada la rama IEEE.

Figura 27

Tercer piso

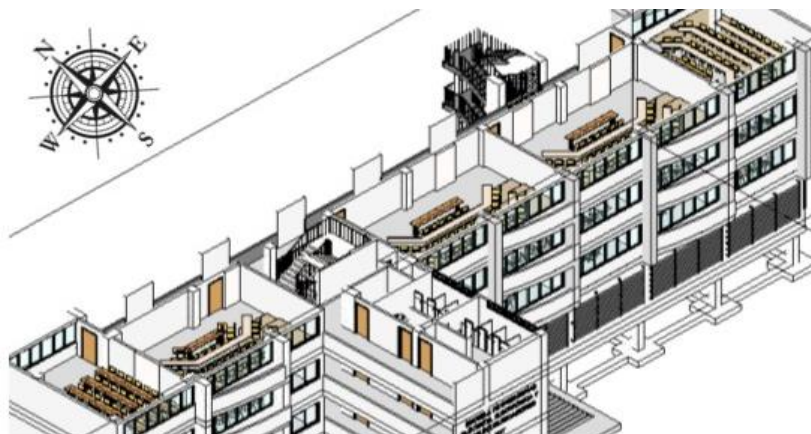


2.5.5 Cuarto piso

En la figura 28 cuarto piso modelado arquitectónico, cuenta con 5 salones, los cuales cuentan con escritorios ubicados en forma de media luna y aire acondicionado.

Figura 28

Cuarto piso



2.5.6 *Quinto piso*

En la figura 29 quinto piso modelado arquitectónico, se encuentran las oficinas administrativas y la secretaría académica de la escuela.

Figura 29

Quinto piso



2.5.7 *Parte exterior*

El resultado final de modelado arquitectónico se observa en la figura 30 con una vista de la fachada de edificio, figura 31 una vista frontal, figura 32 vista posterior y en la figura 33 se observa el detalle de la entrada al edificio de la E3T.

Figura 30

Fachada del edificio

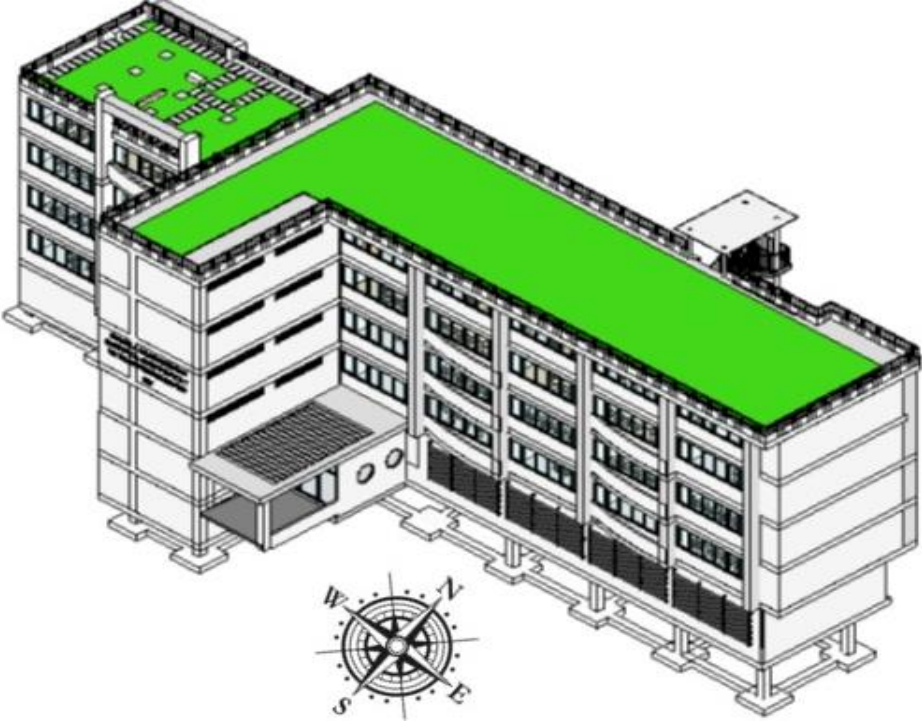


Figura 31

Vista frontal



Figura 32

Vista posterior

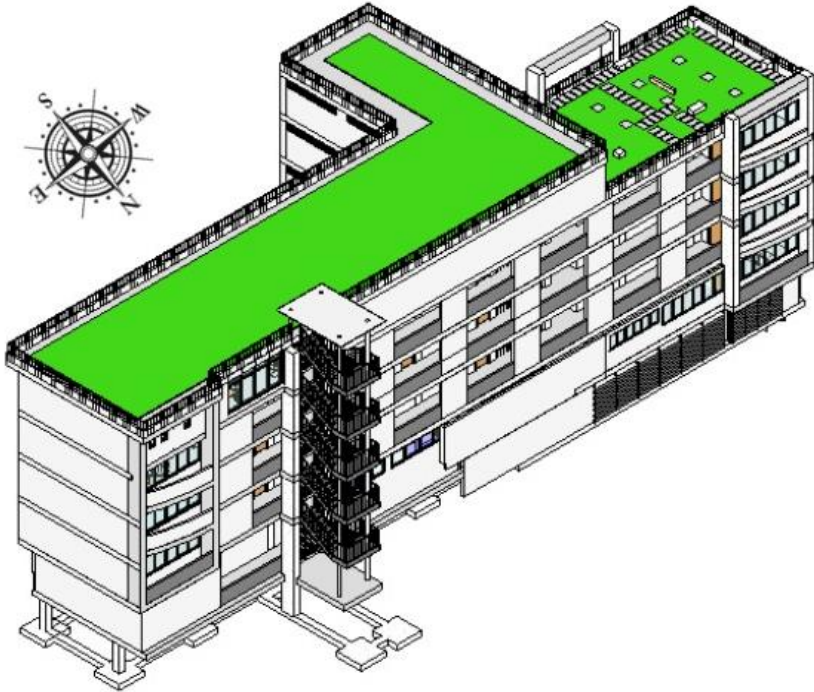


Figura 33

Vista frontal, entrada al edificio



3. Actualización de los planos de la instalación eléctrica de la E3T

Para la actualización de los planos de la instalación eléctrica del edificio se realizó un levantamiento del estado actual de la instalación. En esta etapa se verificó que lo descrito en los planos eléctricos existentes en 2D coincidiera con la instalación real. Como resultado del levantamiento se encontraron inconsistencias en cuanto a las cajas de conexiones ya que estas no son visibles en los planos de AutoCAD y también en el recorrido de las canalizaciones que difieren en varios casos de lo señalado en los planos existentes en 2D.

3.1 Levantamiento de cargas de la instalación eléctrica existente

El edificio de la E3T, construido en el 2009 con un área de 2700 m², cuenta con un diseño de construcción verde y reúne elementos de energía renovable, automatización, control e instrumentación. La instalación eléctrica consta de una subestación de 630 kVA, planta de emergencia, tableros de distribución trifásicos en cada piso y sistema de generación fotovoltaico. Para el levantamiento de la información se realizaron varias visitas de inspección en compañía del profesional encargado del mantenimiento del edificio.

A continuación, se registran fotos de las visitas realizadas para llevar a cabo el modelado de la instalación eléctrica del edificio. Ver figura 34 a la figura 43.

Figura 34

Datos de placa, planta de emergencia

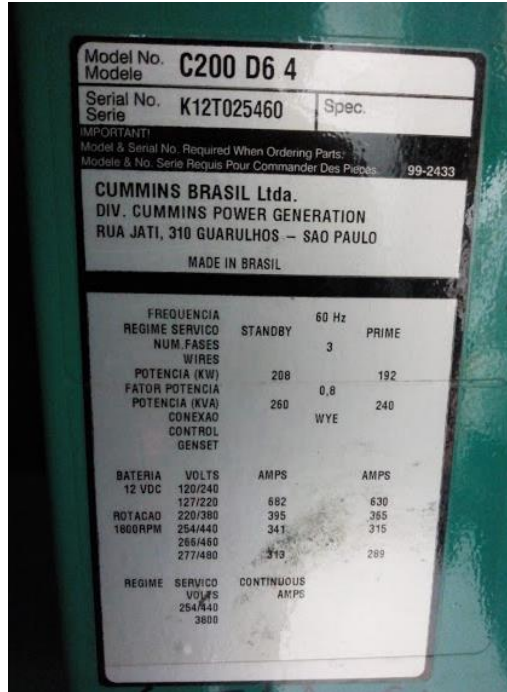


Figura 35

Características de los tableros instalados en cada piso



Figura 36

Características de las celdas en cada piso.



Figura 37

Totalizadores, tableros segundo piso.



Figura 38

Totalizadores, tableros cuarto piso.



Figura 39

Tableros de distribución, cuarto piso



Figura 40

Datos de placa, paneles solares marca CanadianSolar

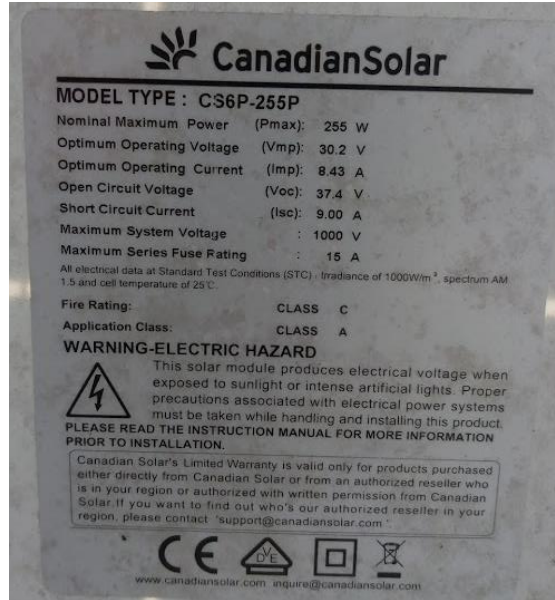


Figura 41

Datos de placa, paneles solares marca Trinasolar



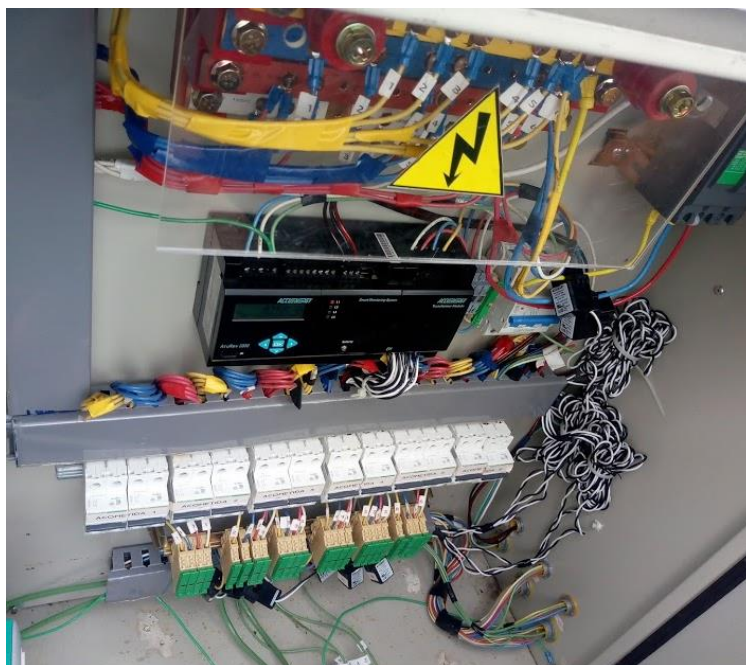
Figura 42

Datos de placa, paneles solares marca JinkoSolar



Figura 43

Tablero de distribución, sistema fotovoltaico



A partir de la a información recopilada y el contraste con planos existentes se obtuvieron los datos de la subestación, paneles solares y tableros del edificio, son mostrados de la Tabla 1 a la Tabla 7.

Tabla 1

Datos nominales, subestación y planta de emergencia

	Subestación	Planta de emergencia
Marca	SIEMENS	Cummins Brasil Ltda.
Capacidad	630 kVA	260 kVA (Standby)
Tensión	13200 V, 220/127 V	220/127 V

Tabla 2

Datos nominales, paneles solares

	Panel	Panel	Panel
Marca	JinkoSolar	CanadianSolar	Trinasolar
Potencia de cada panel	325 W	255 W	270 W
Tensión	37.6 VDC	30.2 VDC	30.9 VDC
N° de paneles	6	18	18

Tabla 3

Tablero de distribución primer piso

Tablero de distribución	TN1	TALU1	TR1
Marca	Luminex	Luminex	Luminex
Sistema	Trifásico	Trifásico	Trifásico
Tablero	Tomas normales	Alumbrado aulas	Tomas reguladas
N° de circuitos	24	18	12
Tensión	220 V	220 V	220 V
Totalizador	20 A	20A	20A

Tabla 4

Tablero de distribución segundo piso

Tablero de distribución	TN2	TALU2	TR2
Marca	Luminex	Luminex	Luminex
Sistema	Trifásico	Trifásico	Trifásico
Tablero	Tomas normales	Alumbrado aulas	Tomas reguladas
N° de circuitos	12	12	12
Tensión	220 v	220 V	220 V
Totalizador	20 A	20 A	20 A

Tabla 5

Tablero de distribución tercer piso

Tablero de distribución	TN3	TALU3	TR3
Marca	Luminex	Luminex	Luminex
Sistema	Trifásico	Trifásico	Trifásico
Tablero	Tomas normales	Alumbrado aulas	Tomas reguladas
N° de circuitos	12	12	12
Tensión	220 v	220 V	220 V
Totalizador	20 A	20 A	20 A

Tabla 6

Tablero de distribución cuarto piso

Tablero de distribución	TN4	TALU4	TR4
Marca	Luminex	Luminex	Luminex
Sistema	Trifásico	Trifásico	Trifásico
Tablero	Tomas normales	Alumbrado aulas	Tomas reguladas
N° de circuitos	30	12	12
Tensión	220 v	220 V	220 V
Totalizador	60 A	30 A	30 A

Tabla 7

Tablero de distribución quinto piso

Tablero de distribución	TN5	TALU5	TR5
Marca	Luminex	Luminex	Luminex
Sistema	Trifásico	Trifásico	Trifásico
Tablero	Tomas normales	Alumbrado aulas	Tomas reguladas
N° de circuitos	18	24	18
Tensión	220 v	220 V	220 V
Totalizador	40 A	20 A	50 A

Revit permite incluir en la información del diseño los cuadros de carga de cada tablero, los cuales son mostrados en los apéndices del A al F.

Para realizar el modelado eléctrico en el software Revit se tuvieron en cuenta trece pasos, que son:

1. Crear familias de elementos eléctricos necesarios para el modelado con las respectivas características de potencia y tensión.
2. Crear la plantilla electricidad.
3. Vincular el modelado arquitectónico.
4. Vincular planos de AutoCAD.
5. Ubicar las luminarias.
6. Ubicar cajas para interruptores.
7. Ubicar cajas para tomacorrientes.
8. Ubicar cajas para sensores.
9. Ubicar tableros de distribución.

10. Conectar las salidas por medio de canalizaciones (luminarias, interruptores, tomacorrientes), hasta llegar al tablero de distribución.
11. Indicar interruptor o sensor para las luminarias, según corresponda.
12. Indicar los elementos de un circuito y su respectivo tablero de distribución (seleccionando cableado).
13. Generar cuadro de cargas.

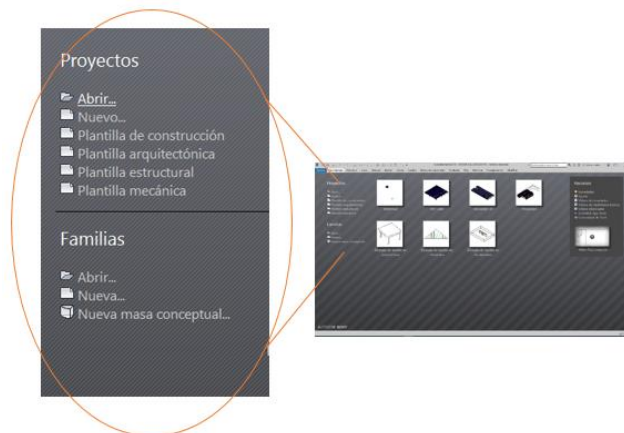
El detalle de los pasos anteriores se presenta a continuación.

3.2 Proyecto Nuevo

Inicialmente, al abrir el software Revit lo primero que se observa en la página principal es la selección de un nuevo proyecto o una nueva familia tal como se observa en la figura 44.

Figura 44

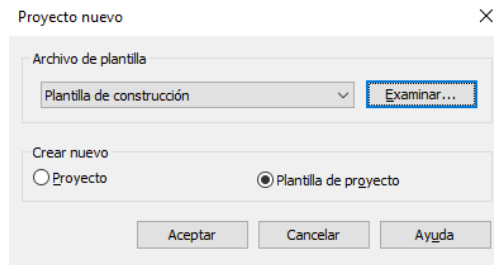
Página de inicio software Revit



Debe seleccionar la opción de Nuevo, una vez en la ventana de proyecto nuevo puede seleccionar la plantilla de acuerdo a la disciplina que se va a trabajar, normalmente aparecen las plantillas de construcción, arquitectónica estructural y mecánica, para cargar la plantilla de electricidad se selecciona Nuevo → plantilla de proyecto → examinar, ver figura 45.

Figura 45

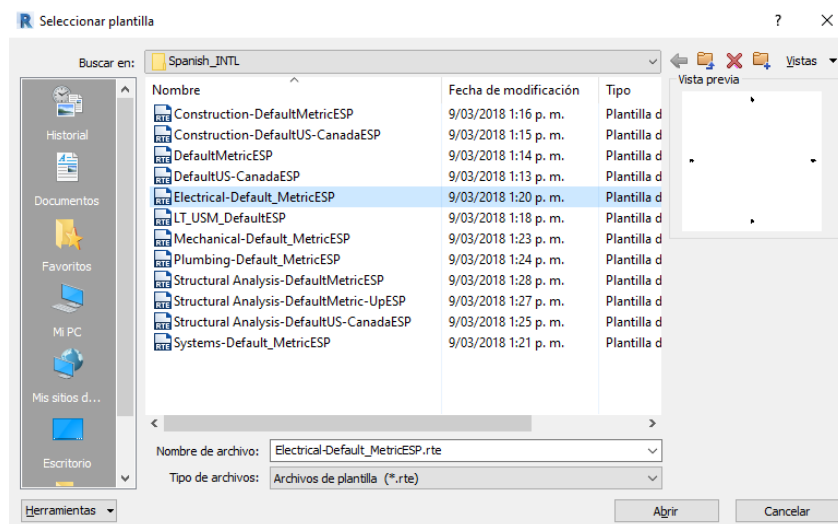
Ventana para cargar plantilla



Al hacer clic sobre el botón de examinar se despliega la ventana de “Seleccionar plantilla” mostrada en la figura 46, en seguida se selecciona Electrical-Default_MetricESP → abrir → aceptar.

Figura 46

Configuración de unidades

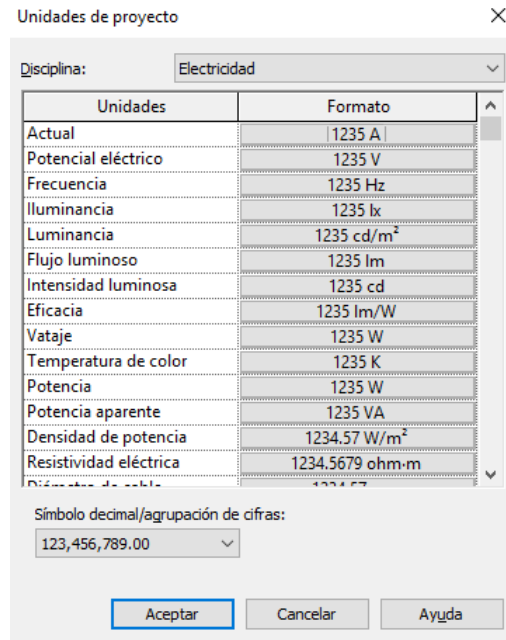


Para la configuración de unidades se hace como se mencionó anteriormente en el numeral 2.1 (figura 5), luego se selecciona en disciplina electricidad, para realizar las configuraciones de las

unidades principales correspondientes a esta disciplina, como se observa en la figura 47, tales como, voltaje (V), corriente (A), potencia (W) y potencia aparente (VA).

Figura 47

Configuración de unidades disciplina electricidad

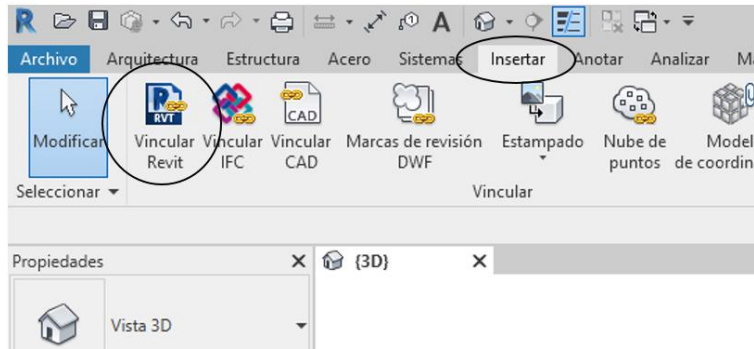


3.3 Vinculación del diseño de una disciplina diferente

Para realizar el diseño de una instalación eléctrica en el software Revit, se configura la plantilla electricidad, luego se vincula el plano arquitectónico como guía para la instalación de los aparatos eléctricos, se realiza en la pestaña insertar → Vincular Revit, como muestra la figura 48.

Figura 48

Vinculación diseño arquitectónico




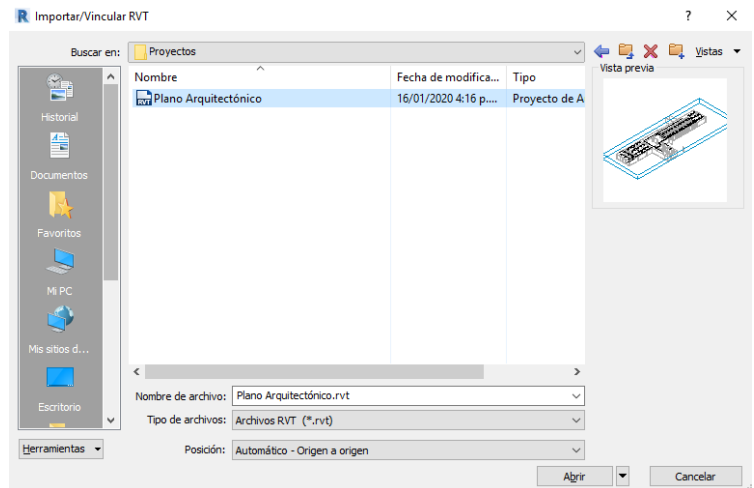
Al hacer clic el icono  se abre una nueva ventana como se muestra en la figura 49, donde se puede importar el diseño arquitectónico, el cual debe estar configurado con las mismas unidades, posteriormente se selecciona la posición en la cual se ubicará el diseño arquitectónico. Esta puede ser de origen a origen, centro a centro o por coordenadas, En caso de hacer alguna modificación en el plano arquitectónico se puede volver a importar en la misma posición sin afectar el diseño eléctrico.

Figura 49

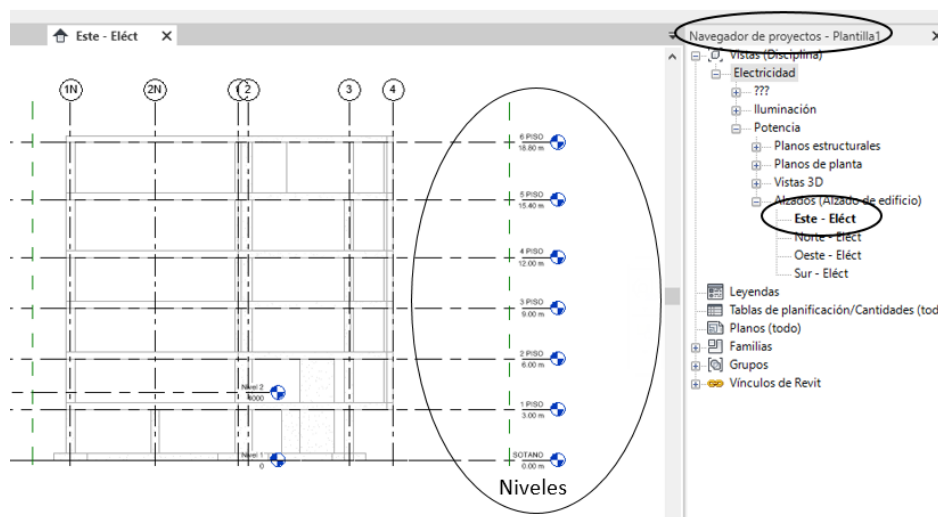
Vincular diseño arquitectónico



El diseño arquitectónico debe tener los niveles de cada piso especificados. Para la plantilla de electricidad se deben insertar nuevos niveles. Una herramienta útil consiste en vincular los alzados. Para lo anterior se debe seguir la siguiente ruta, navegador de proyectos → Alzados → Este, se observa el diseño arquitectónico desde el lado Este, como muestra la figura 50.

Figura 50

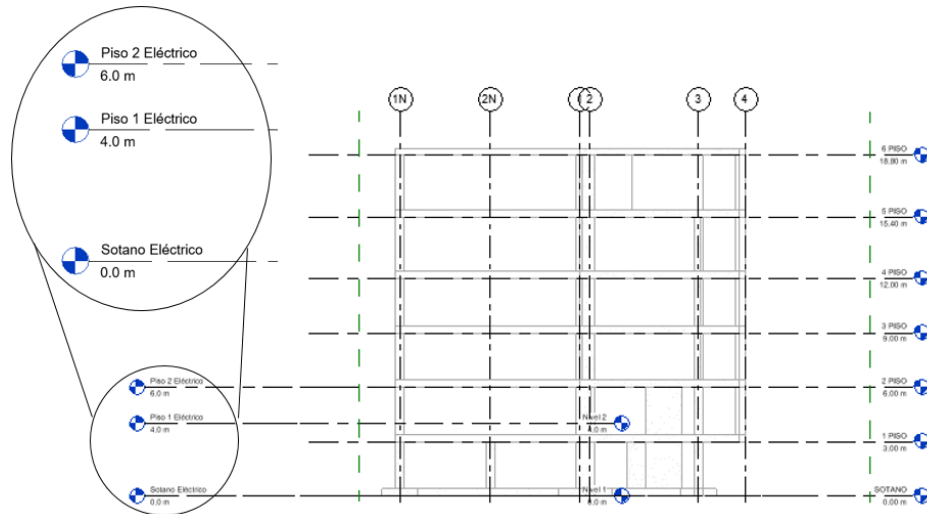
Niveles disciplina arquitectura



El diseño arquitectónico tiene el nivel en la plancha de cada piso, en la plantilla de electricidad el nivel se localiza en la altura de las luminarias por lo tanto si la edificación tiene techo falso no se debe colocar a la misma altura de la plancha arquitectónica. Para ubicar los nuevos niveles en la plantilla de electricidad se debe ir a estructura → Nivel, y se ubica el cursor en el plano donde se desea que quede el nivel, se muestra la distancia entre nivel - nivel de referencia y se puede modificar el nombre.

Figura 51

Niveles disciplina electricidad



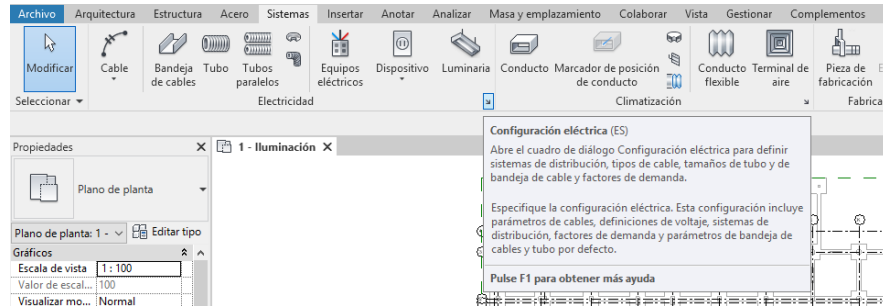
3.4 Configuración MEP

Revit MEP es un conjunto de herramientas que permite la creación y análisis de instalaciones de aire acondicionado, fontanería y electricidad de un edificio siguiendo los principios de BIM.

Una vez se haya realizado la vinculación del proyecto se puede seguir con el modelado de los sistemas eléctricos, se deben modificar las opciones generales del sistema MEP mecánica, electricidad y plomería, para ajustarlas a los valores reales del proyecto. En la figura 52 se observa en el menú Gestionar → Configuración MEP → Configuración eléctrica.

Figura 52

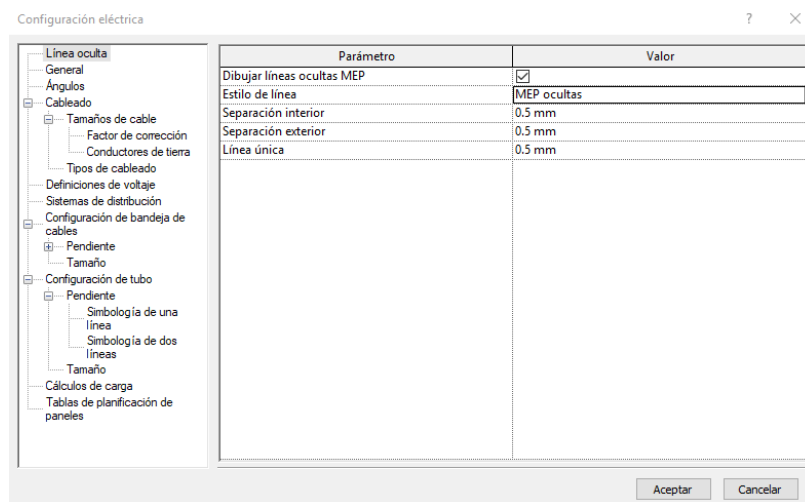
Configuración eléctrica



Se abre una nueva ventana como se observa en la figura 53 y en la parte izquierda de la ventana aparece un listado con los diferentes parámetros que se pueden configurar. Entre estos parámetros se puede cambiar algunas características asociadas al cableado tales como (tamaño, material, tipo). También se pueden asignar características asociadas al voltaje, sistema de distribución, bandejas de cables, tubería, carga y planificación de paneles.

Figura 53

Configuración parámetros MEP

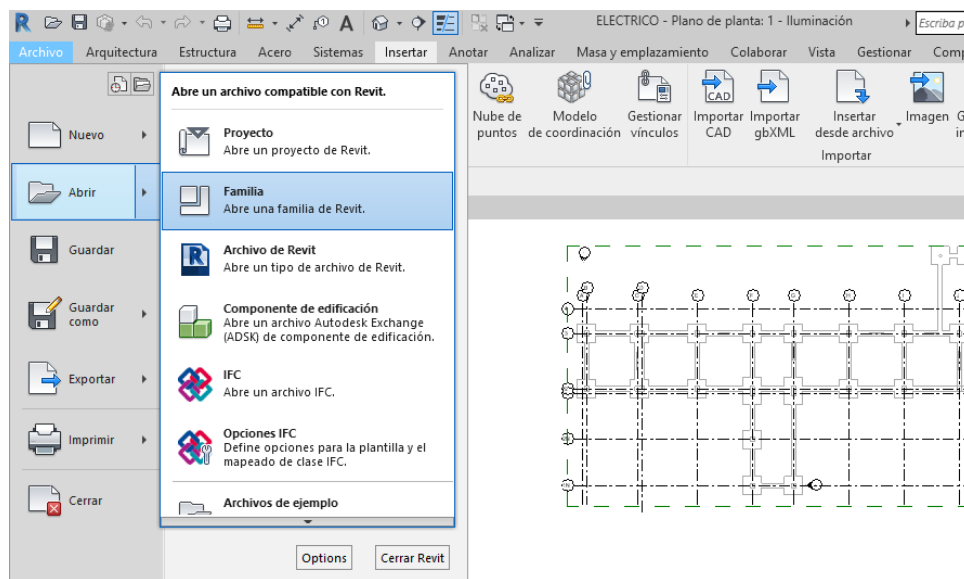


La instalación de los aparatos eléctricos (tomas, interruptores, plafones, luminarias, sensores) se van agregando y modificando de acuerdo a las características eléctricas reales. Una familia en Revit se compone de cada elemento que se añaden a un proyecto, con ciertos parámetros que son importantes en el momento de realizar análisis, mediciones, presupuestos y documentación general que comprende el proyecto.

Revit cuenta con unas familias por defecto, las cuales tienen ciertas características ya definidas, se pueden modificar los parámetros en caso que sea necesario. Otra forma de cargar las familias es en BIMobject, una plataforma de contenido BIM donde se puede descargar diferentes tipos de objetos clasificados por fabricante, tipos y tipo de archivo. Para el modelado del edificio E3T se utilizó esta plataforma, descargando elementos con características físicas muy similares a los que se encuentran instalados en el edificio. Descargando el archivo desde la plantilla de electricidad Archivo → Abrir → Familia, ver figura 54.

Figura 54

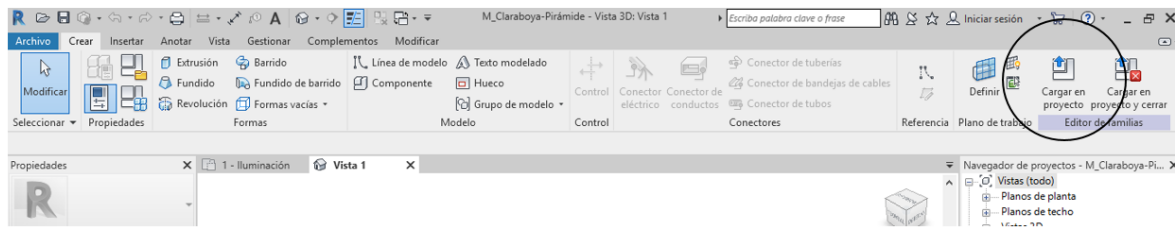
Abrir una familia



Al abrir el archivo se puede observar todas las características y visualizarlo en 3D, si cumple con los parámetros se carga al proyecto como muestra la figura 55, de lo contrario se puede cerrar y no queda vinculado al proyecto.

Figura 55

Cargar familia en el proyecto



Para el modelado eléctrico se descargaron las siguientes familias.

3.4.1 Luminarias

Las luminarias instaladas en el edificio E3T son marca PHILIPS con 3 potencias diferentes 4X14W, 2X28W y 1X28W, las cuales son mostradas en la figura 56. Para su modelado en el software fue necesario importarlas como objeto. Dicha importación se realizó a partir de la plataforma BIMobject, la cual permite descargar objetos en formato Revit con las características específicas que suministra cada fabricante. Es posible filtrar objetos por fabricante, tipo de objeto BIM, tipos de archivos, regiones, tipos y materiales. Como resultado del uso de la plataforma, se importaron objetos con características similares a las instaladas en el edificio, que pudiesen ser utilizadas para el diseño.

Figura 56

a. *Luminaria fluorescente 4X14W 120V doble balastro 60X60*, b. *Luminaria fluorescente 2X28W 120V*, c. *Luminaria fluorescente 1X28W 120V*

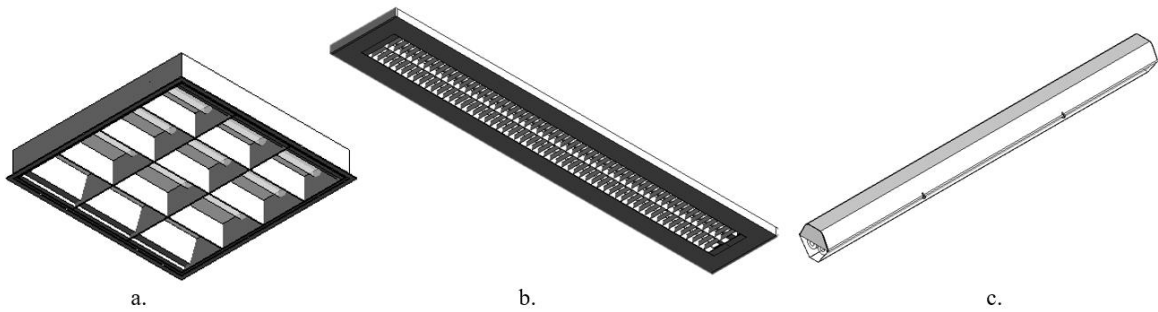
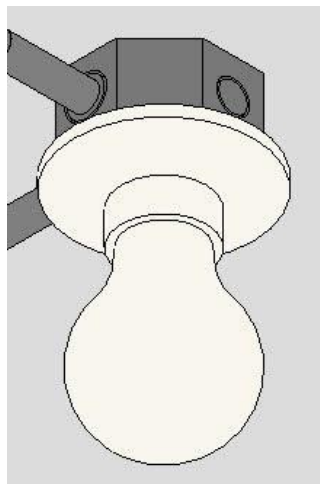


Figura 57

Plafón con bombillo



La representación de los tomacorrientes se tomó desde la plataforma de BIM object, en la página principal con el cursor se selecciona Buscar objetos BIM filtrando por tipo de objeto.

Figura 58

Página principal BIMobject



Figura 59

Filtros BIMobject



Al seleccionar este filtro se muestra en la pantalla diferentes opciones, en este caso se selecciona la opción Instalaciones eléctricas → salidas y tomas y se selecciona el tomacorriente que tenga las características más similares visualmente al instalado. Se utilizó una única referencia para todos los tomacorrientes como se muestran en la figura 61, y se configuro las características técnicas.

Figura 60

Tipo de objeto

Tipo de objeto BIM

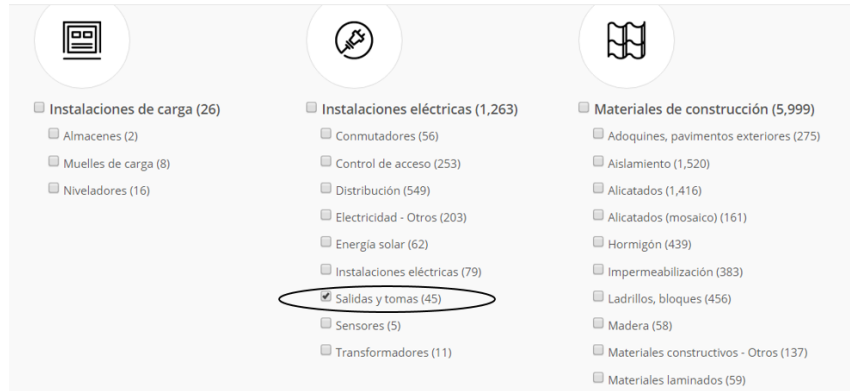
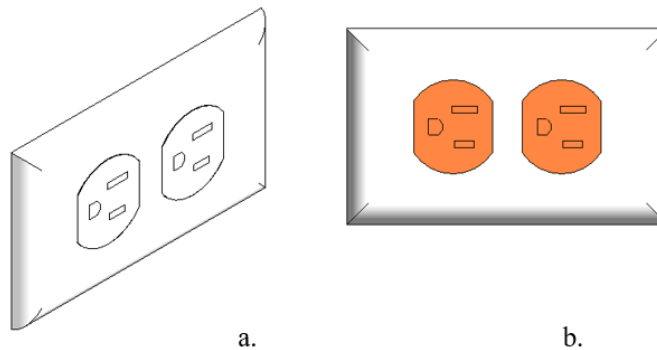


Figura 61

a. Tomacorriente monofásico, b. Tomacorriente monofásico regulado



3.4.2 Interruptores

Al igual que los tomacorrientes Revit cuenta con interruptores que trae ya incorporados, pero estos también se pueden buscar en la plataforma de BIMobject con el filtro de → salidas y tomas mostrada en la figura 60. Para el caso del Edificio E3T los interruptores no son utilizados

frecuentemente debido a que cuenta con sensores de movimientos y de luz natural que controlan la iluminación del edificio.

Figura 62

Interruptor sencillo, Revit

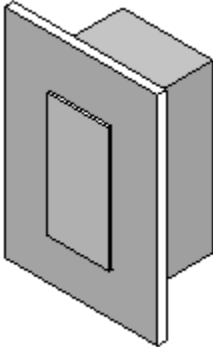
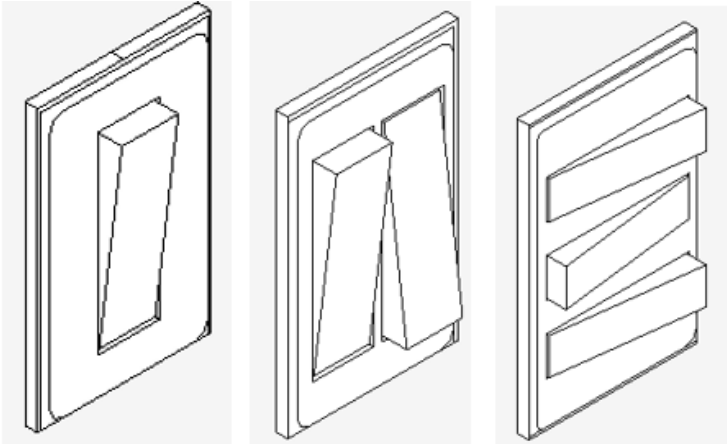


Figura 63

a. Interruptor sencillo, b. Interruptor doble, c. Interruptor triple



a.

b.

c.

3.4.3 Configuración de tubo

La instalación eléctrica de la E3T, cuenta con una canalización a la vista en tubo EMT, para crear la familia en REVIT se tomó como referencia tubería conduit tipo EMT marca proelectricos, utilizada para la conducción y protección de cables para instalaciones eléctricas, esta marca es comercial y se utilizó para obtener diámetros reales.

Para incluir en el proyecto una familia de tubos hay dos opciones, 1) es descargarla directamente de la página del fabricante, ya que actualmente hay varias empresas que cuentan con la opción de librerías BIM, o 2) crear una familia, para esto se deben descargar de la página del fabricante las medidas exactas como lo son; diámetro nominal, diámetro interno y externo.

Figura 64

Página de Proelectricos certificada para la fabricación de tubería EMT

TUBOS EMT

Tubería conduit tipo EMT utilizada para la conducción y protección de cables para instalaciones eléctricas de tipo doméstico y comercial.

Diám. nominal	Referencia métrica	Diám. ext. pulg.	Diám. Ext mm	Esp pared pulg.	Espa pared mm	Peso	Longitud total
1/2"	16	0.706	17.93	0.042	1.06	0.10 kg	3.0 MTS
3/4"	21	0.922	23.41	0.049	1.24	0.194 kg	3.0 MTS
1"	27	1.163	29.54	0.057	1.44	0.34 kg	3.0 MTS

Una vez se dispone los datos, la plataforma de Revit, en la sección de familias permite seleccionar tubos de diferentes familias que el programa trae por defecto o las familias creadas, se

observa en las figuras 65 y 66 los pasos que se deben seguir, navegador de proyectos → familias → pulsando sobre una de estas →duplicar → cambiar nombre a EMT.

Figura 65

Familias

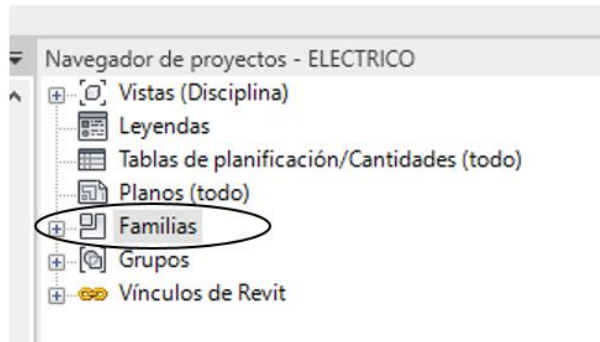
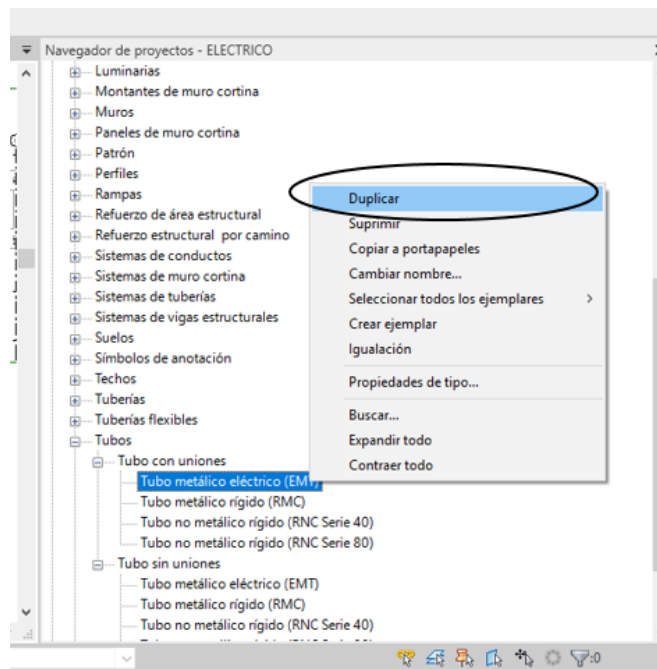


Figura 66

Crear familia de tubos




Luego de seleccionar el tipo de tuberías, desde la ventana de configuración eléctrica se deben completar la tabla ver figura 68, con los valores de las medidas exactas de los tubos. Se realiza de la siguiente manera en la pestaña de sistemas → Electricidad → Configuración eléctrica se abre una ventana emergente → configuración tubo → tamaño → norma, en esta parte se selecciona  (añade norma).

Figura 67

Configuración de tubos

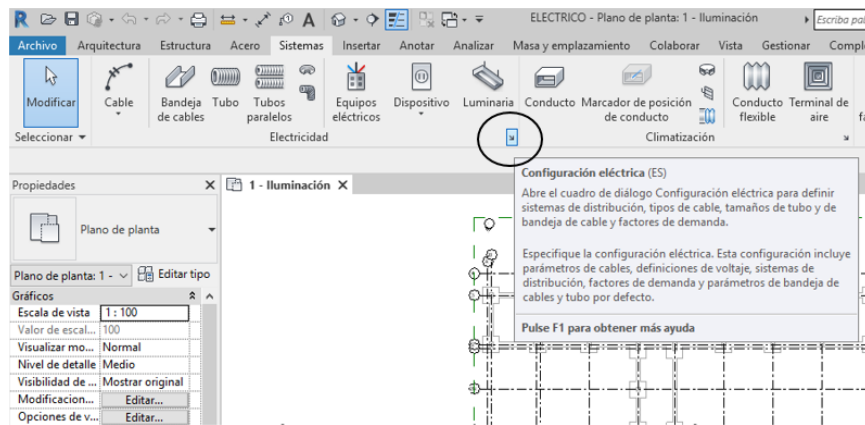
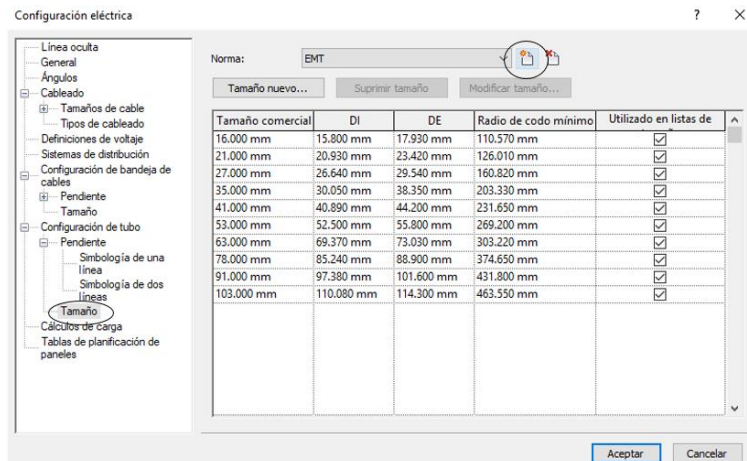


Figura 68

Añadir norma para tubería



Se abre una ventana ver figura 69, se debe indicar el nombre para la nueva familia de tubos, se puede escribir el mismo nombre que se le colocó a la familia que se duplicó y se debe seleccionar en que norma es basada, para este proyecto se seleccionó EMT ya que es el material utilizado para la familia de tubería que se creó, por defecto se encontrará una lista con datos de tamaños de tuberías ya creados, la cual se debe eliminar.

Figura 69

Nueva norma de tubos

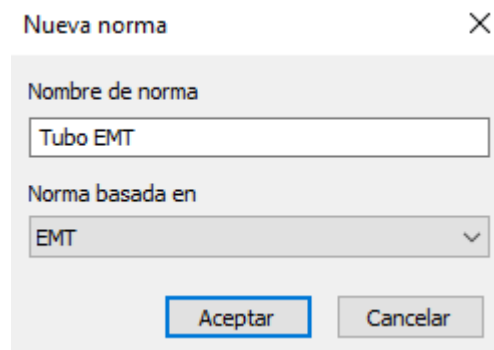
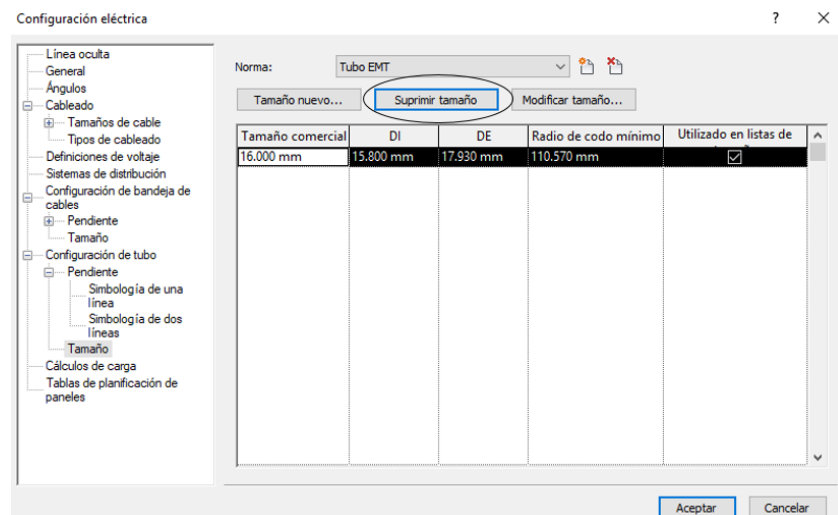


Figura 70

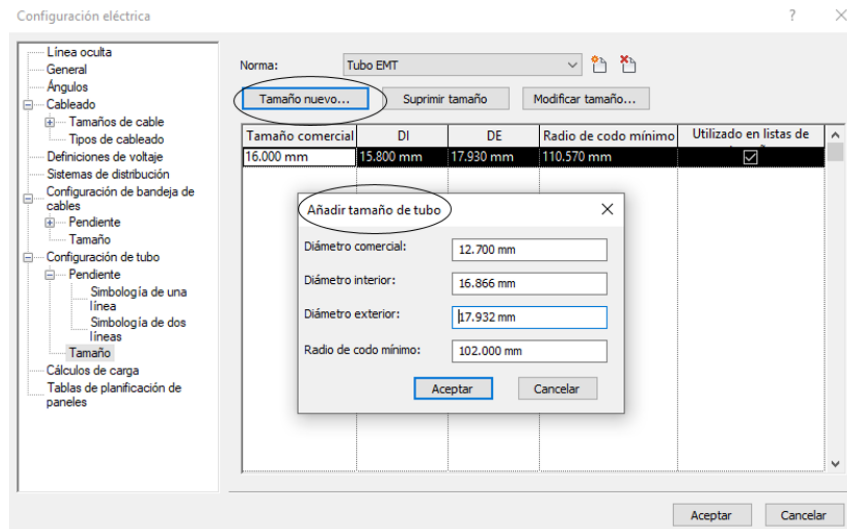
Eliminar datos que están por defecto



Luego seleccionar → tamaño nuevo, en seguida se despliega una ventana como se observa la figura 71, donde se ingresa los datos de cada referencia de tubo, diámetro comercial, interno y externo, adicionalmente se debe ingresar el dato del radio de codo mínimo que también se encuentra en la página del fabricante. De esta manera se siguen ingresando los datos de todos los tamaños necesarios para el diseño.

Figura 71

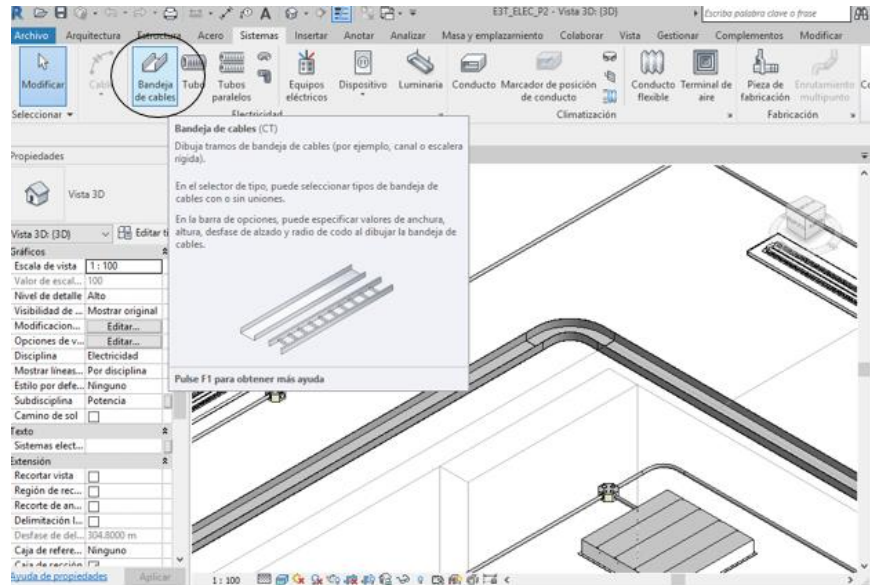
Añadir tamaño de tubo



Para la implementación de bandeja de cables en la figura 72, se tomó la que trae por defecto Revit, la cual es de material aluminio y se modificaron las medidas. Las medidas de estas bandejas son de 12 cm de ancho X 5 cm de alto, estas bandejas son las encargadas de distribuir los conductores de los circuitos desde el cuarto de control a cada espacio del piso o nivel correspondiente.

Figura 72

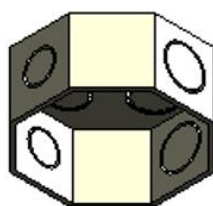
Bandeja de cables



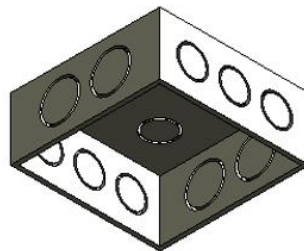
En la figura 73 se observan las cajas que sirven como puente de conexión entre aparatos eléctricos y su respectivo circuito. En este modelado se utilizaron cajas cuadradas referencia 2400 para la conexión de los sensores y cajas ortogonales para la conexión de luminarias y ubicación de los sensores. Para la conexión de tomacorrientes e interruptores se utilizaron cajas referencia 5800.

Figura 73

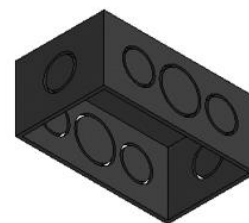
a. Caja octagonal, b. Caja 2400, c. Caja 5800



a.



b.



c.

3.4.4 Sensores de iluminación

Los sensores de iluminación se activan mediante la detección de presencia de movimiento, tienen un rango de cobertura de 180°- 360° y tienen fotocelda integrada, la cual controla el nivel de iluminación de las luminarias y en cierta medida pueden dar la orden de encender o apagar la iluminación según la disponibilidad de la iluminación natural. En el edificio existen dos tipos de sensores, los salones cuentan con sensores de 360° de cobertura (figura 74) y los pasillos con sensores de 180° (figura 75).

Figura 74

Sensor de movimiento de 360°

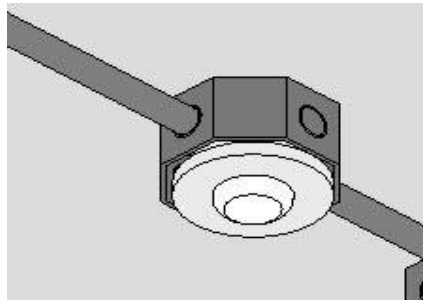
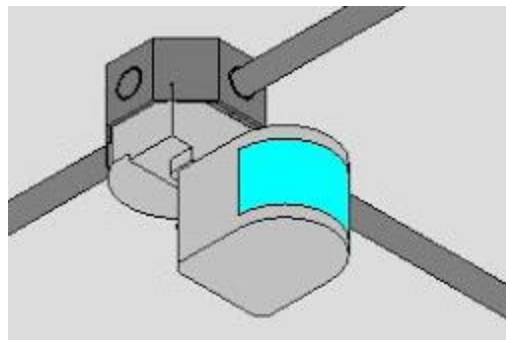


Figura 75

Sensor de movimiento de 180°

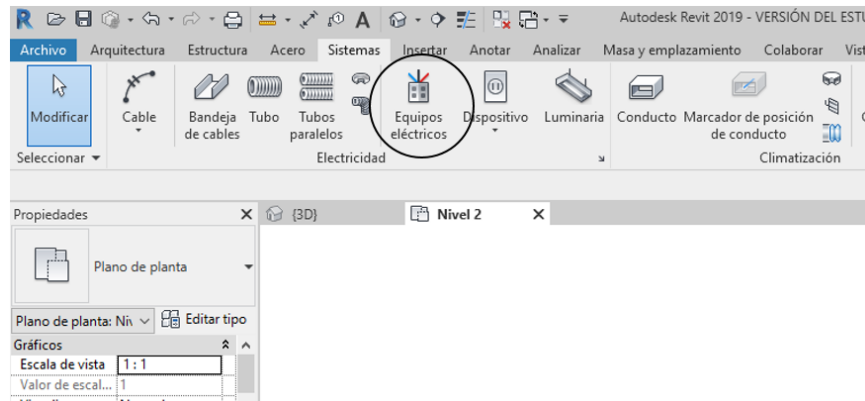


Otro de los elementos importantes para una instalación eléctrica es el tablero de distribución, el cual debe ser creado antes de asignar los circuitos eléctricos. Para esto se debe ir a la pestaña

sistemas desde el plano planta, allí se hace clic en equipos eléctricos como se muestra en la figura 76.

Figura 76

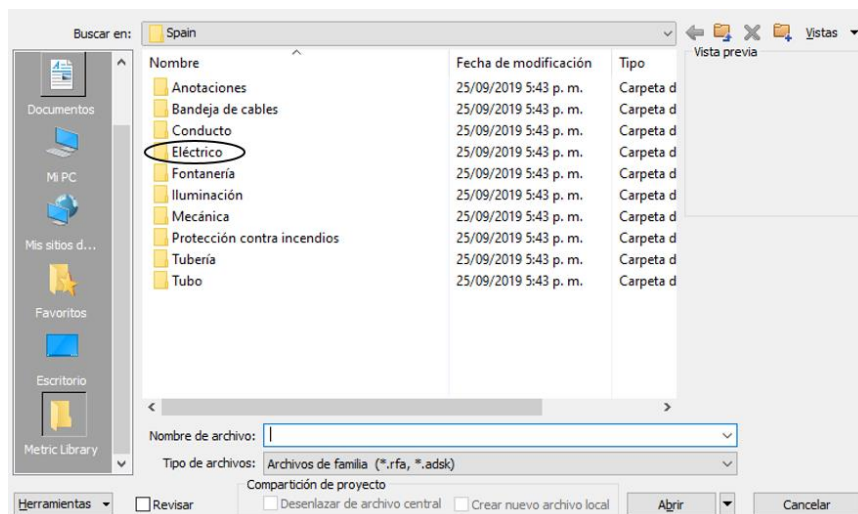
Equipos eléctricos de las familias Revit



Como no se encuentra ningún equipo eléctrico cargado en el diseño aparecerá una ventana que pregunta si se desea cargar una familia, al seleccionar la opción “sí” aparece una ventana donde se encuentran carpetas con diferentes equipos, en este caso se selecciona la carpeta → Eléctrico.

Figura 77

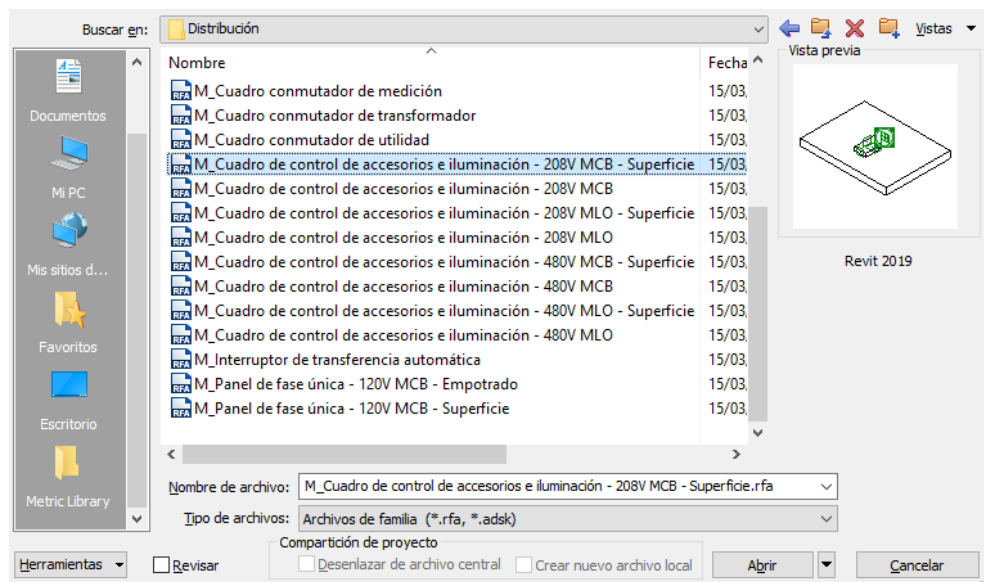
Cargar familia tablero de distribución



En la ventana de la figura 77 se debe seleccionar la siguiente ruta para encontrar la familia de tableros de distribución. Eléctrico → MEP → Energía eléctrica → distribución → M_cuadro de control de accesorios e iluminación -208 MCB – Superficie.

Figura 78

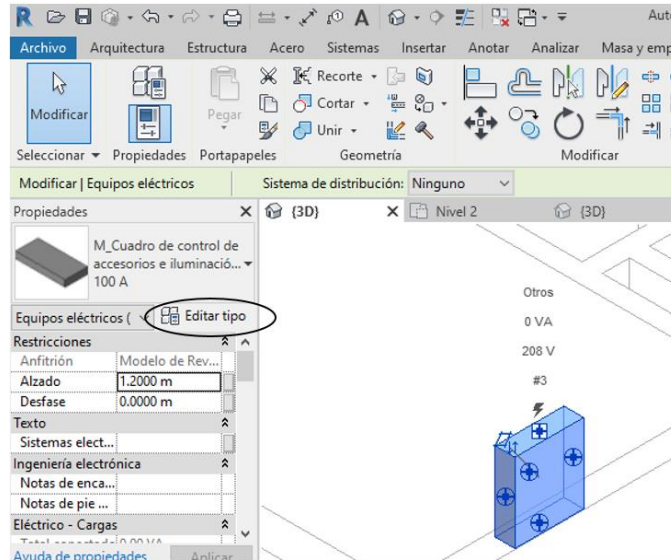
Selección familia de tablero de distribución



Al abrir la familia seleccionada como indica la figura 78, se debe cargar en el proyecto, lo siguiente es cambiar el nombre a tablero de distribución, para esto con el tablero seleccionado ir a propiedades → editar tipo.

Figura 79

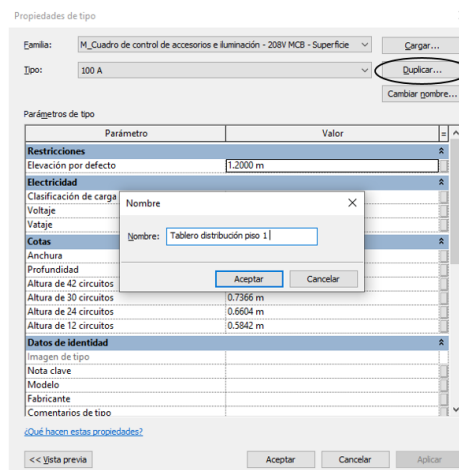
Editar propiedades de una familia



En seguida se abre una ventana con las propiedades del tipo de tablero que se seleccionó, al pulsar Duplicar se despliega una nueva ventana donde se debe escribir el nombre del tablero, en este caso “tablero de distribución piso 1”. Al aceptar ya se puede ubicar en el plano planta.

Figura 80

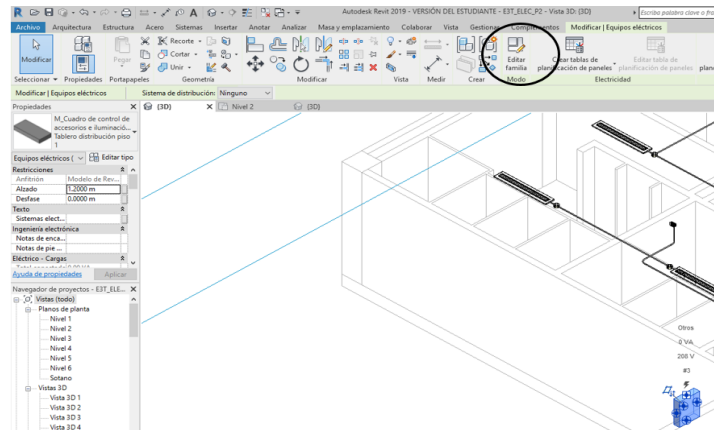
Modificar nombre de un equipo eléctrico



Para seleccionar el sistema de distribución se debe modificar la familia, en la pestaña modificar → editar familia.

Figura 81

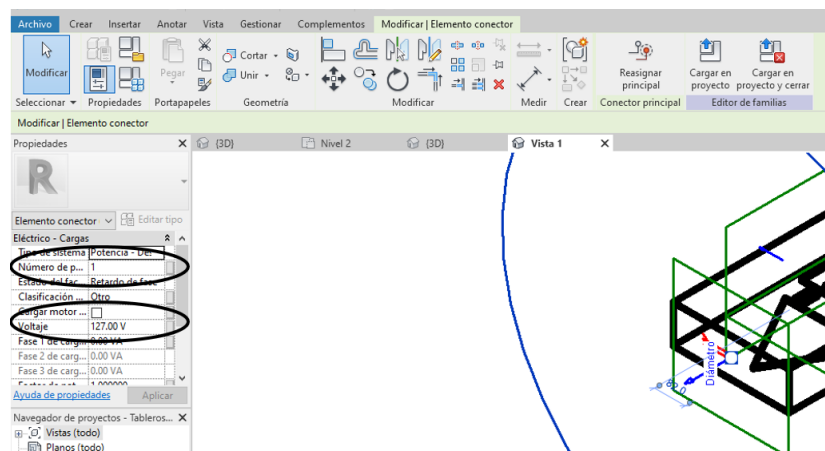
Opción editar familia



En seguida se abre una nueva página ver figura 82, en la cual aparece solo el tablero de distribución mostrando las salidas de tubería y de potencia, seleccionar la salida de potencia y en propiedades se modifica número de polos y el valor de tensión, y por último se debe cargar en el proyecto.

Figura 82

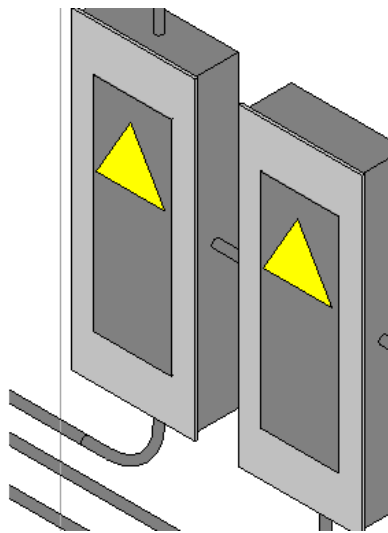
Modificar propiedades de un tablero de distribución



Con esta modificación ya se puede seleccionar el sistema de distribución, el cual puede ser monofásico, bifásico o trifásico, luego se edita el aspecto físico indicando el riesgo eléctrico. En este caso todos los tableros que hacen parte de la instalación eléctrica de la E3T son trifásicos.

Figura 83

Tablero de distribución, Revit

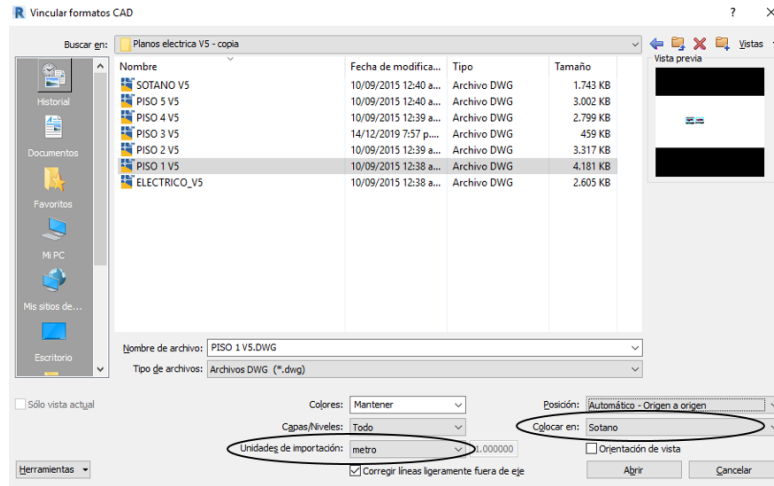


3.5 Vincular planos eléctricos en AutoCAD

Teniendo definido todos los elementos que se utilizan en el diseño para facilitar la ubicación de las salidas se puede vincular los planos en AutoCAD 2D para ello en la pestaña insertar → vincular CAD, se abre una ventana ver figura 84, llamada vincular formatos CAD donde puede buscar en el ordenador el plano eléctrico en este formato, el plano en AutoCAD debe tener definida las mismas unidades y el nivel donde quedará el plano.

Figura 84

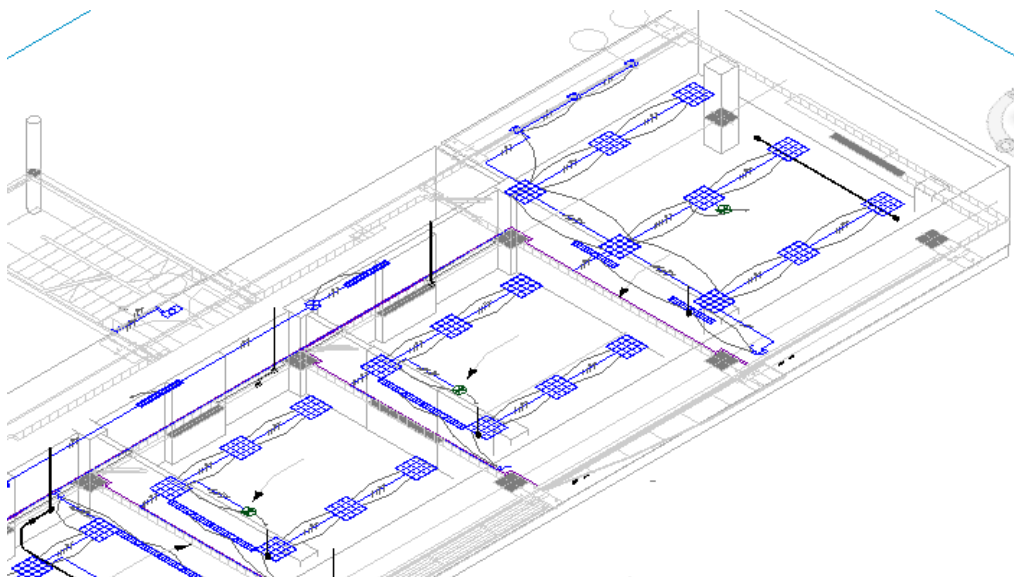
Vincular planos AutoCAD



El diseño en formato CAD quedará a la vista cuando sea necesario como se observa en la figura 85, este nos sirve para guiar la ubicación de los elementos, luego de esto se puede ocultar o desvincular.

Figura 85

Vista del plano vinculado en formato AutoCAD 2D

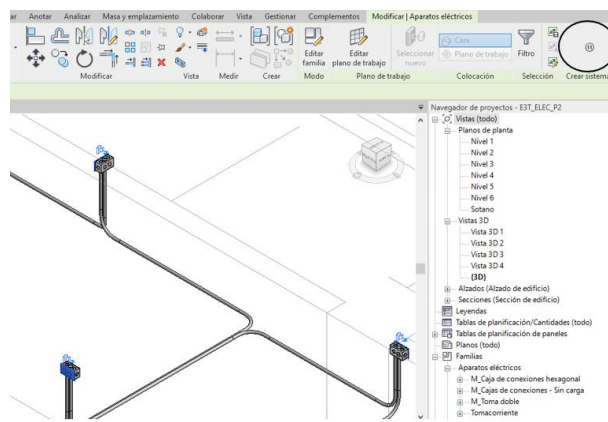


3.6 Circuitos eléctricos de potencia

Para crear un circuito se deben tener identificadas las salidas que hacen parte del circuito, estas se seleccionan y en seguida en la pestaña Modificar → aparatos eléctricos → potencia, ver figura 86.

Figura 86

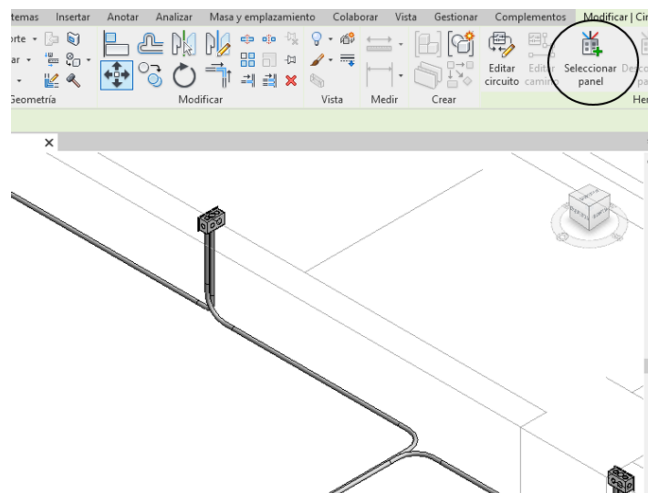
Crear circuito de potencia



Al pulsar potencia se abre una pestaña como se muestra en la figura 87, donde se debe dar clic en panel y luego se debe seleccionar el tablero de distribución al cual está conectado el circuito.

Figura 87

Seleccionar tablero de distribución

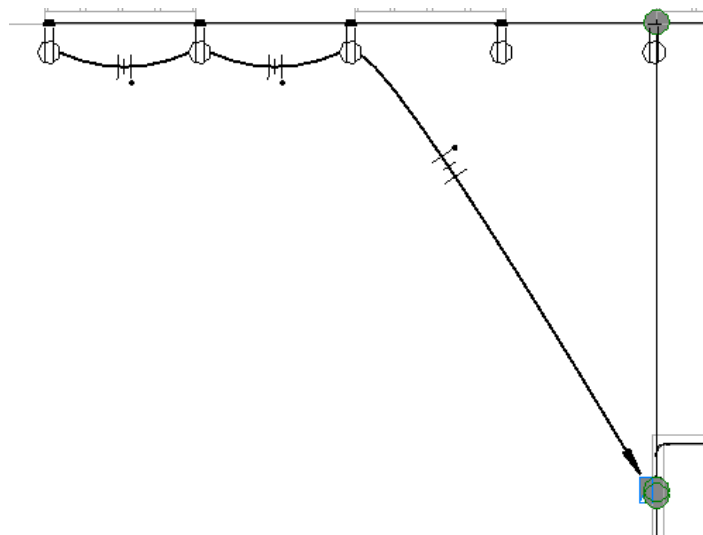


Al pulsar alguno de los tomacorrientes seleccionados que conforma el circuito, en la pestaña circuitos eléctricos se puede observar el número del circuito correspondiente, el tablero donde está protegiendo el circuito y se puede modificar agregando o quitando salidas.

En la figura 88 se observa el recorrido del circuito conectando los aparatos y el tablero de distribución indicando los conductores que van en el circuito en este caso fase, neutro y tierra, al tablero como se indica en la siguiente figura.

Figura 88

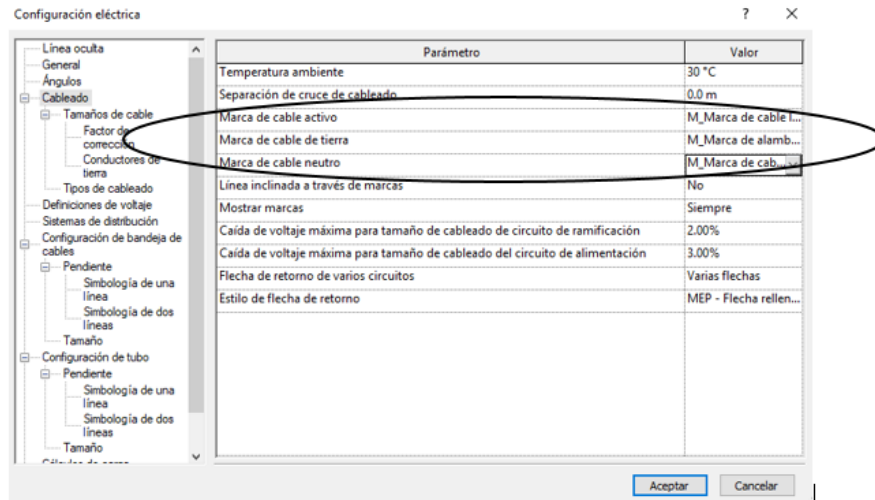
Recorrido de un circuito indicando los conductores (fase, tierra, neutro)



Para modificar la marca del conductor se hace desde la ventana de propiedades ver figura 89, con las siguientes indicaciones. Propiedades → cableado → parámetro → Marca de cable activo, se selecciona marca de cable largo que corresponde a la fase, Marca de cable a tierra se debe seleccionar marca de alambre circular y en Marca de cable neutro se selecciona marca de cable corto.

Figura 89

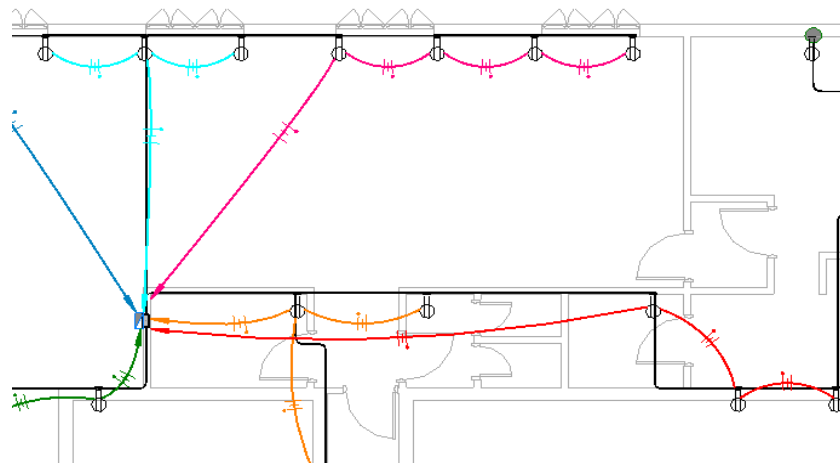
Propiedades de cableado



También es posible modificar el color del recorrido para identificar los diferentes circuitos, figura 90. Para realizar el cambio de color se debe mantener seleccionadas las líneas del circuito y en la pestaña modificar en el símbolo modificar gráficos de vista se da clic en modificar por elemento y se elige el color que se desea.

Figura 90

Identificación de circuitos



3.7 Plantilla tablero de distribución

Al seleccionar un tablero de distribución aparece una pestaña de modificar equipos eléctricos, seleccionar electricidad → crear tablas de planificación de paneles → usar plantillas por defecto, se abre una nueva pestaña en la cual se observa una tabla donde se relacionan los circuitos ya creados, en esta se puede modificar las características del tablero, tales como nombre, ubicación, capacidad del interruptor, tensión, fases, cables, y de igual manera se puede modificar el nombre de cada circuito. También se observa el número de polo, la potencia y la corriente del breaker que se debe utilizar en cada circuito.

A medida que se van agregando circuitos se puede observar la carga total correspondiente a cada fase y si se encuentra desbalanceado hay una opción de reequilibrar, esta opción organiza los circuitos de tal manera que las cargas queden equilibradas.

Figura 91

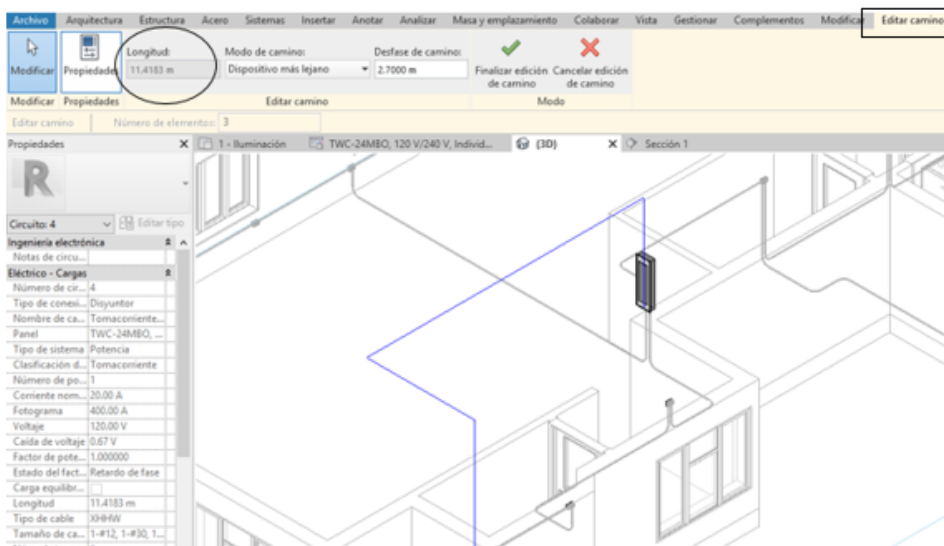
Cuadro de cargas, Revit

Circuito	Amperios	Polo	VA	VA	VA	VA	Polo	Amperios
1 Tomacorriente salon social	20 A	1	540 VA	540 VA			1	20
3 Tomacorriente Salon social	20 A	1			720 VA	540 VA	1	20
5 Tomacorriente Baños	20 A	1	540 VA	540 VA			1	20
7 Tomacorriente Cocina	20 A	1			540 VA			
9								
11								
13								
15								
17								
19								
21								
23								
25								
27								
29								
31								
33								
35								
37								
39								
41								
Carga total:			2160 VA		1800 VA			
Total de amperios:			18 A		15 A			

Para observar la distancia y el recorriendo del conductor en un circuito se selecciona uno de los aparatos conectados desde la vista 3D, en la pestaña circuitos eléctricos → editar camino muestra la longitud desde el tablero de distribución hasta el aparato más lejano ya que con este valor se realiza el cálculo de caída de tensión de cada circuito.

Figura 92

Editar camino



Se puede observar la caída de tensión en el conductor de cada circuito, presionando clic derecho sobre el modelado en la opción navegadores → navegador de sistema → disciplina electricidad se puede observar el tablero y los circuitos con características como carga, tensión caída de voltaje, generando una tabla como muestra la figura 93.

Figura 93

Navegador de sistemas, disciplina electricidad

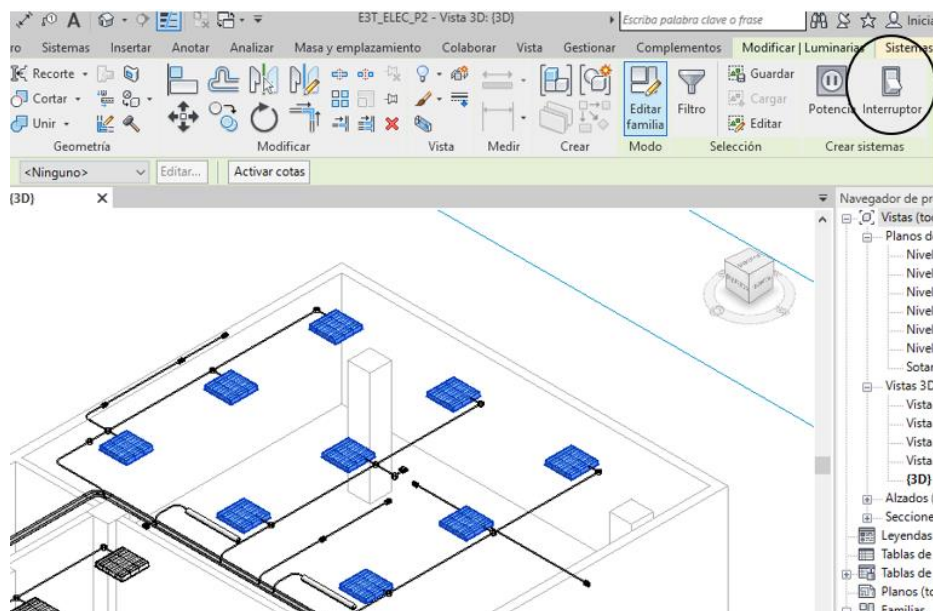
Nombre de espacio	Número de espacio	Carga	Voltaje	Sistema de distribución	Corriente nominal	Caída de voltaje	Longitud
		180 ...	220.0...		20 A	No calculado	No cal...
		360 ...	220.0...		20 A	No calculado	No cal...
		720 ...		120/240 simple			
		180 ...	120.0...		20 A	0.095 V	4.80
		180 ...	120.0...		20 A	0.165 V	8.40
		360 ...	120.0...		20 A	0.720 V	18.29

3.8 Circuitos eléctricos de iluminación

Antes de crear el circuito de iluminación, las luminarias tienen que tener asignado el interruptor o sensor que las enciende. Para esto se seleccionan las luminarias y se pulsa en interruptor, como se muestra en la figura 94.

Figura 94

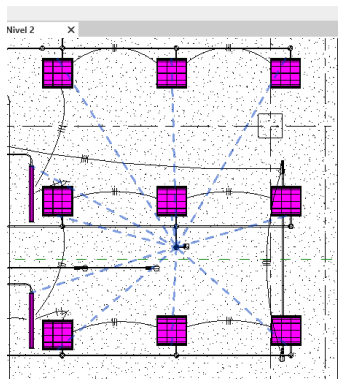
Asignar interruptor o sensor a las luminarias



Si se quiere observar la conexión de una luminaria con su respectivo interruptor o sensor, debe acerca el cursor sobre la luminaria y presionar la tecla tab, de esta manera muestra con una línea punteada la conexión de las luminarias que estén asociadas al mismo interruptor, como se observa en la figura 95.

Figura 95

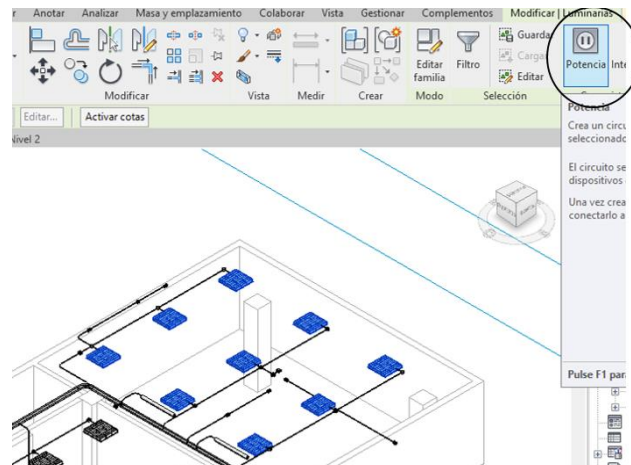
Conexión luminarias- sensor



Lo anterior permite seleccionar las luminarias que son parte de un circuito y en la pestaña Modificar se selecciona la opción potencia.

Figura 96

Circuito de iluminación



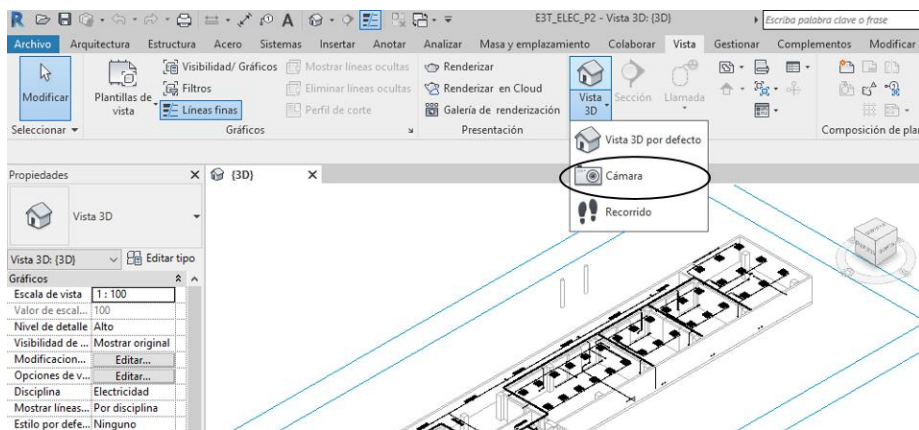
Luego se debe pulsar en el tablero de distribución asociado a ese circuito en la pestaña Modificar → circuitos eléctricos → seleccionar panel.

3.8.1 Renderizar

Esta opción permite realizar una vista más realista del diseño, es muy utilizado para observar la iluminación. En la pestaña vista → vista 3D → cámara, ver figura 97. Se ubica la cámara donde se quiere observar la iluminación.

Figura 97

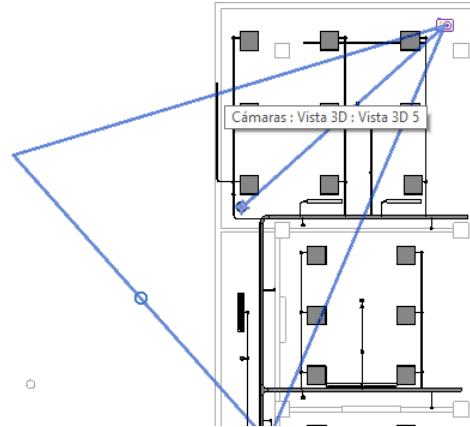
Opción cámara



Una vez activada la función de la cámara, se ubica dónde se desea observar el renderizado, desde la vista 3D. Luego de seleccionar la ubicación de la cámara se selecciona otro punto hacia donde quiere que muestre la cámara, ver figura 98.

Figura 98

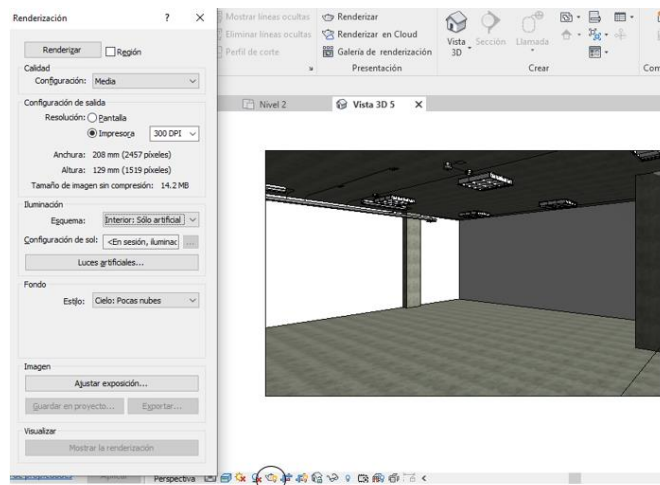
Ubicación y dirección de la cámara



Se abre una ventana con la vista de la cámara, seleccionar mostrar cuadro de dialogo render, se abre una nueva ventana ver figura 99, donde se deben realizar algunas configuraciones dependiendo del equipo donde se está trabajando el archivo, calidad → configuración → media, configuración de salida → resolución → impresora 300DPI, iluminación → esquema → interior: solo artificial.

Figura 99

Configurar renderización



Ya realizadas las configuraciones se pulsa en la parte superior de la ventana renderizar, este proceso toma unos minutos, mostrará una vista realista de la iluminación, ver figura 100.

Figura 100

Renderización

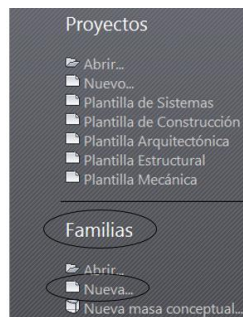


3.9 Rótulo o bloque de título

En Revit al igual que en AutoCAD se puede crear un rotulo, el cual es un recuadro que se ubica en la parte inferior de un plano para mostrar datos claves del proyecto, tales como nombre o razón social, numero del plano, fecha de emisión, nombre del proyecto, escala, nombre del ingeniero responsable y número de matrícula. Para crear el rótulo en Revit se debe ir a la página de inicio → Familias → nuevo. Ver figura 101.

Figura 101

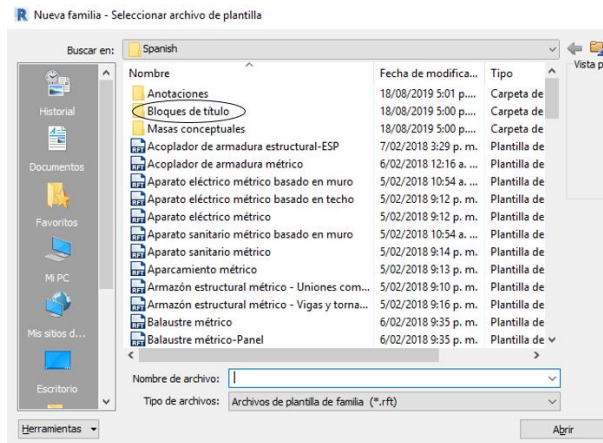
Familia nueva para rótulo



En seguida se abre una ventana como se observa en la figura 102, donde se encuentra una carpeta llamada bloques de título donde se encuentran los rótulos que Revit trae por defecto.

Figura 102

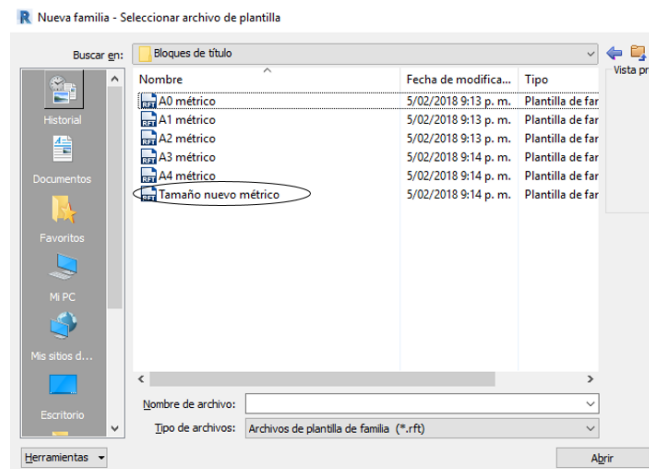
Crear bloques de título



Al abrir esta carpeta se encuentran rótulos comunes como A0, A1, A2, A43, A4, los cuales tienen medidas muy pequeñas, por lo tanto, se debe crear un rótulo tamaño de pliego B1 métrico, seleccionando tamaño nuevo métrico → Abrir.

Figura 103

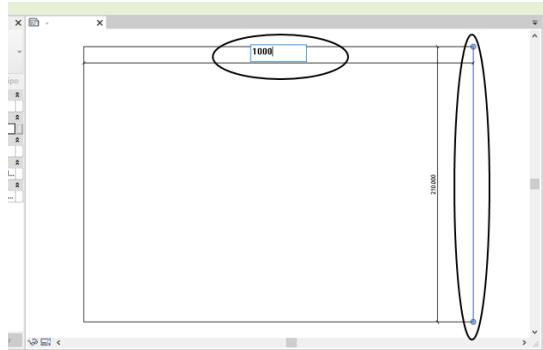
Crear nuevo rótulo



Por defecto va a parecer un rótulo con medidas tamaño carta, para modificarlo se selecciona una de las líneas que se quiere mover y se modifica la distancia, 707 mm de ancho x 1000 mm de largo, en este caso. Ver figura 104.

Figura 104

Modificar medidas del rótulo



Teniendo en rectángulo se pueden eliminar las cotas y para agregar el borde del rótulo, en la pestaña de Crear → Línea, se puede dibujar el rectángulo interno y las divisiones donde van los datos del proyecto. Como se observa en la figura 105 es la presentación final para los planos del edificio de la E3T.

Figura 105

Resultado final rótulo

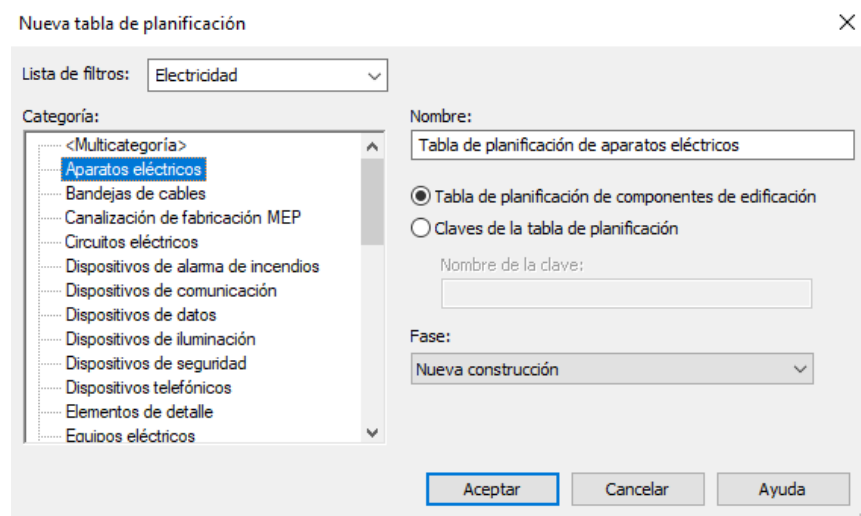


3.10 Tabla de planificación / Cantidades

Revit cuenta con una función que permite elaborar cantidades de materiales como tomacorrientes, para realizar esta tabla en el navegador de proyectos al dar clic derecho sobre tablas de planificación / cantidades (todo) → nueva tabla de planificación / cantidades, aparecerá la siguiente ventana.

Figura 106

Nueva tabla de planificación



Nueva tabla de planificación

Lista de filtros:

Categoría:

- <Multicategoría>
- Aparatos eléctricos**
- Bandejas de cables
- Canalización de fabricación MEP
- Circuitos eléctricos
- Dispositivos de alarma de incendios
- Dispositivos de comunicación
- Dispositivos de datos
- Dispositivos de iluminación
- Dispositivos de seguridad
- Dispositivos telefónicos
- Elementos de detalle
- Equipos eléctricos

Nombre:

Tabla de planificación de componentes de edificación

Claves de la tabla de planificación

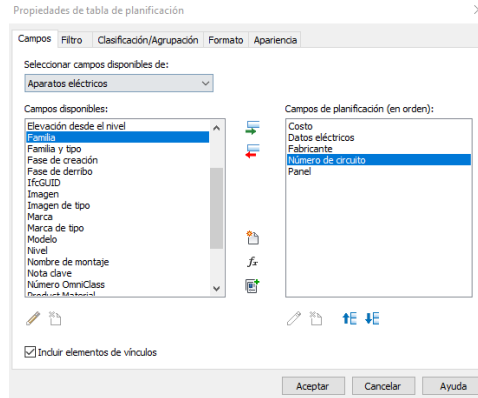
Nombre de la clave:

Fase:

En el filtro se selecciona electricidad, y para los tomacorrientes se selecciona aparatos eléctricos, el nombre de la tabla se puede cambiar. Al dar clic en Aceptar, aparece una nueva ventana en la cual se seleccionan los campos disponibles para realizar la lista de materiales que se desea, por ejemplo, costo, datos eléctricos, número del circuito, panel al que está conectado, familia y tipo, fabricante. Desde esta ventana también se pueden organizar de acuerdo a como se quiere el orden de la tabla.

Figura 107

Propiedades tabla de planificación



Al dar clic en Aceptar aparece la tabla de planificación de aparatos eléctricos, en esta se puede realizar una suma con el costo total, lo cual se realiza en el panel de propiedades → formato → costo → cálculos totales. Realizando este procedimiento se puede observar el costo total de los tomacorrientes.

Figura 108

Tabla de planificación de aparatos eléctricos

<Tabla de planificación de aparatos eléctricos>				
A	B	C	D	E
Costo	Datos eléctricos	Fabricante	Número de circuito	Panel
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour		
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	7	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	7	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	7	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	6	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	6	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	6	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	5	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	5	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	5	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	4	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	4	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	4	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	4	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	1	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	1	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	1	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	1	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	2	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	2	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	2	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	2	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	3	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	3	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	3	TWC-24MBO, 120
10000.00	Power 120 V/1-18	Pass & Seymour	3	TWC-24MBO, 120
230000.00				

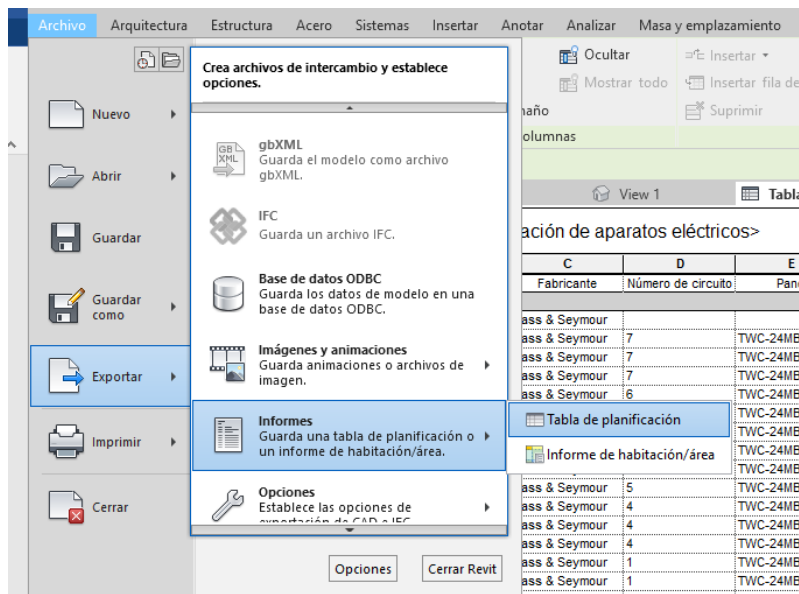
Cuando se realiza una lista con varios elementos y diferentes marcas se puede realizar filtros, desde el panel de propiedades → filtros, se selecciona el filtro de acuerdo a los campos de planificación seleccionados como costo, datos eléctricos, fabricante, número de circuito o panel. De esta manera se van creando las tablas para los tubos, cables, luminarias y todos los elementos que contenga la instalación.

3.11 Exportar tablas a Excel

Todas las tablas de planificación / cantidades se pueden exportar a Excel, esto con el fin de realizar un estudio económico o realizar una lista de cantidades. Para realizar esto en la opción de archivo → exportar → informes → tablas de planificación. Estos datos quedan exportados como texto, desde Excel se puede abrir y observar en el mismo orden que se muestra en Revit.

Figura 109

Exportar tabla de planificación a Excel



3.12 Modelado eléctrico final del edificio de la E3T.

El edificio de la E3T cuenta con sótano, en el cual está ubicada la subestación de energía eléctrica, 5 pisos que cuentan con salones, salas de estudio y oficinas administrativas y por último una terraza verde.

A continuación, se muestra el modelado eléctrico final del sótano en el cual se puede observar luminarias, tomacorrientes y la subestación en la figura 110. En la figura 111 se muestra el modelado eléctrico final del primer piso, el de los demás pisos que conforman el edificio se puede ver en los apéndices, en los cuales se encuentra el hipervínculo para observar con detalle el modelado eléctrico final de cada uno. El modelado de los paneles fotovoltaicos que se encuentran en la terraza del edificio se ilustra en la figura 112 y en la figura 113 se muestra el modelado eléctrico final de todo el edificio, en el cual no se observa con detalle los elementos de este y por eso es necesario ir a los apéndices donde se encuentra el hipervínculo que lleva a ver el plano de cada piso en detalle como se muestra en la figura 114.

Figura 110

Tomacorrientes e iluminación, sótano

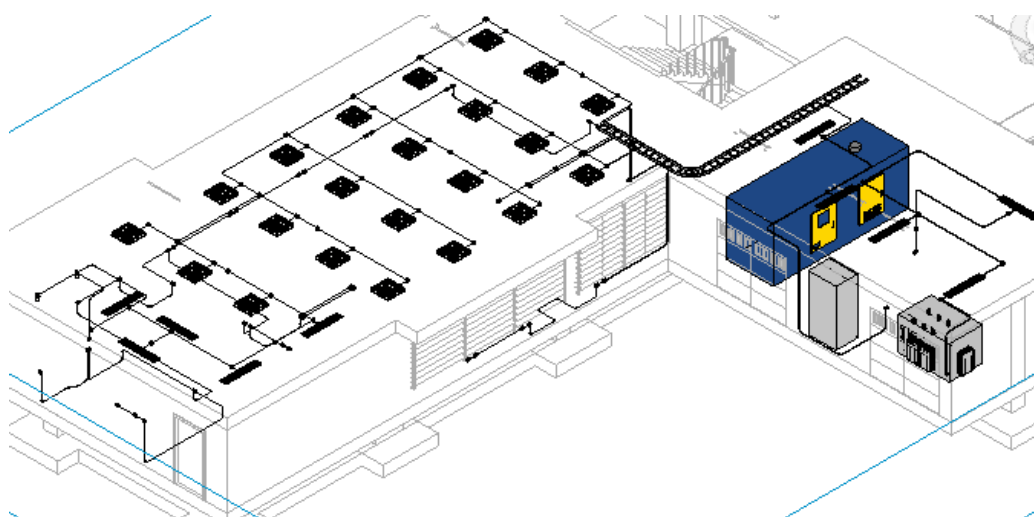


Figura 111

Tomacorrientes e iluminación, primer piso

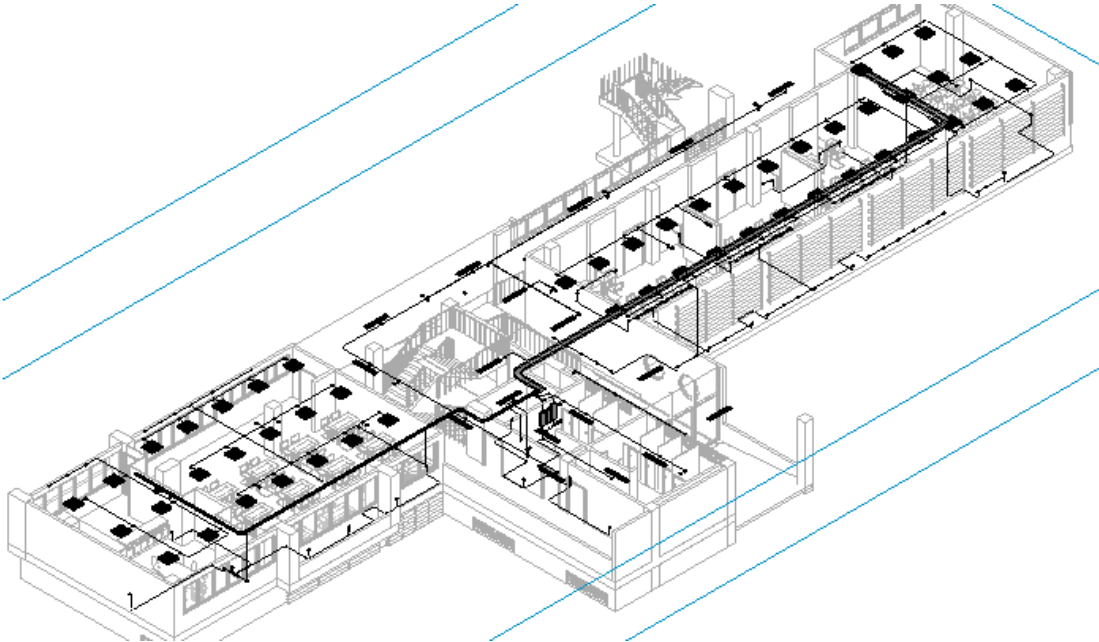


Figura 112

Terraza verde, paneles solares

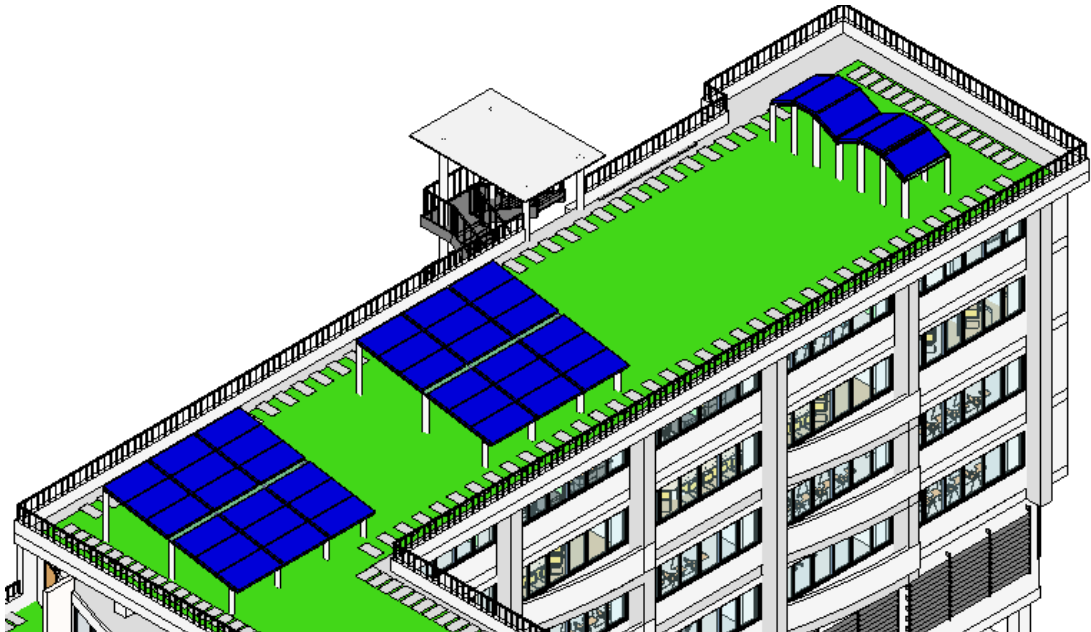


Figura 113

Vinculación final, modelado eléctrico

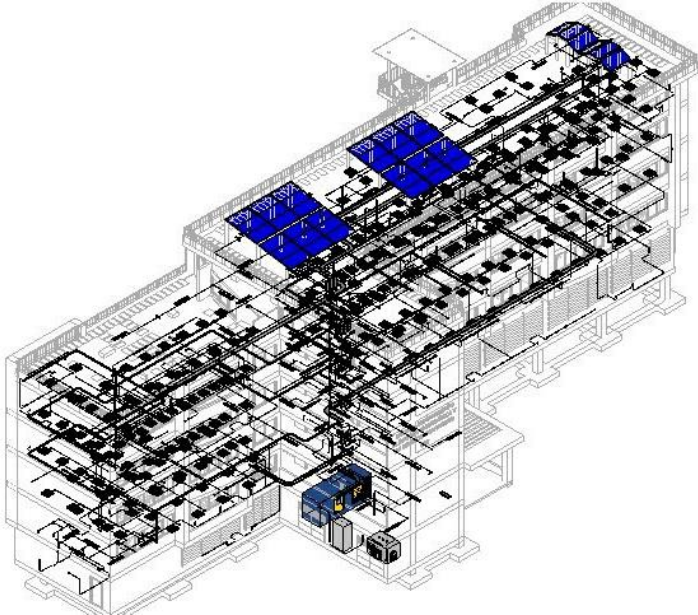
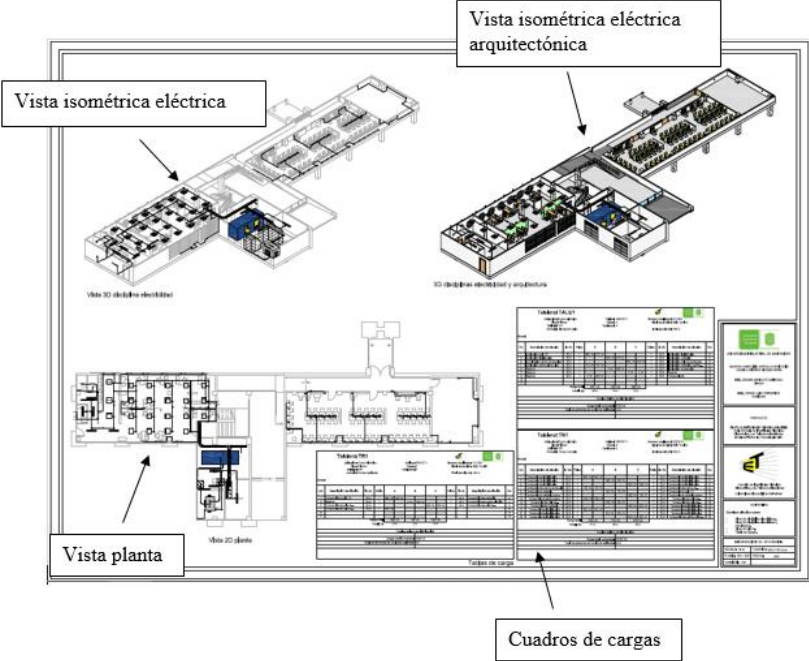


Figura 114

Presentación de planos



3.12.1 Ventajas en el modelado eléctrico en BIM

Con la realización del modelado del edificio de la E3T, se constataron varias ventajas que ofrece este software en la disciplina de electricidad. El programa facilita una base de datos para los elementos que conforman la instalación, genera un cuadro de cargas de cada tablero de distribución identificando todos los datos del circuito tales como, tipo, aislamiento y calibre del conductor, caídas de voltaje, protección, distancia de conductor, cantidad de material y además de esto, si se modifica una familia de elementos este realiza la actualización de todos los ejemplares que se encuentren en la vista del proyecto. Estas tareas se deben realizar manualmente cuando se trabaja con la metodología convencional 2D. Así mismo, por testimonio de los ingenieros electricistas diseñadores familiarizados con la metodología BIM se resalta como ventajas las siguientes:

- Mediante el modelado de las redes eléctricas en Revit, se pueden verificar los métodos constructivos y atacar de lleno cualquier posible maniobra que dificulte el avance en la obra, dado que el comité de diseño puede realizar una toma de decisiones más efectiva con base en el modelado de la instalación en 3D.
- La metodología BIM, permite ver todas las colisiones que se puedan presentar con las distintas disciplinas, ya sea con las redes hidrosanitarias, la misma estructura de hormigón, las redes de comunicaciones, etc. porque integra el concepto de trabajo colaborativo, en donde se observa en tiempo real, el trabajo de los distintos integrantes del equipo de diseño.
- En un modelo 3D Revit, se pueden tomar decisiones antes de iniciar la obra, que en la mayoría de casos suelen ser correcciones de errores que en un plano 2D no se pueden visualizar y que de no ser detectadas pueden generar un impacto significativo en el presupuesto general de obra.

3.12.2 Desventajas de modelado eléctrico en BIM

Los principales inconvenientes que se lograron evidenciar con el desarrollo del caso de estudio están relacionados principalmente con el manejo del software que se usó. Uno de estos inconvenientes fue la de conseguir las familias de los elementos necesarios para realizar todo el diseño. Hay muchas marcas que aún no tienen un modelado de los elementos para BIM y algunos fabricantes los tienen, pero no con el suficiente nivel de detalle en los acabados. Esta desventaja que se logró solucionar consultando a ingenieros con mayor conocimiento en el software. Así mismo, por los testimonios recopilados de ingenieros electricistas con experiencia en diseño BIM, se pueden mencionar como desventajas con respecto a la metodología convencional en 2D, las siguientes:

- El proceso de diseño de un proyecto en BIM, suele llevar más tiempo, ya que se debe diseñar con sumo cuidado dado que el modelado refleja o se acerca mucho a lo que se tendrá en el montaje definitivo y no es esquemático como en el caso del diseño de planos eléctricos en 2D. Si un diseño en AutoCAD, toma de 4 a 6 meses, un diseño en Revit puede tomar de 8 a 12 meses, es decir el doble del tiempo.
- Corregir o ajustar el modelado es un proceso demorado, porque el software utilizado es paramétrico y no permite realizar ajustes de manera ágil, por ejemplo, si toca replantear un banco de ductos es necesario borrar e iniciar de nuevo el trazado o ruteo de las canalizaciones.

4. Conclusiones y recomendaciones

Con la realización de este trabajo de grado se pudo observar que hay varias herramientas de software disponibles que se utilizan actualmente para el diseño de instalaciones eléctricas en

metodología BIM. Se tomó como caso de estudio el Edificio de la E3T, para lo cual fue necesario desarrollar un modelo arquitectónico que queda como aporte para la escuela dado que sobre esa base se pueden desarrollar otros trabajos de grado. Así mismo, el trabajo de grado permitió observar y enfrentar algunas dificultades, pero se logró desarrollar un modelado con gran detalle y ver el cambio radical entre la metodología convencional y el modelado en 3D. No obstante AutoCAD o el modelado en 2D no se puede dejar atrás ya que, para el modelado en Revit es de gran ayuda y se considera un buen complemento.

Con relación al modelado las siguientes son algunas dificultades que se presentaron al llevar a cabo la actualización de diseño de la instalación eléctrica del edificio.

1. Los tableros de distribución ubicados en el Edificio de la E3T no cuentan con su diagrama unifilar y cuadro de cargas por lo que se dificultó la identificación de los circuitos ramales correspondientes.
2. Los planos existentes en 2D no están actualizados acorde con lo construido, por lo que fue necesario realizar varias visitas para hacer levantamientos de información y verificación de conexiones que no son visibles en dichos planos.
3. El edificio de la E3T siendo una edificación moderna y reciente no contaba con un modelado arquitectónico 3D. Fue uno de los inconvenientes, ya que, para realizar el modelado eléctrico es necesario el modelado arquitectónico.

A pesar de lo anterior se realizó la actualización del modelado eléctrico de la instalación mediante el software Revit 2020, implementando de esta manera la metodología BIM con las disciplinas de arquitectura y electricidad, con el fin de que este modelado quede como base para el desarrollo de las demás disciplinas. Es importante resaltar que se tuvo una interacción con el

sector empresarial, ya que se contó con la colaboración de ingenieros con experiencia en el manejo del software.

Al realizar el modelado tanto arquitectónico como eléctrico del edificio se observó que el nivel de información que brinda la herramienta Revit frente a una herramienta CAD es mayor.

Durante el proceso de verificación de las instalaciones en la edificación se observaron algunos incumplimientos en el diseño eléctrico, que se nombran a continuación como recomendaciones con el fin de que el edificio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de Telecomunicaciones cumpla con todo lo establecido en las normas.

1. La mayoría de la instalación eléctrica está a la vista en EMT, pero no cumple con lo establecido en el RETIE artículo 20.6 canalizaciones, donde indica que “las partes de canalizaciones que estén expuestas o a la vista, deben marcarse en franjas de color naranja de al menos 10 cm de anchas para distinguirlas de otros usos”.
2. La instalación eléctrica cuenta con bandejas y canaletas portacables en todos los pisos realizando derivaciones en tubería conduit. Según la norma NEMA VE1* está prohibido hacer este tipo de conexiones ya que la bandeja debe llegar a una caja de derivación para realizar la salida en tubos, estas derivaciones pueden dañar el aislamiento de los cables.

Se puede concluir que los modelados en Revit de instalaciones eléctricas no se puede desvincular totalmente de la metodología convencional 2D, se resalta la disminución de tiempo en lo relacionado a la documentación de los materiales utilizados.

* National Electric Manufacturers Association

Referencias

ALDEMAR FRANCISCO ARDILA, D. C. (s.f.). Manual de diseño de instalaciones eléctricas de uso final usando AutoCAD. Bucaramanga, Colombia.

BIM, A. C. (2016). *Asociación Colombiana BIM*. Obtenido de <http://asociacioncolombianabim.co/>

BIM, E. (16 de Enero de 2020). *METODOLOGÍA BIM* . Obtenido de <https://www.espaciobim.com/metodologia-bim>

BUENO, G. D. (2019). Especificaciones técnicas para el desarrollo de planos en instalaciones eléctricas . Bucaramanga, Colombia.

Cámara de Comercio. (11 de Junio de 2019). *Del CAD al BIM*. Obtenido de <https://www.carloscamara.es/blog/2009/01/08/del-cad-al-bim/>

García Bautista, M. d. (2019). *El Bim Manager: incorporación a la ley de ordenación de la edificación. Aplicación a un caso práctico.*

PARKIN. (12 de Septiembre de 2013). *BIM vs CAD*. Obtenido de <http://www.parkin.ca/blog/bim-vs-cad-why-make-the-switch/>

Apéndices

En los apéndices del A al F se encuentran los planos correspondientes a cada piso del edificio con el cuadro de cargas respectivamente, en el apéndice G se encuentra el modelado eléctrico final del edificio de la E3T y por último en el apéndice H se muestra el modelado arquitectónico.

Apéndice A. [Sótano](#)

Apéndice B. [Primer piso](#)

Apéndice C. [Segundo piso](#)

Apéndice D. [Tercer piso](#)

Apéndice E. [Cuarto piso](#)

Apéndice F. [Quinto piso](#)

Apéndice G. [Modelado eléctrico E3T](#)

Apéndice H. [Modelado arquitectónico E3T](#)