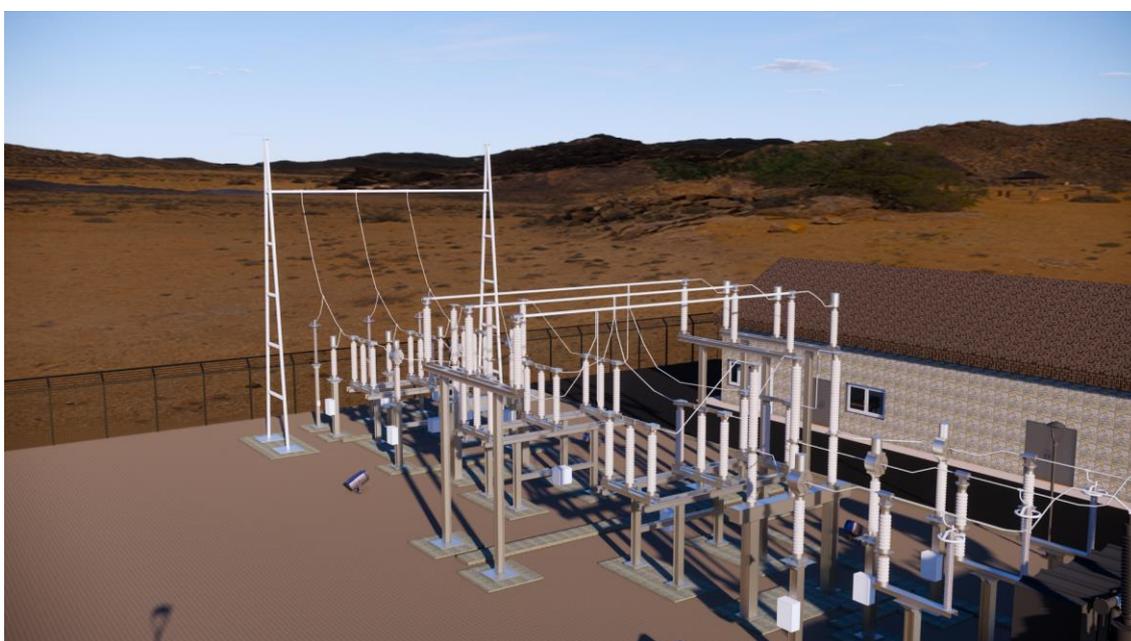




Universidad de Oviedo

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
ÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Modelado CAD de familias BIM 3D:
aplicación a una subestación eléctrica**

Juan García Sopena

TUTOR: Antonio Bello García

COTUTOR: José Brabo Barrero / INGECA S.L.

FECHA: julio 2021

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA

ANEXO I. PLANOS

ANEXOS. FICHAS DE FAMILIA

ANEXO III. TABLAS DE PLANIFICACIÓN

MEMORIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. ESTUDIAR LA CREACIÓN DE FAMILIAS MEP PARA REVIT.....	9
2.2. VALORAR LA IMPLANTACIÓN DEL BIM EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	9
3. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	10
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	11
4.1. ESTUDIOS PREVIOS.....	11
4.1.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PARTIDA	11
4.1.2. ELECCIÓN DEL SOFTWARE A UTILIZAR.....	11
4.2. CREACIÓN DE FAMILIAS.....	11
4.3. UTILIZACIÓN DE LAS FAMILIAS EN UN CASO PRÁCTICO.....	11
4.4. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	12
5. BIM.....	13
5.1. QUÉ ES.....	13
5.2. DIFERENCIAS ENTRE BIM Y CAD.....	13
5.3. ORIGEN DEL BIM.....	17
5.4. AVANCE COMERCIAL DEL BIM.....	21
5.5. TITULACIONES BIM.....	21
5.6. VENTAJAS DEL BIM.....	23
5.6.1. BENEFICIOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN PARA EL PROMOTOR.....	23
5.6.2. VENTAJAS DURANTE EL DISEÑO.....	23
5.6.3. VENTAJAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.....	24
5.6.4. BENEFICIOS UNA VEZ FINALIZADA LA OBRA.....	26
5.7. DESAFÍOS DEL BIM.....	26
5.7.1. COLABORACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO.....	27
5.7.2. CUESTIONES LEGALES.....	27
5.7.3. DIFICULTADES DE IMPLEMENTACIÓN.....	27
5.8. NIVELES BIM.....	28
5.8.1. NIVEL 0.....	28
5.8.2. NIVEL 1.....	28
5.8.3. NIVEL 2.....	29
5.8.4. NIVEL 3.....	29
5.9. FUNCIONAMIENTO DE LOS PROGRAMAS BIM.....	29
5.9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	29
5.9.2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	31
5.9.3. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	33
5.9.4. CONSTRUCCIÓN.....	34
5.9.5. INGENIERÍA MEP.....	35
5.10. BIBLIOTECAS Y CATÁLOGOS BIM.....	35
5.11. DIMENSIONES DEL BIM.....	36
5.11.1. 3D – CONSTRUCCIÓN MODELO DIGITAL.....	37
5.11.2. 4D – PLANIFICACIÓN TEMPORAL.....	37
5.11.3. 5D – CONTROL DE COSTES.....	37
5.11.4. 6D – SOSTENIBILIDAD.....	38
5.11.5. 7D – MANTENIMIENTO O FACILITY MANAGEMENT APPLICATIONS.....	38
5.12. IMPLANTACIÓN DEL BIM EN EL MUNDO.....	38
6. JERARQUÍA DE ELEMENTOS BIM.....	39
6.1. DISCIPLINA.....	39
6.2. CATEGORÍA.....	39

6.3. FAMILIA	40
6.3.1. SEGÚN SU ORIGEN	40
6.3.2. SEGÚN SU CATEGORÍA	41
6.3.3. POR SU ANFITRIÓN	41
6.3.4. POR SU REPRESENTACIÓN	41
6.4. TIPO	42
6.4.1. PROPIEDADES DE TIPO	42
6.5. EJEMPLAR	42
6.5.1. PROPIEDADES DE EJEMPLAR	42
7. CREACIÓN DE FAMILIAS	44
7.1. REVIT	44
7.1.1. SELECCIÓN DE LA PLANTILLA DE FAMILIA	44
7.1.2. CREACIÓN DE LA ENVOLVENTE	46
7.1.3. CONECTORES	52
7.1.4. METADATOS Y CREACIÓN DE TIPOS DE FAMILIA	53
7.1.5. TIPOS DE FAMILIA	57
7.2. FLUJO DE TRABAJO PARA CREAR MODELOS BIM EN INVENTOR	59
7.2.1. DATOS DE PARTIDA	59
7.2.2. SELECCIÓN PLANTILLA	60
7.2.3. CREACIÓN DE LA ENVOLVENTE	60
7.2.4. IPARTS	61
7.2.5. ENSAMBLAJE	63
7.2.6. BIM CONTENT: SIMPLIFICACIÓN DEL MODELO Y CREACIÓN DE CONECTORES	64
7.2.7. EXPORTACIÓN A RFA	66
8. CASO PRÁCTICO: REALIZACIÓN DEL MODELO BIM DE UNA SUBESTACIÓN	67
8.1. PREPARACIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO	68
8.2. CREACIÓN DE LA PLATAFORMA DE LA SUBESTACIÓN	69
8.3. PARQUE DE INTEMPERIE	71
8.3.1. COLOCACIÓN DE LA APARAMENTA	71
8.3.2. OBRA CIVIL DEL PARQUE DE INTEMPERIE	73
8.3.3. CONEXIONADO DE LOS EQUIPOS	75
8.4. EDIFICIO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN	76
8.4.1. SALDA DE CELDAS	77
8.4.2. SALA DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN	79
8.4.3. SALA GRUPO ELECTRÓGENO	79
8.5. DOCUMENTACIÓN DE LAS FAMILIAS UTILIZADAS	79
8.6. GEORREFERENCIACIÓN DEL MODELO	80
8.7. TABLAS DE PLANIFICACIÓN	82
8.8. PLANOS	84
8.9. RENDERS	86
8.10. ENTORNOS DE VISUALIZACIÓN DEL MODELO	86
8.10.1. AUTODESK VIEWER	86
8.10.2. ENSCAPE	88
8.10.3. NAVISWORKS	89
9. PLANIFICACIÓN TEMPORAL	91
10. PRESUPUESTO	94
10.1. COSTE DEL MATERIAL INFORMÁTICO	94
10.2. COSTE DE PERSONAL	94
10.3. COSTE TOTAL DEL PROYECTO	95
11. CONCLUSIONES	96
12. BIBLIOGRAFÍA	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Subestación de Quintanilla 132/20 kV (Elaboración propia)	10
Ilustración 2 - Imagen de Revit [5]	14
Ilustración 3 - Selección de un elemento CAD [5]	15
Ilustración 4 - Selección de un objeto BIM [5]	15
Ilustración 5 - Diferencias en el flujo de trabajo usando BIM o métodos 2D tradicionales [6]	16
Ilustración 6 - Ejemplo de software utilizado en un proyecto BIM [7]	17
Ilustración 7 - Ivan Sutherland, padre del CAD [8]	18
Ilustración 8 - Evolución cronológica de la metodología BIM. [9]	20
Ilustración 9 - Esquema certificación BIM por BRE. [10]	22
Ilustración 10 - Porcentaje de tiempo desperdiciado en la fabricación y construcción [12]	26
Ilustración 11 - Niveles BIM según BIM Task Group [11]	28
Ilustración 12 - Carácter Multidisciplinar del BIM. [7]	30
Ilustración 13 - Importación de nube de puntos en Revit. [7]	32
Ilustración 14 - Ejemplo de un análisis estructural con Revit. [14]	34
Ilustración 15 - Ejemplo de p planificación temporal usando BIM 4D [16]	37
Ilustración 16 - Esquema jerárquico de los elementos en Revit [19]	39
Ilustración 17 - Vista de planta " Ref. Level" al abrir la plantilla de la familia (Elaboración Propia)	46
Ilustración 18 - Vista de alzado " Front" al abrir la plantilla de la familia (Elaboración Propia)	46
Ilustración 19 - Planos de Referencia (Elaboración Propia)	47
Ilustración 20 - Parametrización de la familia "aislador" (Elaboración Propia)	48
Ilustración 21 - Aviso sobre restricciones entre geometrías de familia (Elaboración Propia)	48
Ilustración 22 - Representación según nivel de detalle (LOD) del "aislador" (Elaboración Propia)	49
Ilustración 23 - Ajustes de visibilidad según LOD (Elaboración Propia)	49
Ilustración 24 - Familia "Botella de Aisladores y sus parámetros" (Elaboración Propia)	50
Ilustración 25 - Parametrización y creación de la matriz de aisladores (Elaboración Propia)	51
Ilustración 26 - Vista 3D "Interruptor Automático" (Elaboración Propia)	52
Ilustración 27 - Parámetros y Categorías de Familia (Elaboración Propia)	54
Ilustración 28 - Documento TXT con los parámetros compartidos del proyecto (Elaboración Propia)	55
Ilustración 29 - Cuadro de diálogo de edición de los parámetros compartidos (Elaboración Propia)	56
Ilustración 30 - Interruptor Automático y sus parámetros. Tipo 132 kV (Elaboración Propia)	58
Ilustración 31 - Interruptor Automático y sus parámetros. Tipo 220 kV (Elaboración Propia)	58
Ilustración 32 - Plano real de un Interruptor Automático 132 kV (Fuente: INGECA S.L.)	60
Ilustración 33 - Navegador de historia de modelo Inventor 2021 (Elaboración Propia)	61
Ilustración 34 - Tabla de parámetros del iPart "aislador" en Inventor (Elaboración Propia)	62
Ilustración 35 - Tabla de parámetros del iPart "aislador" en Excel (Elaboración Propia)	62
Ilustración 36 - Cuadro de diálogo al insertar el iPart personalizado "aislador" (Elaboración Propia)	63
Ilustración 37 - Interruptor automático modelado con inventor	64
Ilustración 38 - Creación de conectores en Inventor (Elaboración propia)	65
Ilustración 39 - Unidades de proyecto (Elaboración Propia)	68
Ilustración 40 - Vincular CAD a Revit (Elaboración Propia)	69
Ilustración 41 - Plano de planta SET Quintanilla 132/20 kV vinculado en Revit (Elaboración Propia)	70
Ilustración 42 - Suelos de la plataforma de la subestación (Elaboración Propia)	71

Ilustración 43 - Rejillas del parque de intemperie (Elaboración Propia).....	72
Ilustración 44 - Planta del parque de Intemperie con los equipos colocados (Elaboración Propia).....	72
Ilustración 45 - Familia de canalización (Elaboración Propia).....	73
Ilustración 46 - Familia de la Bancada del Transformador (Elaboración Propia).....	74
Ilustración 47 - Depósito de Aceite y Tranformador SSAA (Elaboración Propia).....	75
Ilustración 48 - Extracto de la tabla de planificación de conductores generada en Revit (Elaboración Propia).....	76
Ilustración 49 - Parámetros de la familia Celdas de media tensión (Elaboración Propia).....	78
Ilustración 50 - Imagen renderizada Celdas de media tensión (Elaboración Propia).....	78
Ilustración 51 - Armario de Medida Fiscal (Elaboración Propia).....	79
Ilustración 52 - Situación sobre ortofoto de la subestación (Elaboración Propia).....	81
Ilustración 53 - Plano de Implantación sobre Parcelario de la subestación (Elaboración Propia).....	82
Ilustración 54 - Tabla de Planificación de Equipos Eléctricos (Elaboración Propia).....	83
Ilustración 55 - Planta General de la subestación (Elaboración Propia).....	84
Ilustración 56 - Sección longitudinal del parque de intemperie de la subestación (Elaboración Propia).....	85
Ilustración 57 - Sección transversal del parque de intemperie de la subestación (Elaboración Propia).....	85
Ilustración 58 - Renderización realizada con Revit del parque de Intemperie de la subestación (Elaboración Propia).....	86
Ilustración 59 - Vista 3D del modelo en el Autodesk Viewer (Elaboración Propia).....	87
Ilustración 60 - Vista seccionada del modelo en el Autodesk Viewer (Elaboración Propia).....	87
Ilustración 61 - Imagen renderizada de la Subestación en Enscape (Elaboración Propia).....	88
Ilustración 62 - Imagen renderizada de la Subestación en Enscape (Elaboración Propia).....	89
Ilustración 63 - Simulación de la construcción de la subestación realizada con Navisworks (Elaboración propia).....	90
Ilustración 64 - Gráfico circular tareas nivel 1.....	91
Ilustración 65 - Gráfico circula Subtareas de Creación de Familias en Revit.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Principales familias creadas en el TFM.....	45
Tabla 2 - Parámetros compartidos del proyecto de la subestación (Elaboración Propia).....	56

1. INTRODUCCIÓN

BIM, es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación, construcción y obra civil a través de una maqueta digital. Su objetivo es abarcar todo el ciclo de vida del proyecto mejorando así la creación y gestión de la documentación, la coordinación entre los distintos grupos de trabajo, la planificación y el presupuesto y todas las demás etapas que existen a lo largo de un proyecto.

La motivación de este proyecto es conocer las posibilidades que tiene actualmente esta metodología para adaptarse a otro tipo de proyectos, en este caso concreto, a una subestación de eléctrica.

2. OBJETIVOS

A continuación, se exponen los objetivos del proyecto:

2.1. ESTUDIAR LA CREACIÓN DE FAMILIAS MEP PARA REVIT

En otros Trabajos Fin de Grado y Fin de Máster realizados en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, se habían realizado modelos BIM de edificios existentes del campus universitario. En este proyecto se ha valorado continuar con la temática de la metodología BIM pero abordándola desde un punto de vista diferente, como es el de la elaboración de familias.

Se pretende además comparar distintas opciones de elaboración de familias, para luego confeccionar a partir de la que se considere más adecuada una metodología de trabajo con la que sentar las bases para la creación de familias paramétricas para REVIT.

2.2. VALORAR LA IMPLANTACIÓN DEL BIM EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

La metodología BIM fue concebida para ser implementada en proyectos de edificación. Probados ya sus beneficios en ese sector, en este trabajo se valorará su capacidad de adaptación a un campo de trabajo mucho más específico y particular como es el sector eléctrico, en concreto las subestaciones eléctricas.

Para hacerlo se tomará como referencia el proyecto de ejecución de la subestación Quintanilla 132/20kV, en el que he colaborado durante mi estancia de prácticas en la empresa INGECA S.L.

3. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Antes de comenzar con el desarrollo del proyecto, se realizará una breve introducción acerca de las subestaciones eléctricas y por qué se ha escogido este proyecto.

Las subestaciones eléctricas son instalaciones encargadas de realizar transformaciones de tensión, frecuencia, número de fases o conexiones de dos o más circuitos. Se ubican cerca de las centrales generadoras, en la periferia de las zonas de consumo o en el exterior e interior de los edificios. [1]

Las subestaciones tienen un papel fundamental en el sistema eléctrico, pues permiten elevar la tensión para realizar el transporte de la electricidad minimizando las pérdidas, y luego reducir la tensión para poder distribuir la electricidad en los hogares y negocios. Las subestaciones eléctricas garantizan la continuidad, calidad y eficiencia exigida al suministro de energía eléctrica, y se consideran fuentes de energía. [2]

El interés en realizar este proyecto concreto reside en ver como la metodología BIM, sobre la cual ya había realizado mi TFG, se podría aplicar a las subestaciones eléctricas, con las que llevo año y medio trabajando, primero como becario y ahora como empleado, en INGECA S.L.



Ilustración 1 - Subestación de Quintanilla 132/20 kV (Elaboración propia)

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Antes de entrar en profundidad en el desarrollo del trabajo, se expondrá un esquema, en orden cronológico, del procedimiento que se ha seguido para la realización del proyecto.

4.1. ESTUDIOS PREVIOS.

El primer paso del proyecto se corresponde con una fase de estudios previos que engloba tanto el análisis de los datos de partida como la elección del software a utilizar.

4.1.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PARTIDA

Antes de empezar con la creación de las familias de la subestación se realizó un estudio detallado de los planos y documentación utilizada como datos de partida. Estos fueron proporcionados por la empresa donde he realizado mis prácticas y actualmente estoy trabajando, INGECA S.L., sin los cuales habría sido imposible llevar a término el proyecto.

4.1.2. ELECCIÓN DEL SOFTWARE A UTILIZAR

Existen diferentes opciones de software disponibles en el mercado para aplicar la metodología BIM en un proyecto como son Allplan, ArchiCAD, Revit, ... Es importante conocer sus características y diferencias para seleccionar la herramienta adecuada. En este caso, se ha seleccionado Revit, de Autodesk, debido a la experiencia previa en el uso de esta herramienta ya usada en la asignatura Aplicaciones Industriales del CAD y en mi trabajo Fin de grado y el tener acceso a una versión gratuita para estudiantes como ocurre con los demás programas de Autodesk. Además, también se ha tenido en consideración la buena interoperabilidad entre los distintos programas de Autodesk, como Autocad e Inventor que también se han utilizado.

Inventor, también de Autodesk, es un programa de modelado 3D, que se ha utilizado para la creación de alguna de las familias BIM de este proyecto.

4.2. CREACIÓN DE FAMILIAS

Una vez analizada la documentación de partida y seleccionado el software comienza la parte principal del proyecto, la elaboración de Familias BIM para una subestación eléctrica.

Se han desarrollado dos metodologías para la elaboración de las familias. La primera de ellas consiste en crearlas directamente en Revit. En el segundo, caso, se estudia la utilización de un programa especializado en modelado 3D como es Inventor para la creación de la envolvente, y el proceso por el cual se convierte esa envolvente en una familia BIM lista para ser utilizada en Revit.

4.3. UTILIZACIÓN DE LAS FAMILIAS EN UN CASO PRÁCTICO.

Una vez modeladas las familias necesarias para la elaboración del proyecto de una subestación, se utilizarán para crear el modelo BIM de una subestación real, la subestación Quintanilla 132/20kV, actualmente en existente y en funcionamiento.

4.4. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para mostrar los resultados del proyecto se ha intentado explotar al máximo las posibilidades de la metodología BIM en cuanto a representaciones 3D del modelo, renders de alta calidad, o incluso renderizaciones web en tiempo real en las cuales se puede consultar cualquier detalle del modelo.

De la misma forma se dedicará especial atención a la elaboración de los planos, intentando replicar o mejorar los del proyecto original, para mostrar que a partir del propio modelo 3D se puede optimizar enormemente la generación de documentación, acortando los plazos de los proyectos, y reduciendo la posibilidad de cometer errores.

5. BIM

5.1. QUÉ ES

BIM (Building Information Modeling), en castellano Modelado de Información en Construcción, es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de una maqueta digital. Un verdadero modelo BIM consiste en los equivalentes virtuales de los elementos constructivos y piezas que se utilizan para construir el edificio. Estos elementos tienen todas las características -físicas y lógicas- de sus componentes reales y constituyen su prototipo digital, permitiendo simular el edificio y entender su comportamiento en un entorno virtual antes de que se inicie su construcción real.

Este modelo 3D conforma una gran base de datos que permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de esta.

La metodología BIM está suponiendo una verdadera revolución tecnológica para la cadena de producción y gestión de la edificación y las infraestructuras. Esta herramienta permite construir de una manera más eficiente, reduciendo costes al tiempo que permite a proyectistas, constructores y demás agentes implicados en la cadena de valor trabajar de forma colaborativa. [3]

La tecnología BIM se caracteriza por el uso de información de forma computable, continua, coordinada y coherente, usando diversas bases de datos que contienen toda la información relativa a la construcción.

Además, esta herramienta tiene la capacidad de analizar múltiples parámetros de la construcción como pueden ser el consumo de agua, los recorridos de evacuación, los caudales que maneja el sistema de ventilación o los datos de la instalación eléctrica.

Por otro lado, también se puede apuntar que la tecnología BIM es una metodología de trabajo colaborativa. Esto quiere decir que el desarrollo del proyecto puede llevarse a cabo por parte de múltiples usuarios, incluso de disciplinas diferentes. De esta forma, cuando uno de ellos cree o modifique cualquier tipo de contenido dentro del archivo BIM, este cambio le aparecerá también al resto de usuarios. [4]

5.2. DIFERENCIAS ENTRE BIM Y CAD

En algunos aspectos, BIM es una progresión natural del CAD, de la nueva forma de trabajar que busca aprovechar las cada vez más útiles herramientas informáticas. Sin embargo, mucho más que CAD, BIM está revolucionando la forma en que los constructores trabajan y documentan su trabajo, incluso cambiando la naturaleza del proceso de diseño.

Para poder estudiar con claridad las diferencias entre CAD y BIM primero es necesario tener claro lo que representan estos conceptos.

Las siglas CAD, significan diseño asistido por ordenador (Computer-Aided Design en inglés). CAD es simplemente el uso de sistemas informáticos para ayudar con el diseño, utilizando esencialmente una herramienta de dibujo, como AutoCAD, para crear líneas y arcos que representan el diseño de un edificio, imitando al proceso tradicional manual de realización de planos, con dibujos en dos

dimensiones. Los elementos constructivos que aparecen en los planos CAD (tuberías, grifería, luminarias, etc.) no son objetos inteligentes, sino que son símbolos trazados mediante trazos, por lo que cualquier cambio en el diseño implicaría una remodelación del plano de forma manual.

BIM imitan el proceso real de la construcción, y como ha sido explicado anteriormente y se recalcará a lo largo del proyecto, es la construcción del modelado la de información. Es un flujo de trabajo integrado basado en información coordinada y confiable sobre un proyecto desde el diseño hasta la construcción y operación. En lugar de crear dibujos en dos dimensiones sitúan los elementos constructivos de forma virtual, moldeándolos a gusto del diseñador gracias a que estos son objetos paramétricos, como por ejemplo ventanas, puertas, columnas, o sanitarios. Cualquier cambio en el modelo por parte del diseñador actualiza automáticamente todos los planos, los listados y toda información generada a partir del modelo

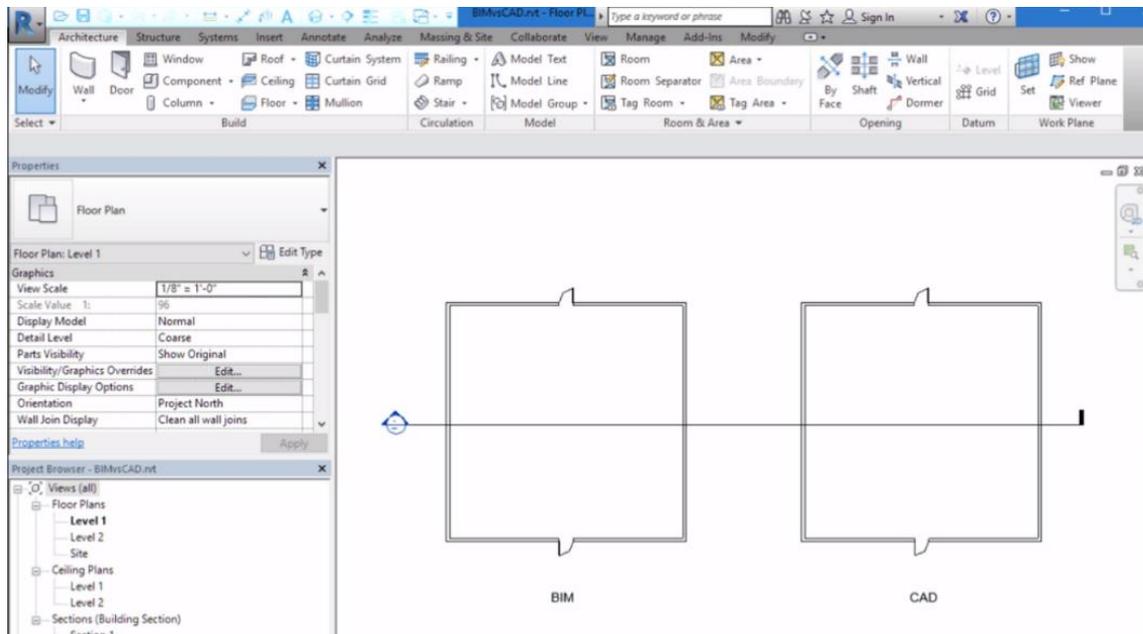


Ilustración 2 - Imagen de Revit [5]

Con este ejemplo tan sencillo de la planta de una casa se pueden entender fácilmente las diferencias. Aunque a simple vista el diseño de la derecha con la etiqueta "CAD" se ve exactamente igual que el diseño de la izquierda con la etiqueta "BIM", cuando se selecciona uno de los muros CAD a la derecha (Ilustración 3), se puede ver que en realidad es solo una línea. Dos líneas se han dibujado en paralelo para representar una pared. Mirando en la paleta de propiedades, el único parámetro disponible es el estilo de línea. Sin embargo, cuando selecciona un muro BIM, a la izquierda (Ilustración 4), se puede ver que es un elemento de muro real. En la paleta de propiedades hay varios parámetros que pueden usarse para definir el muro.

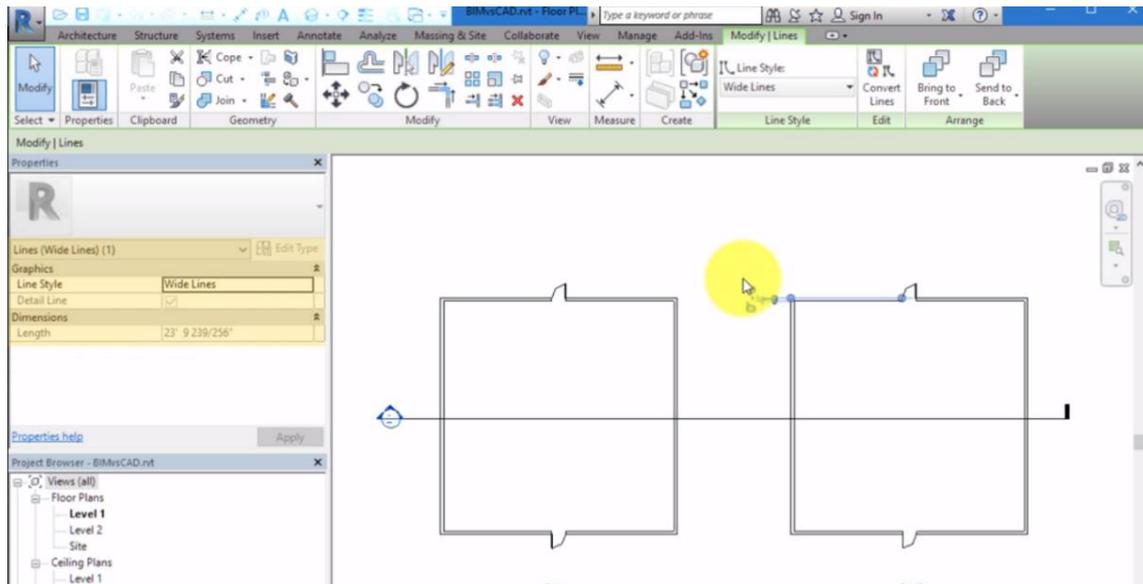


Ilustración 3 - Selección de un elemento CAD [5]

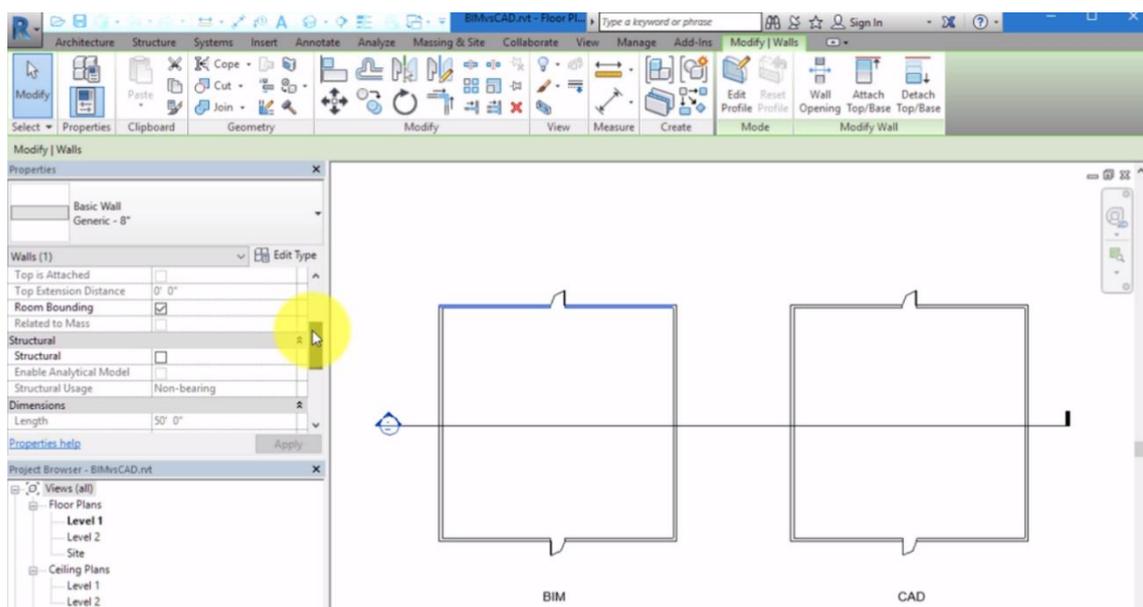


Ilustración 4 - Selección de un objeto BIM [5]

Básicamente, el uso de CAD para el diseño de edificios se enfoca en crear dibujos. Por otra parte, el uso del BIM, se enfoca en crear un modelo de construcción y luego los planos se pueden generar desde el modelo. Esto ahorra tiempo porque realmente no tienes que dibujar nada dos veces. Con CAD, normalmente se dibujan planos y luego secciones. Pero con BIM, se crean los elementos en una sola vista, y aparecen en todas las demás vistas en que su visibilidad este activada.

Además, cuando se trata de documentar su diseño con etiquetas y programaciones, los parámetros que se programan en los elementos se pueden usar fácilmente. Esto ahorra tiempo cuando se trata de

actualizar componentes de construcción, y reduce los errores ya que un componente no se etiquetará de manera diferente en dos vistas.

Estos hechos, afectan totalmente a la forma en que se distribuye el tiempo a la hora de abordar un proyecto. Antes, el diseño, al hacerse sobre el papel se hacía más rápido, pero ese tiempo se recuperaba con creces a la hora de elaborar los planos y toda la documentación. Ahora, mediante el BIM, invirtiendo algo más de tiempo en la fase de diseño se ahorra mucho más en el global del proyecto.

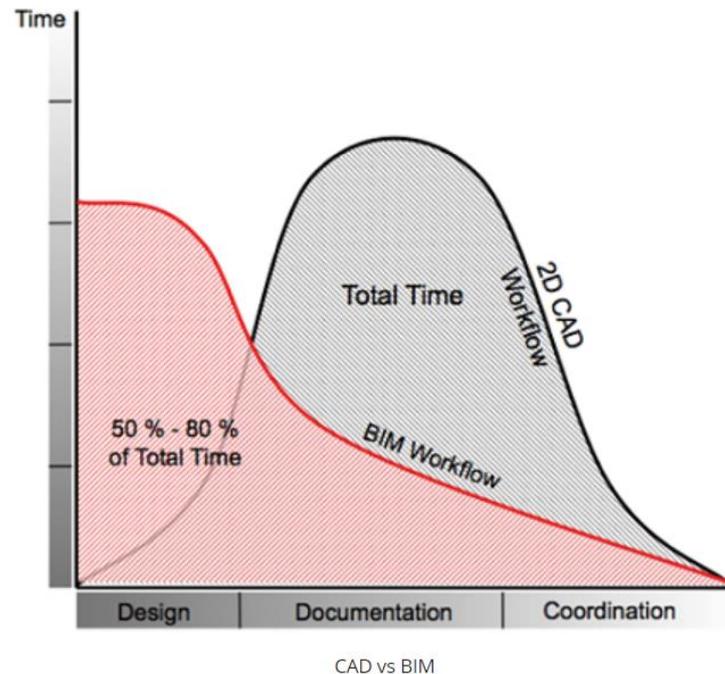


Ilustración 5 - Diferencias en el flujo de trabajo usando BIM o métodos 2D tradicionales [6]

Como nota final, hay que tener claro que Revit no es BIM en sí mismo. Revit fue diseñado para BIM, pero no cumple con todos los aspectos del BIM. Sin embargo, al utilizar Revit para crear un modelo de construcción, este se puede exportar fácilmente a otros programas para producir representaciones de mayor calidad, realizar análisis, coordinar con otras disciplinas, fabricar piezas, etc. Cuando se usa CAD, muchas de estas opciones no están disponibles. Entonces, la interoperabilidad de Revit con BIM es mucho mayor. [5]

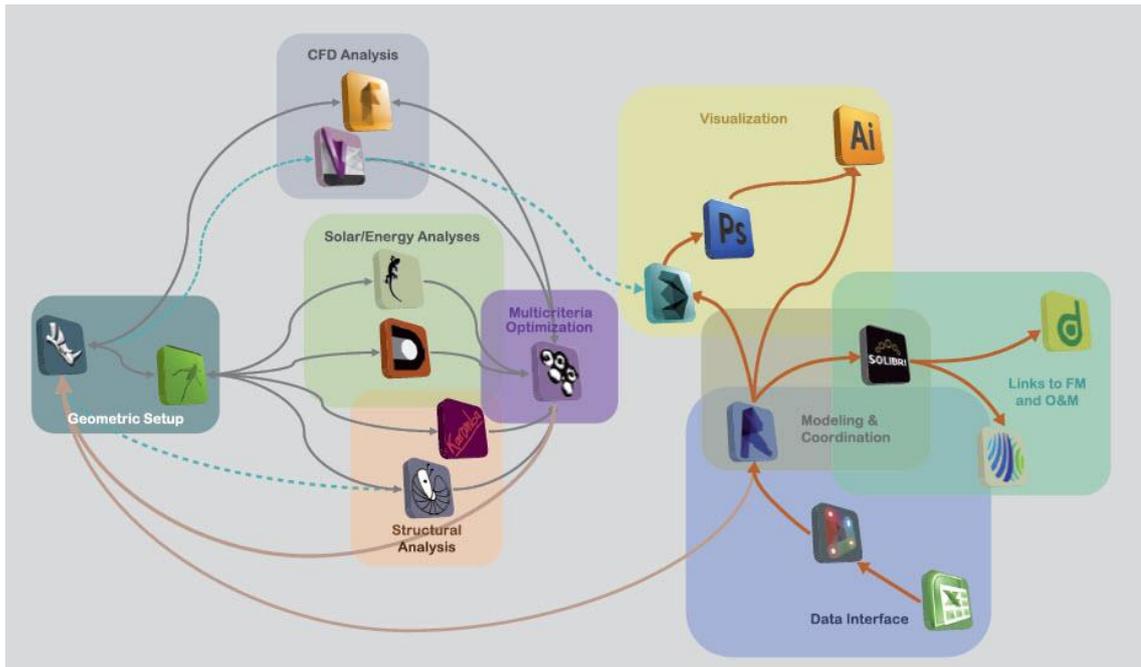


Ilustración 6 - Ejemplo de software utilizado en un proyecto BIM [7]

5.3. ORIGEN DEL BIM

Con el paso de los años el hombre siempre ha intentado buscar mejoras a la tecnología conocida hasta su fecha, con el fin de conseguir una mayor eficiencia y calidad en los trabajos realizados.

Esto también ha ocurrido en el campo de la industria de construcción y la arquitectura, con la progresiva implantación de diversas herramientas de modelización hasta llegar a la tecnología BIM, última y más avanzada de todas.

A continuación, se hará un breve recorrido histórico comentando dichas herramientas, desde las primeras usadas hasta nuestros días:

En los orígenes de la ingeniería, todos los planos y documentos se realizaban a mano. Como es lógico, esto era un proceso de gran duración y que no estaba al alcance de todo el mundo, pues también entraban en juego las habilidades particulares de cada trabajador a la hora de dibujar.

Además, aunque se utilizaban diferentes grosores de línea y múltiples acotaciones, el nivel de precisión de un dibujo a mano era inferior a uno hecho con computadora.

Por ello, con el avance tecnológico del siglo XX comienzan a aparecer los primeros sistemas gráficos ayudados por ordenador. Se puede tomar como "origen" el sistema gráfico SAGE (Semi Automatic Ground Environment), desarrollado por el Lincoln Laboratory del MIT en 1955. Este software procesaba datos de radar y otras informaciones relativas a la localización de objetos y los mostraba a través de una pantalla. Por ello, fue usado principalmente por las Fuerzas aéreas norteamericanas.

Dos años más tarde, en 1957, el Dr. Patrick Hanratty creaba PRONTO, el primer software CAM (acrónimo de Computer Aided Manufacturing). La tecnología CAM abarca el conjunto de herramientas informáticas que permiten la manipulación y control de maquinaria, producción, etc.



Ilustración 7 - Ivan Sutherland, padre del CAD [8].

Si se considera al Dr. Patrick Hanratty el padre del CAM, es Ivan Sutherland quien a principios de los años 60 inventa (también en el MIT) el primer sistema gráfico CAD, denominado Sketchpad. CAD es el acrónimo de Computer Aided Design, y engloba un gran número de tecnologías que permiten el diseño de piezas, conjuntos o planos de una manera mucho más rápida y precisa. De esta forma el conjunto de herramientas tradicionales del proyectista (lápices, escuadra, cartabón, compás, etc.) es sustituido por un computador.

A partir de los años 70 la tecnología CAD comienza a ganar terreno en el ámbito comercial. En un primer momento es usado por grupos internos dentro de grandes fabricantes aeroespaciales y de automoción, como pueden ser General Motors, Renault o Lockheed entre otros.

No obstante, en menos de veinte años la industria del CAD/CAM empieza a generar miles de millones de euros al año, extendiéndose por todos los ámbitos de la industria. Hoy en día, la tecnología CAD es reconocida en todo el mundo.

Si bien el desarrollo del CAD supuso un gran avance en la industria, aprovechando el desarrollo tecnológico se intentó ir un paso más allá, y es por ello por lo que surgió la tecnología BIM (Building Information Modeling).

En cuanto a quién ocupa el puesto de “padre del BIM”, existen varias versiones. Algunos se lo atribuyen al profesor Chuck Eastman, quien en 1974 desarrolló el sistema Building Description System (BDS) tras haber escrito numerosos artículos académicos y publicaciones difundiendo el concepto del BIM. Otras

corrientes defienden que fue Jerry Laiserin quien popularizó dicho término. Sea quien sea, lo que es cierto es que ambos fueron los principales precursores del BIM.

Lo que sí está claro es que fue Graphisoft, empresa húngara, la pionera en implementar en 1984 la tecnología BIM en un software que recibió el nombre de ArchiCAD. La herramienta propiamente dicha se llamaba Virtual Building y permitía la realización de dibujos tanto en 2D como en 3D.

A partir de ese momento, son muchos los softwares de tecnología BIM que salen al mercado: Allplan, desarrollado por Georg Nemetschek aparece ese mismo año, VectorWorks y PseudoStation un año más tarde...

En cuanto a Revit, fue un software creado el 5 de abril del 2000 por la empresa Charles River Software (posteriormente llamada Revit Technology Corporation), fundada por Leonid Raiz e Irwin Jungreis tras abandonar su antiguo trabajo en PTC19. En 2002, la empresa es comprada por Autodesk.

Desde entonces y hasta nuestros días, *Revit* ha ido creciendo a pasos agigantados de la mano del BIM, extendiéndose por todo el mundo y adquiriendo carácter obligatorio paulatinamente en múltiples ámbitos de la ingeniería. [4]

El uso de BIM se ha expandido continuamente desde 2003. En aquel momento, BIM se convirtió en el acrónimo aceptado de la industria para una gama de descripciones como Diseño y construcción virtual. (VDC), modelos de proyectos integrados o modelos de productos de construcción. Hasta ese momento, diferentes desarrolladores de software habían denominado a sus herramientas con estos acrónimos, aunque esencialmente hablaban de los mismos objetos-orientados a los que ya se refería Chuck Eastman, quien introdujo el enfoque de modelado por primera vez en una audiencia más amplia a mediados de los años setenta. Alrededor de los años 2002–2003, fue el analista de la industria de AEC Jerry Laiserin quien desempeñó un papel fundamental en la promoción del uso único de el acrónimo "BIM", que había sido acuñado por G.A. van Nederveen y Tolman en 19923 y que más tarde se convirtió en la definición preferida de Phil Bernstein, de Autodesk. Fue el punto de partida para un viaje de la industria a abordar de manera integral la planificación, el diseño, la entrega y los procesos operativos dentro del ciclo de vida del edificio. Este viaje plantea una gran cantidad de temas culturalmente sensibles y relevantes a nivel profesional: por naturaleza, un problema disruptivo proceso, la adopción de BIM anula décadas de convenciones relacionadas con la interacción entre arquitectos, Ingenieros, contratistas y clientes. Los gerentes de BIM están directamente en el centro de estos cambios en la práctica.

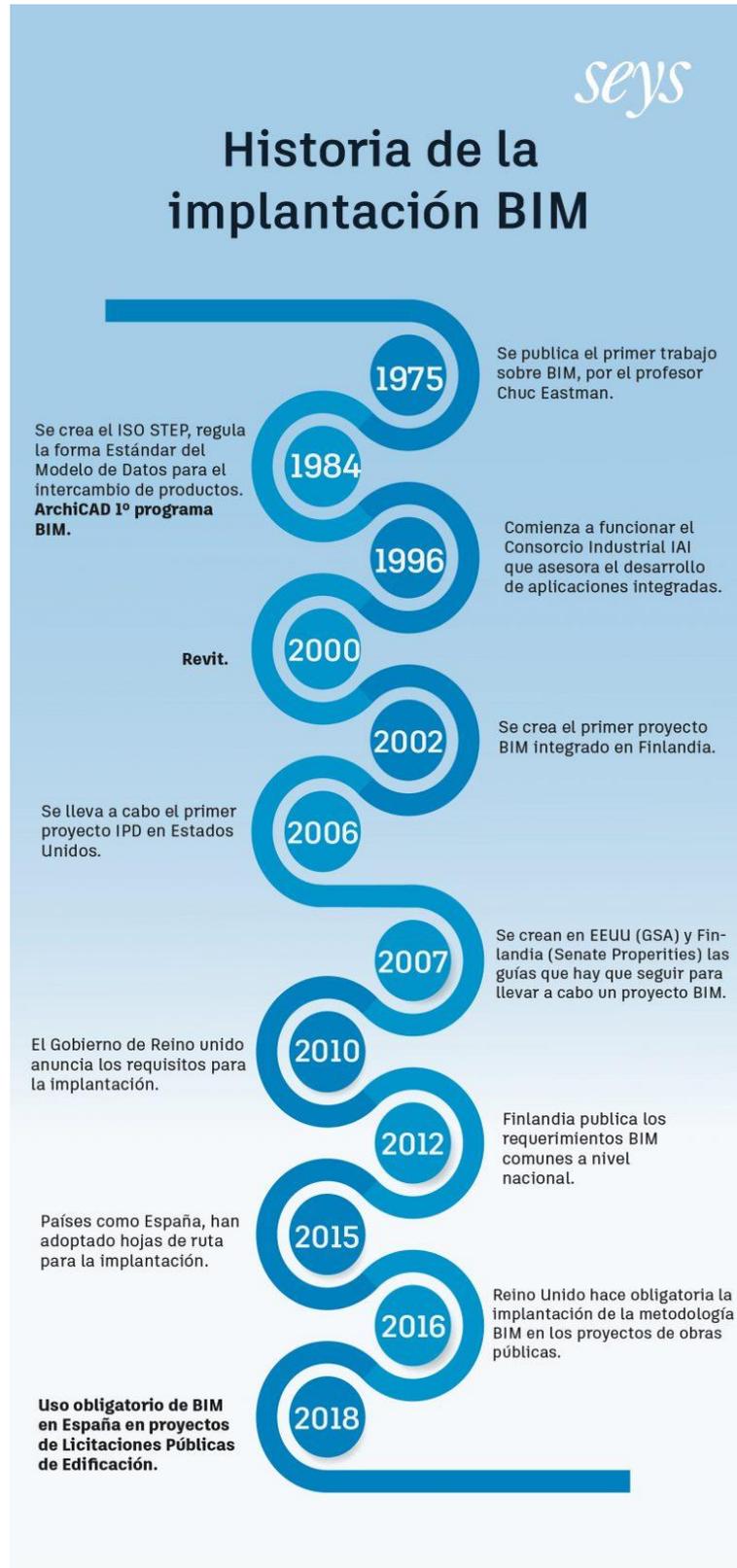


Ilustración 8 - Evolución cronológica de la metodología BIM. [9]

5.4. AVANCE COMERCIAL DEL BIM

Como se explicó con anterioridad, conceptualmente, BIM se remonta a principios de la década de 1970. Algunas de las plataformas claves de software BIM en uso hoy en día tienen sus orígenes en estos primeros desarrollos. El aumento en la capacidad de procesamiento, la caída en el precio del hardware de la computadora y la conectividad ofrecida a través de internet llevaron a una gradual adopción de BIM a principios de la década del 2000. Durante este período, el software BIM se hizo asequible y maduró hasta el punto en que su facilidad de uso ofrecía una alternativa viable a las plataformas CAD existentes. Desde ese punto en adelante, fueron las personas que se dedicaban al uso del CAD, las que en gran medida se encargaron de implementar la tecnología BIM. El proceso de modelado BIM quedó limitado a los diseñadores arquitectónicos e Ingenieros Estructurales. A lo largo de esta etapa, el alcance del BIM era limitado, para frustración de los ingenieros de servicios y contratistas que tuvieron que esperar hasta los años 2007-2008 para disponer de nuevas herramientas BIM con las que cumplir sus propósitos.

De 2010 en adelante, los desarrollos en torno a BIM se aceleraron gracias a una mayor interoperabilidad de software y una expansión constante. Las herramientas BIM se hicieron cada vez más accesibles para los aparejadores, contratistas, gerentes de las instalaciones y representantes de los clientes. La creciente lista de stakeholders¹ en el BIM, introdujo una gran cantidad de oportunidades de gestión de la información de forma multidisciplinar y a lo largo de las diferentes etapas del proyecto, lo que trajo consigo consecuencias significativas.

Esta ampliación del alcance de BIM supuso una diversificación de las actividades llevadas a cabo por los administradores de BIM: Cuanta más información pueda ser intercambiada por varios stakeholders, mayores serán las posibilidades y los desafíos para gestionar esa información. Esta expansión en el alcance del BIM no se ha producido con la misma velocidad ni en todos los ámbitos dentro de una misma empresa, ni en todos los sectores de la construcción. Por el contrario, ha evolucionado orgánicamente a diferentes ritmos según los mercados y contextos de la industria. En algunos casos para la implementación del BIM influye la regulación vigente del país (en el caso de España, los proyectos de construcción realizados con la administración pública a partir de 2019 deben implementarlo), en otros, sin embargo, depende de las exigencias del cliente o de la experiencia en la materia de la empresa que se encargue del proyecto. [7]

5.5. TITULACIONES BIM

Hasta ahora, nunca ha existido un camino educativo claro para convertirse en un administrador BIM. Al preguntar a los gerentes BIM sobre sus antecedentes, en cualquier conferencia, seminario o sesión local de grupos de usuarios, probablemente representarán una amplia gama de afiliaciones profesionales: arquitectos, ingenieros, aparejadores, Gestores de proyectos, Contratistas de servicios o consultores especializados, solo por nombrar algunos. Algunos de estos expertos son autodidactas y han desarrollado sus habilidades vocacionalmente; otros pueden haber asistido a cursos especializados o fueron introducidos a BIM como parte de su educación terciaria. Otros pueden haber aprendido sobre BIM de colegas en la práctica, y algunos simplemente puede haber elegido BIM como

¹ Partes interesadas

una expansión de los procesos de documentación a los que estaban acostumbrados desde el CAD 2D/3D.

Desde principios de la década de 2010 en adelante, varios organismos profesionales e instituciones académicas han comenzado a ofrecer cursos de gestión BIM con acreditaciones o certificaciones. Tales cursos denotan que existen temas fundamentales y generales que pueden abordarse en el contexto de la gestión BIM. El singapurense BCA comenzó sus certificaciones locales BIM en 2011–2012 como parte de su Academia BIM. Casi al mismo tiempo, el HKBIM en Hong Kong introdujo requisitos de ingreso para su membresía. The Associated General Contractors of America (AGC) comenzó su programa de educación BIM con un Certificado de Administración-Construcción Modelado de la información (CM-BIM) en 2011–2012. Más recientemente, el Building Research Establishment (BRE), con sede en el Reino Unido, anunció un camino de capacitación y certificación BIM que se centra en el mandato del Reino Unido que se dirige a competencia BIM Nivel 2 de las partes interesadas para 2016.

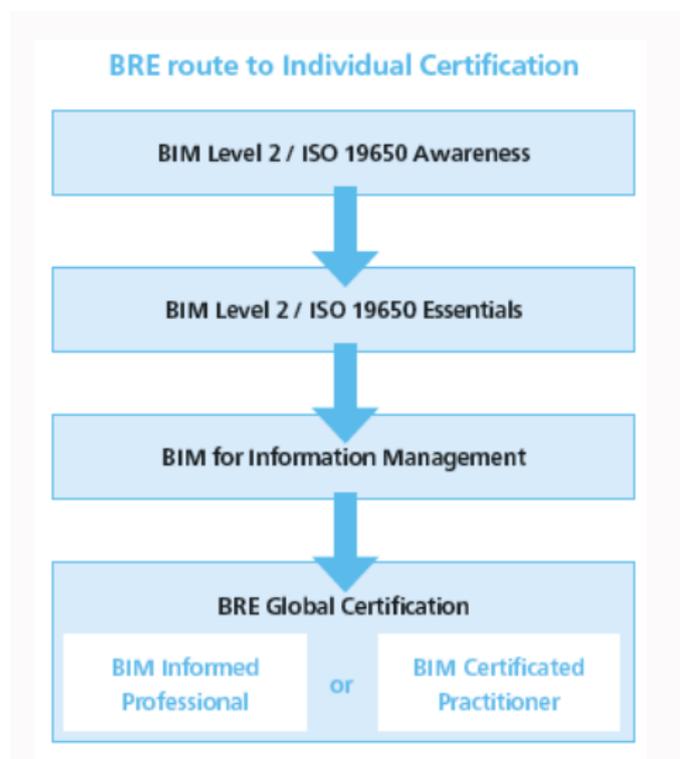


Ilustración 9 - Esquema certificación BIM por BRE. [10]

Estos son solo algunos ejemplos de certificados y acreditaciones BIM que existen hoy en día. Este tipo de acreditación será cada vez más relevante para la segunda y tercera generación de gerentes BIM. Queda por ver hasta qué punto se puede enseñar la esencia del BIM Management en una clase. La acreditación es, sin duda, un importante escalón para abordar el aspecto epistemológico de BIM. La definición de lo que debe conocerse en el contexto de BIM conduce a una clara articulación de las competencias y habilidades que deben tener los gerentes de BIM. [7]

5.6. VENTAJAS DEL BIM

La metodología BIM es capaz de apoyar y mejorar muchas prácticas empresariales, abarcando todo el ciclo de vida de un edificio. A continuación, se expondrán las principales ventajas de aplicar esta metodología.

Los puntos a favor de aplicar esta metodología se pueden agrupar en cuatro categorías: ventajas previas a la construcción para el promotor, durante el diseño, durante la construcción y ventajas posteriores a la construcción. [11]

5.6.1. BENEFICIOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN PARA EL PROMOTOR

5.6.1.1. CONCEPTO, VIABILIDAD Y BENEFICIOS DE DISEÑO

Antes de contratar a un arquitecto, es necesario determinar si un edificio de la envergadura y condiciones deseadas es viable en términos económicos y si la obra podrá ser acometida en el plazo deseado. El papel del BIM en este apartado es muy relevante puesto que le proporciona al propietario un modelo constructivo que vinculado a una base de datos de costes permite responder a estas cuestiones con la mayor certeza posible. Esto es de vital importancia para quien decide llevar a cabo una obra, pues puede seleccionar aquellos proyectos cuyas metas sean alcanzables y desechar aquellos para los que tendría que asumir un coste que supera su capacidad o previsión.

5.6.1.2. MAYOR RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL EDIFICIO

El desarrollo de un modelo esquemático, previo al modelo constructivo detallado, permite evaluar detenidamente si el edificio cumplirá los requerimientos funcionales o de sostenibilidad entre otros, mejorando la calidad general del edificio.

5.6.2. VENTAJAS DURANTE EL DISEÑO

El diseño engloba la articulación del proyecto, en todos sus aspectos: económicos, estructurales, energéticos, estéticos, funcionales y otros, para satisfacer las intenciones del cliente. Afecta todas las fases posteriores.

5.6.2.1. VISUALIZACIÓN DEL DISEÑO MÁS TEMPRANA Y PRECISA

El modelo 3D generado con el software BIM se crea directamente sin necesidad de crear planos 2D previamente y puede usarse para visualizar el diseño en cualquier etapa del proceso con la seguridad de que las dimensiones serán las correctas.

5.6.2.2. GENERACIÓN DE PLANOS EN CUALQUIER ETAPA DEL DISEÑO

En cualquier momento se pueden generar planos de la vista que se desee. Además, estos serán precisos y reflejarán fielmente estado actual del modelo. Se reduce así la cantidad de tiempo dedicada a la generación de planos, así como los errores derivados de esta actividad. Otra ventaja es que, si se realiza algún cambio en el proyecto, hacer nuevos planos no supone ningún problema, pues los cambios se reflejarán tan pronto como se realicen en el modelo.

5.6.2.3. COLABORACIÓN MULTIDISCIPLINAR TEMPRANA

La tecnología BIM facilita el trabajo simultáneo de múltiples disciplinas en el diseño. Aunque esta colaboración con los dibujos también es posible, es inherentemente más difícil y consume más tiempo que trabajar con uno o más modelos 3D coordinados. Esto acorta el tiempo de diseño y reduce significativamente los errores de diseño y las omisiones. También permite una detección temprana de problemas y presenta oportunidades para que el diseño sea mejorado continuamente.

5.6.2.4. FÁCIL VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

BIM proporciona visualizaciones 3D y cuantifica el área de los espacios y otras medidas de los materiales, lo que permite hacer estimaciones de costes más tempranas y precisas. Para edificios técnicos (laboratorios, hospitales y similares), la intención del diseño a menudo se define cuantitativamente, y esto permite utilizar un modelo de construcción para verificar estos requisitos. Para requisitos cualitativos (por ejemplo, este espacio debe estar cerca otro), el modelo 3D también puede soportar evaluaciones automáticas.

5.6.2.5. ESTIMACIÓN DE LOS COSTES EN LA ETAPA DE DISEÑO

En cualquier momento durante la elaboración de un modelo BIM, se puede extraer una precisa lista de cantidades y espacios que se puede utilizar para la estimación de costes. En las primeras fases del diseño, la estimación de costes se hace en función de fórmulas que tienen como variables aspectos significativos del proyecto, como el número de metros cuadrados construidos, número de plazas de aparcamiento, precios unitarios por metro cuadrado... Según avanza el diseño, también lo hace en precisión el método para la estimación de los costes, que es más detallada al tener más información del edificio.

Esto permite la posibilidad de mantener informado a todos los agentes involucrados en el proyecto, de la estimación de costes de las diferentes opciones de diseño, antes de que se materialicen, facilitando así la toma de decisiones.

5.6.2.6. MEJORA DE LA EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD

Enlazando el modelo constructivo a herramientas de análisis energético, se puede estudiar la eficiencia del edificio y su consumo de recursos y energía. De esta forma se puede evaluar el desempeño de las distintas alternativas de diseño en esta materia, para mejorar la calidad del edificio.

5.6.3. VENTAJAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

5.6.3.1. USO DEL MODELO PARA LA FABRICACIÓN DE COMPONENTES

Si el modelo se transfiere a una herramienta de BIM fabricación y se detallada como modelo de fabricación, al estar definida en 3D se podría realizar mediante métodos de fabricación que usaran máquinas de control numérico. Se permite así la fabricación fuera del espacio de la obra de algunos elementos lo que facilita el trabajo y reduce tanto plazos como costes.

5.6.3.2. RÁPIDA ADAPTACIÓN A LOS CAMBIOS

El impacto de un cambio en el diseño, una vez introducido este en el modelo 3D, se mostrará automáticamente en el resto de las vistas. Además, a la hora de evaluar si llevar a cabo una modificación o no, un sistema BIM agiliza enormemente el proceso al poder compartirse, visualizarse y estimarse sin recurrir al papel.

5.6.3.3. DESCUBRIMIENTO DE ERRORES DE DISEÑO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN

Como la maqueta digital es la fuente de todos los planos y vistas 2D y 3D, todas las incoherencias entre planos y vistas desaparecen. Además, como un mismo modelo puede albergar toda la información de las distintas disciplinas o instalaciones (aunque estas también pueden tener modelos a parte que interactúen entre sí, ofreciendo igualmente la misma experiencia colaborativa) los problemas constructivos de colisiones se identifican antes de llegar al trabajo de campo. Esto agiliza el proceso constructivo, reduce costes y minimiza la aparición de disputas legales.

5.6.3.4. SINCRONIZACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE DISEÑO Y LA CONSTRUCTIVA

La planificación de la construcción, haciendo uso de la cuarta dimensión del BIM, el tiempo, requiere vincular un plan de construcción a los objetos 3D del modelo y añadir los equipos de construcción que se van a necesitar (grúas, andamios, apuntalamientos, etc.). De esta manera es posible simular el proceso constructivo y mostrar cómo se vería el edificio y el lugar de trabajo en cualquier momento. Esta simulación grafica puede revelar problemas, como la imposibilidad de tener varias grúas en funcionamiento al mismo tiempo por falta de espacio.

5.6.3.5. MEJOR IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION

Lean construction, que se podría traducir al español como construcción sin pérdidas, es un método basado en la gestión de proyectos, siguiendo los principios de mejora continua y del Learn Manufacturing, y que tiene por objetivo principal reducir o eliminar las actividades que no agregan valor y optimizar las que sí lo hacen. Mediante esta técnica se reducen o minimizan las pérdidas, se optimiza la línea de trabajo y se reduce la cantidad de materiales en el lugar de trabajo. Todo ello contribuye a maximizar el valor del producto final. [12]

Estas técnicas ya han demostrado su aplicabilidad y buenos resultados en otros sectores en los que ha sido aplicado. En la fabricación, por ejemplo, lleva aplicándose desde que Toyota lo empezara a implementar en la década de los 80 y los resultados son muy positivos. En la Ilustración 10 - Porcentaje de tiempo desperdiciado en la fabricación y construcción se puede ver una comparativa de la optimización del tiempo en el sector construcción y el de la fabricación.



Ilustración 10 - Porcentaje de tiempo desperdiciado en la fabricación y construcción [12]

Para poder implementar esta metodología, se requiere un alto grado de colaboración entre todos los participantes en el proyecto. La mejor manera de lograrlo es haciendo uso de la metodología BIM, que le proporciona al Lean Construction un modelo preciso y detallado sobre el que poder trabajar. La simbiosis de estas dos técnicas, mejora enormemente la calidad del edificio, el desempeño de los trabajadores y la rentabilidad de la obra.

5.6.4. BENEFICIOS UNA VEZ FINALIZADA LA OBRA

5.6.4.1. MEJORA DE LA PUESTA EN SERVICIO Y ENTREGA DE INFORMACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Durante el proceso constructivo, el contratista general y los subcontratistas que se encargan de las instalaciones, elaboran y recopilan información de los materiales puestos en obra y del mantenimiento de los diferentes sistemas de las instalaciones. Esta información, se puede enlazar a los objetos del modelo digital, de forma que sea accesible para el promotor y la persona encargada del mantenimiento de las instalaciones. Además, también se puede usar para comprobar que todos los sistemas funcionan conforme a su diseño antes de realizar la recepción de la obra. [11]

5.6.4.2. INTEGRACIÓN CON SISTEMAS DE GESTIÓN Y OPERACIÓN DE INSTALACIONES

El tener un modelo "As Built" del edificio, es un buen punto de partida para llevar una buena administración y gestión del edificio. Sobre él se pueden ejecutar sistemas de control en tiempo real ya que proporciona una interfaz natural para sensores y acciones por control remoto. Muchas de estas operaciones aún están en desarrollo y han encontrado en el BIM una plataforma perfecta para su progresiva mejora e implementación.

5.7. DESAFÍOS DEL BIM

Anteriormente se expusieron las ventajas de aplicar la metodología BIM en los procesos de construcción. Sin embargo, para poder hacerlo y tener éxito en el intento hay que hacer frente a una serie de desafíos.

5.7.1. COLABORACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO

El alto grado de colaboración y trabajo en equipo que requiere es una de las grandes características del BIM y uno de sus más importantes puntos a favor.

A pesar de ello, lograr una colaboración adecuada no es sencillo. Pueden surgir problemas de distinta índole, como, por ejemplo, que el modelo arquitectónico no sea lo suficientemente detallado como para su uso constructivo, y se tenga que hacer un nuevo modelo de esta disciplina. Además, una vez que se tiene más de un modelo pueden surgir otro tipo de problemas. Hay que prestar especial atención a las herramientas y formatos que se utilicen para compartir la información y los modelos. La complejidad que puede suponer adaptarse a esta forma de trabajo puede suponer que se alarguen los tiempos y se cometan errores.

Para minimizar y prevenir estos errores es conveniente elaborar un plan de ejecución BIM (BEP en inglés) que especifique el nivel de detalle que requiere el modelo en cada etapa del proceso, y los protocolos o mecanismos que se seguirán para el intercambio de la información.

5.7.2. CUESTIONES LEGALES

Al ser una nueva forma de trabajar surgen interrogantes como la propiedad del modelo 3D o de los análisis y bases de datos de la construcción. A la par, hay que resolver, quien es el responsable de la precisión y calidad de estos trabajos. Sociedades profesionales como el AIA (Instituto Americano de Arquitectos) y el AGC (Associated General Contractors of America) han desarrollado guías para resolver los mencionados, y otros, problemas contractuales.

5.7.3. DIFICULTADES DE IMPLEMENTACIÓN

Reemplazar el entorno de trabajo del CAD 2D y 3D, no se limita a adquirir un nuevo software y mejorar el hardware. El uso del BIM implica que realicen cambios globales en la empresa, una renovación completa en su forma de trabajar. Se necesita un buen conocimiento del BIM y un plan de implementación para que la conversión sea satisfactoria. Aunque cada empresa afrontara unas dificultades en función de su sector, en general los pasos que se deben seguir son los siguientes:

Crear un equipo encargado de implementar el plan, que deberá tener objetivos o estimaciones de coste, temporales y de rendimiento para guiar su actuación.

Destinar recursos económicos y temporales a la formación de los empleados en materia BIM

Empezar a utilizar BIM en un par de proyectos de poca entidad en paralelo con los métodos tradicionales. De esta forma se observarán las deficiencias lógicas del proceso de aprendizaje y se aprenderá a solventarlas.

Extender el uso de BIM a nuevos proyectos y empezar a colaborar con equipos de trabajo externos.

Programar revisiones periódicas del cumplimiento de los objetivos en materia BIM y marcar nuevas metas. También, se deberá analizar los beneficios y problemas que se han encontrado en el camino.

[11]

5.8. NIVELES BIM

Una de las formas de caracterizar el BIM, es definirlo como una progresión de los niveles de maduración resultantes de aplicar la información tecnológica en la construcción expresando así el grado de colaboración en el proceso y el nivel de sofisticación en el uso de las herramientas individuales. En esta visión, se concibe al BIM, como una serie de etapas en un viaje que empezó con el dibujo asistido por ordenador y que está llevando a la construcción a una nueva era digital. Fue el BIM Task Group, apoyado e impulsado por el gobierno de Reino Unido [13], quien introdujo el concepto de Niveles BIM una caracterización que ahora se usa en la mayoría de las publicaciones sobre BIM.

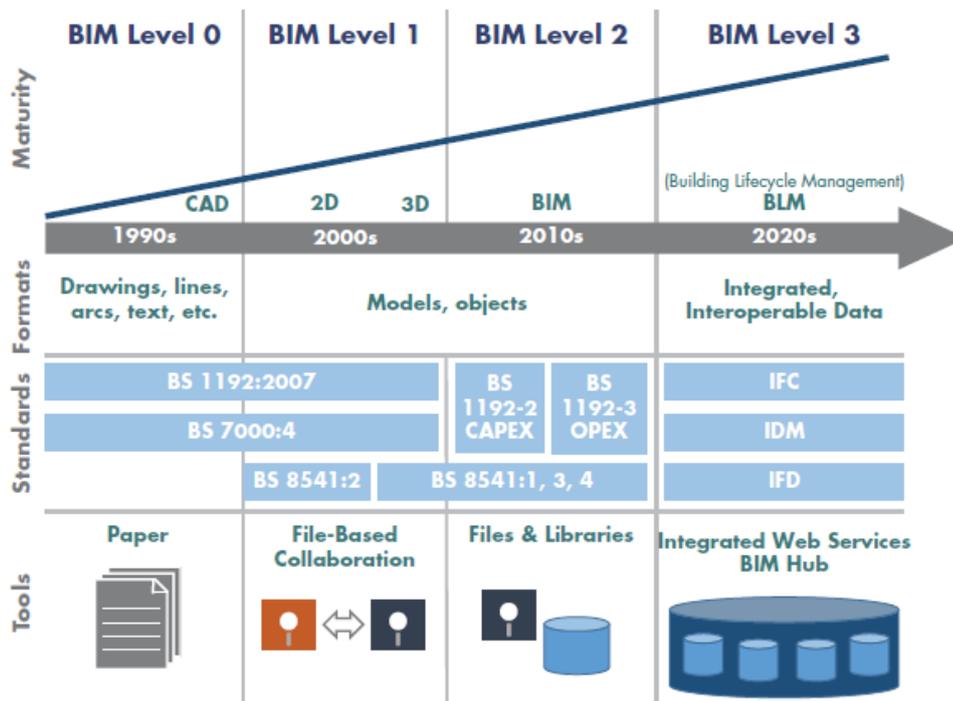


Ilustración 11 - Niveles BIM según BIM Task Group [11]

5.8.1. NIVEL 0

Este nivel se caracteriza por una ausencia completa de colaboración. La información se crea y se comparte bien mediante archivos de CAD 2D o bien mediante impresión en papel. La mayor parte de la industria ha superado esta etapa.

5.8.2. NIVEL 1

Es el nivel al que muchas compañías operan actualmente. Se suele utilizar una mezcla de trabajo de CAD 3D para la parte conceptual y 2D para la documentación técnica. Los modelos no suelen compartirse entre los distintos grupos de trabajo.

5.8.3. NIVEL 2

Este nivel marca el inicio de la colaboración. Todas las partes trabajan sobre su propio modelo 3D, pero comparten información en el mismo formato lo cual permite la creación de un modelo BIM federado, es decir, compuesto por la asociación de varios modelos. Todos los softwares implicados en el proceso deben ser capaces de exportar la información a un formato común, normalmente IFC² o COBie³ para que el resto de los participantes puedan usarla en sus modelos. Este método de trabajo ya es el que se puso como meta el gobierno británico en el año 2016.

5.8.4. NIVEL 3

Se caracteriza por la colaboración total entre todas las disciplinas por medio de un solo modelo que normalmente se localiza en un servicio de almacenamiento de datos en la nube. Todos los agentes implicados pueden acceder al modelo y modificarlo, lo que elimina los conflictos de información, que podían producirse en etapas anteriores al tener distintos modelos. Esta fase se denomina “Open BIM”

Para hacer viable este grado de colaboración es necesario trabajar con soluciones de software que permitan un trabajo simultáneo sobre el modelo común. Ejemplos de ello son 3DEXPERIENCE, pensado para trabajar con CATIA al ser propiedad ambos de la misma empresa, Dassault Systèmes, o BIM 360, de Autodesk, que está diseñado para trabajar con Revit.

5.9. FUNCIONAMIENTO DE LOS PROGRAMAS BIM.

Los programas BIM disponen de múltiples herramientas para el diseño de edificaciones. Estas pueden ser de carácter generalista o estar enfocadas a una disciplina en concreto, como la construcción, la ingeniería estructural, el diseño arquitectónico o la ingeniería MEP. Según su objetivo, poseerán unas u otras características.

En este capítulo, se expondrán las características más representativas de cada una de ellas.

5.9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

5.9.1.1. MULTIDISCIPLINARIEDAD.

Sobre un mismo archivo trabajan las distintas disciplinas del proyecto. Esto permite la creación de un entorno colaborativo y un aumento de la coordinación entre las partes lo que favorece el proceso de diseño y el desarrollo del trabajo.

² Industry Foundation Class

³ Construction Operations Building Information Exchange

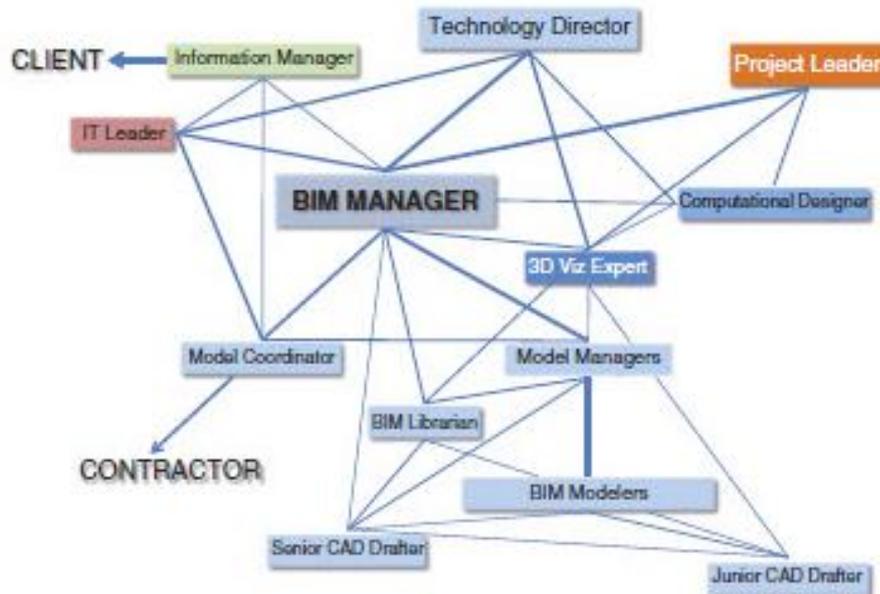


Ilustración 12 - Carácter Multidisciplinar del BIM. [7]

5.9.1.2. INTERCAMBIO DE ARCHIVOS.

Documentos de extensiones distintas como IFC, DWG o DXF pueden ser exportados de un software a otro de manera sencilla.

5.9.1.3. FAMILIAS DE OBJETOS

BIM utiliza librerías de objetos inteligentes y paramétricos, agrupados por familias, interpretando la interacción lógica entre los diferentes tipos de objetos y almacenando la información referente a los mismos. Estas bibliotecas, son desarrolladas tanto por las compañías desarrolladoras del software, como por las empresas propietarias de los objetos. Además, estos objetos se pueden modificar para adaptarlos si es que hiciera falta.

5.9.1.4. RENDIMIENTO DEL SOFTWARE.

Optimiza el uso del hardware y ejecuta procesos en segundo plano, lo que permite que se trabaje con mayor rapidez y eficacia.

5.9.1.5. PARÁMETROS GLOBALES.

Los programas BIM ofrecen la posibilidad de integrar parámetros que afecten a todo el proyecto de modo que se incorpora al entorno de este la potencia de las familias paramétricas. Los parámetros globales son específicos de un solo archivo de proyecto. Pueden ser valores sencillos, valores derivados de ecuaciones o valores del modelo utilizando otros parámetros globales.

Pueden utilizarse parámetros globales en un proyecto para múltiples tareas: controlar el valor de una cota o restricción, asociarlos a un tipo de parámetro, informar del valor de una cota para que pueda ser usado en las ecuaciones de otros parámetros globales, etc.

Para estas tareas, son de gran utilidad las plantillas predefinidas que incorporan programas como Revit, y que, según el tipo de proyecto a desarrollar, ajustan los parámetros del entorno de trabajo de la forma más usual para el tipo de trabajo a realizar.

5.9.1.6. ASOCIATIVIDAD BIDIRECCIONAL.

Los cambios realizados en el archivo del proyecto por cualquier usuario serán visibles y accesibles para todos los demás agentes al momento. Esto supone un gran avance respecto al CAD, en la forma de compartir la información y resulta decisivo para conseguir la colaboración y coordinación necesarias para obtener éxito en la implementación del BIM.

5.9.1.7. COTAS Y ETIQUETAS.

Un software BIM también cuenta con una herramienta de anotación. De esta forma, se pueden colocar cotas, notas de texto, etiquetas o cualquier otro símbolo.

5.9.1.8. TABLAS DE PLANIFICACIÓN.

Una tabla de planificación es la presentación en forma de tabla de la información extraída de las propiedades de los elementos de un proyecto. Puede presentar una lista de todos los ejemplares del tipo elemento que esté planificando o puede contraer varios ejemplares en una única fila según los criterios de agrupación.

5.9.2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO.

5.9.2.1. MODELIZACIÓN ARQUITECTÓNICA.

En el ámbito de la metodología BIM se entiende como ‘modelo’ la representación digital de un inmueble mediante herramientas informáticas, incluyendo información gráfica, no gráfica y documental del mismo. Esta representación puede ser muy sencilla en fases tempranas de un proyecto o abarcar toda la información necesaria para la explotación del activo en las fases más avanzadas. El modelo puede ceñirse solo a las disciplinas técnicas más relevantes del proyecto (arquitectura, estructura, instalaciones, etc..) o integrarlas en un único documento. El ‘modelo arquitectónico’ es, por tanto, la representación digital de un inmueble que incluye los elementos arquitectónicos del mismo, como son:

- ✓ Muros
- ✓ Forjados
- ✓ Espacios
- ✓ Ventanas y puertas
- ✓ Acabados (paredes, suelos, techos)
- ✓ Escaleras
- ✓ Etc.

5.9.2.2. VISTA 3D.

La vista 3D supone una gran ayuda para comprobar que todo está realizándose según lo previsto. Es una herramienta muy esclarecedora de la que carecen los programas de CAD. Además, en esta vista

pueden realizarse también modificaciones o cambios, si bien es cierto que no es muy aconsejable pues es más fácil cometer un error que si se trabaja en 2D.

5.9.2.3. ENTORNO DE DISEÑO CONCEPTUAL.

El entorno de diseño conceptual proporciona flexibilidad en las fases iniciales del proceso de diseño para expresar ideas y crear familias de masas paramétricas que se puedan integrar en el BIM. En este entorno, es posible modificar fácilmente la geometría de los objetos para convertirlos en formas construibles o componentes paramétricos.

Los diseños creados en el entorno de diseño conceptual pueden usarse como base para crear una arquitectura más detallada mediante la aplicación de componentes como muros, ventanas, puertas, etc.

5.9.2.4. NUBE DE PUNTOS.

En proyectos que incluyen construcciones ya desarrolladas, la necesidad de capturar la condición existente de las mismas suele ser una tarea esencial para el proyecto. Se usan escáneres láser que capturan puntos 3D de la superficie de un objeto y guardan la información como nube de puntos.

Posteriormente, se digitaliza dicha nube de puntos de forma que pueda ser usada por el software BIM para diversas finalidades: obtención de vistas, generación de planos, cortes, secciones, etc.

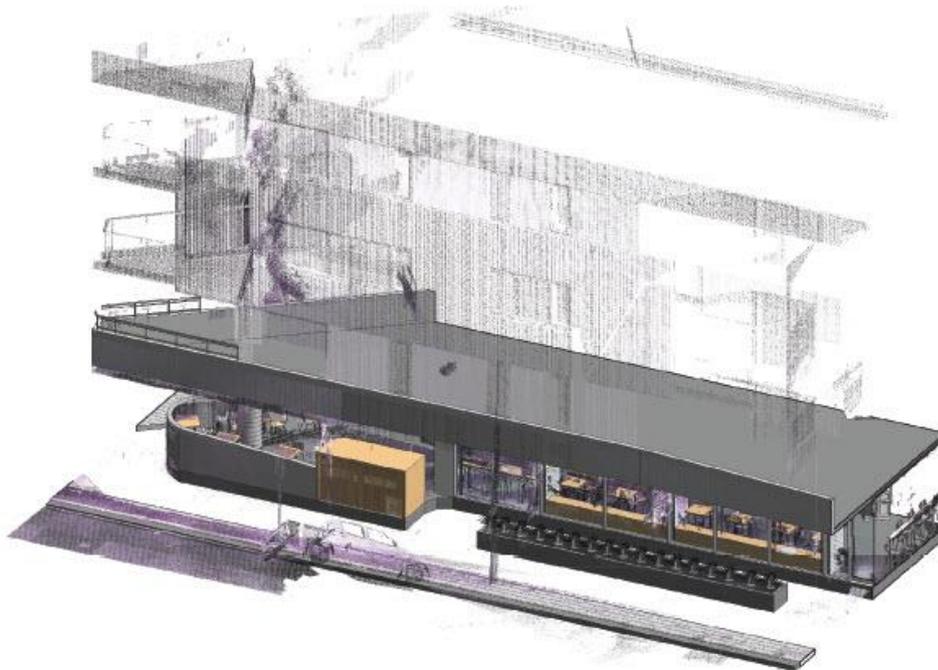


Ilustración 13 - Importación de nube de puntos en Revit. [7]

5.9.2.5. DISEÑO DE EMPLAZAMIENTOS.

Con los softwares BIM, además de la realización del modelo, se puede diseñar/modelizar el terreno que rodea al edificio, sus carreteras, aceras, ... Si se tiene la información, también permite la importación de superficies topográficas, lo que dotara al modelo del mayor realismo y precisión.

5.9.2.6. GENERACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.

Como se ha venido explicando a lo largo del trabajo, se pueden crear de forma semiautomática planos, alzados, secciones, tablas de planificación en cualquier momento del proceso, generando así la información necesaria para documentar el proyecto.

5.9.2.7. RENDERIZACIÓN.

La renderización es el proceso por el cual a partir de un modelo 3D se genera una imagen más realista y con mayor resolución que normalmente es la que se presenta al cliente. Aunque muchas veces lo que se hace es generar el modelo 3D con BIM para posteriormente exportarlo a un software especializado, también es posible la renderización dentro del propio programa mediante el uso de estilos visuales realistas, cambios en la modelización, etc.

5.9.3. DISEÑO ESTRUCTURAL.

5.9.3.1. MODELO ANALÍTICO ESTRUCTURAL.

Simultáneamente a la creación del modelo arquitectónico, se puede desarrollar un modelo analítico. Este constituye una representación en 3D de la descripción de la ingeniería completa del modelo físico. Estructural. el modelo analítico está formado por los componentes, geometría y propiedades de materiales y cargas estructurales que constituyen el sistema de ingeniería.

Cuando se desee que un elemento, como un pilar, se tenga en cuenta para el modelo analítico, tan solo será necesario indicarlo. Otra opción, es crear el modelo usando elementos estructurales directamente.

5.9.3.2. VINCULACIÓN CON APLICACIONES DE ANÁLISIS.

Los programas BIM permiten exportar el modelo analítico a otros programas más especializados para su análisis. En el caso de Autodesk, por ejemplo, para exportar el modelo de Revit a Robot tan solo es necesario seleccionar esta opción y se abrirá en Robot al instante. Al ser un trabajo bidireccional, los cambios realizados en un programa pueden llevarse luego al otro. Aunque eso no siempre resulta tan sencillo.

5.9.3.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTÁTICO.

De todas formas, no siempre es necesario exportar el modelo a otro programa para realizar un análisis pues los programas BIM también disponen de herramientas para el análisis estructural. Si bien, son más sencillos que los de un programa dedicado a ello en exclusiva, permiten estudiar deformaciones, esfuerzos internos y tensiones que actúen sobre la estructura.

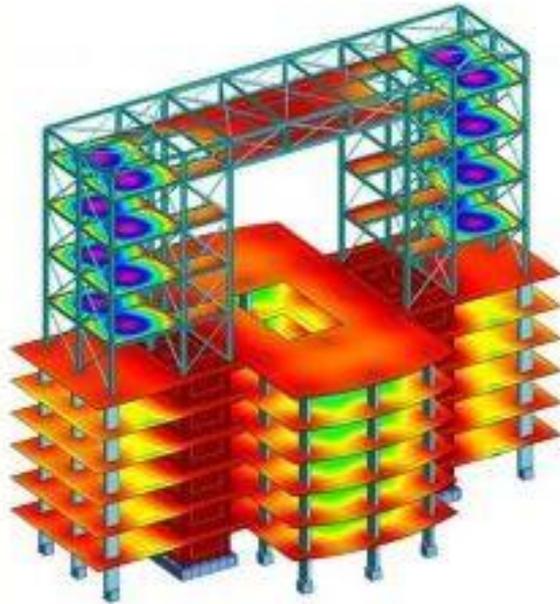


Ilustración 14 - Ejemplo de un análisis estructural con Revit. [14]

Al poseer un entorno multidisciplinar, este análisis puede realizarse a la vez que se desarrollan otras tareas, sin que se produzca interrupción alguna.

5.9.3.4. ANÁLISIS GRAVITATORIO.

El BIM permite determinar cómo se transmiten las cargas verticales de la parte superior a la cimentación del modelo, mediante la deducción de las rutas de flujo de cargas. Cabe destacar que es un análisis simplificado, pues se realiza teniendo en cuenta únicamente las cargas verticales e ignorando el resto.

5.9.4. CONSTRUCCIÓN.

5.9.4.1. MODELIZACIÓN DE CONSTRUCCIÓN.

A partir de la creación de un modelo de construcción se puede obtener la información necesaria para la construcción. Es posible determinar los aspectos constructivos, así como preparar la documentación en detalle, detallando los métodos de construcción.

5.9.4.2. MODELOS DE COORDINACIÓN.

Un modelo de coordinación es un diseño 3D que se utiliza en la comprobación cruzada virtual de diferentes disciplinas en la fase de diseño y durante la construcción de la construcción. Por ejemplo, un arquitecto necesita incorporar el diseño estructural a su trabajo para usarlo como referencia y asegurar que los elementos arquitectónicos se alineen correctamente con los estructurales.

5.9.4.3. FABRICACIÓN PARA INGENIERÍA ESTRUCTURAL.

Existen herramientas de construcción de refuerzos estructurales que permiten establecer vínculos con el modelo BIM para las fases de detalle y fabricación. De esta forma, se reduce el tiempo empleado en el proceso.

5.9.5. INGENIERÍA MEP.

Con el uso del BIM, es posible exportar la parte arquitectónica de la construcción a una herramienta MEP. En ella tiene lugar el diseño de sistemas eléctricos, de ventilación o saneamiento por parte de los técnicos competentes. Cabe recordar que la tecnología BIM permite que, a la vez que se configuren estos sistemas, sea posible seguir avanzando en la construcción.

5.9.5.1. SISTEMAS ELÉCTRICOS.

Los programas BIM disponen de herramientas para el diseño de sistemas eléctricos en las edificaciones mediante la colocación de cables, luminarias, paneles de control, etc. Además, también se determinan las magnitudes de cada componente, por lo que pueden realizarse análisis de consumo, potencia, etc.

Por otro lado, el programa también realiza de una manera semiautomática la conexión entre los distintos componentes del sistema: ofrece múltiples posibilidades de conexión, de forma que el usuario elige la que más le convenga. También puede modificar las soluciones propuestas por el software.

5.9.5.2. SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

Al igual que con el sistema eléctrico, los programas BIM permiten el diseño de la climatización de la construcción. En este caso se dispone de componentes como conductos, difusores, ventiladores, extractores, etc. En este caso también es posible el cálculo de magnitudes como flujos, caudales, velocidades del aire, etc.

Al igual que en el caso anterior, el BIM propondrá diversas posibilidades de conexión entre componentes y el usuario escogerá la que más le satisfaga.

5.9.5.3. SISTEMAS DE SANEAMIENTO.

También es posible la creación de redes de saneamiento a partir de la colocación de tuberías, grifos, inodoros, etc. Una vez más, la conexión puede realizarse de manera semiautomática y el usuario puede modificar las propiedades de los distintos componentes para que se adapten a sus necesidades. Los datos de caudales o consumo de agua pueden ser medidos. [4]

5.10. BIBLIOTECAS Y CATÁLOGOS BIM.

Como ya se ha comentado anteriormente, Revit incorpora un gran número de librerías dentro del propio programa. De esta forma, el usuario puede importar rápidamente el componente que necesite,

ya sea una ventana, una puerta, una columna o incluso un coche o una persona. Además, puede modificar sus dimensiones, colores o materiales para que se ajuste lo máximo posible a lo que se busca.

Sin embargo, las librerías son limitadas y por ello en ocasiones no se encuentra exactamente lo que se necesita. Es entonces cuando el usuario recurre a otra herramienta de gran potencial: las bibliotecas y catálogos BIM.

Las bibliotecas BIM son grandes bases de datos on-line en las que se encuentran, a disposición de quien lo necesite, gran cantidad de objetos BIM creados por otros usuarios o por fabricantes. Por otro lado, los catálogos se componen de un conjunto de objetos BIM pertenecientes a un mismo conjunto: una misma categoría, un mismo fabricante, una misma marca, etc. Por ello, una biblioteca BIM contiene un gran número de catálogos.

Aunque es cierto que las bibliotecas BIM han crecido en los últimos años, no han acabado de dar el salto definitivo. Esto se debe principalmente a que muchos fabricantes aún se muestran escépticos ante la adopción del BIM, y por ello no modelan sus objetos con esta tecnología. Aunque los particulares también pueden subir contenido a las bibliotecas, son los fabricantes los que tienen en su mano impulsar esta herramienta.

El hecho de colaborar en las bibliotecas BIM por parte del fabricante tendrá un efecto positivo en su trabajo. Por un lado, dará mayor visibilidad y difusión a sus objetos, y su trabajo llegará a más profesionales de la construcción que operen con BIM. Por otro, podrá recibir una remuneración económica a cambio, que será mayor cuantos más usuarios descarguen sus objetos.

Cabe resaltar que, dependiendo de la página web y del fabricante o usuario que haya compartido el modelo, puede haber múltiples maneras de descargarlo: de forma gratuita, registrarse en la página web previamente, pagar una cuota mensual o pagar únicamente por el objeto.

Las bibliotecas BIM que más popularidad han adquirido en los últimos años son Bimétrica, BIMObject, 3dLancer y RevitCity, siendo las dos últimas las que más se han utilizado en este proyecto por dos principales motivos: eran las que contenían el mayor número de objetos que se necesitaban y además se podían descargar de forma gratuita, sin pagos de ningún tipo. Por otro lado, en el caso de BimObject, es posible descargar una “App” para Revit gracias a la cual se pueden consultar sus bibliotecas online sin necesidad de salir del software [4]

5.11. DIMENSIONES DEL BIM

La metodología BIM pretende abarcar el ciclo de vida completo del proyecto, desde su diseño hasta su demolición si la hubiera, pasando por su mantenimiento. Para ello es necesaria la colaboración de diversos agentes que tendrán que coordinarse para llevar a cabo los distintos trabajos que se requieren para sacar el proyecto adelante.

Un software BIM, como Revit, al integrar en él varios programas y tener una gran interoperabilidad con otros, permite gestionar desde una única herramienta todos los aspectos del proyecto. [15]

Comúnmente, se reconocen hasta 7 dimensiones de BIM, que son las siguientes.

5.11.1. 3D – CONSTRUCCIÓN MODELO DIGITAL

Modelo virtual paramétrico del proyecto orientado a los objetos. Este modelo representará la información del diseño arquitectónico y de cada una de las disciplinas que integran el proyecto. Esta fase es de gran importancia en ya que afectará a todas las dimensiones posteriores.

5.11.2. 4D – PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Al modelo 3D elaborado previamente se le añade la variable del tiempo. Se consigue así realizar una planificación temporal mediante graficas o diagramas de Gantt, similares a los que se pueden conseguir con programas como MS Project o Primavera.

Además, existen programas que, vinculados al modelo, son capaces de mostrar una visualización del proceso constructivo. Un ejemplo de este tipo de herramientas son Navisworks y Synchro.

Si para la elaboración del modelo se usó Revit, el software más adecuado para realizar la planificación temporal será Navisworks, ya que al ser ambos de Autodesk están preparados especialmente para ello. Navisworks hace posible la interacción entre la parte arquitectónica y constructiva, así como la comunicación entre los diversos agentes que participan en un proyecto, haciendo éste mucho más eficiente. [4]

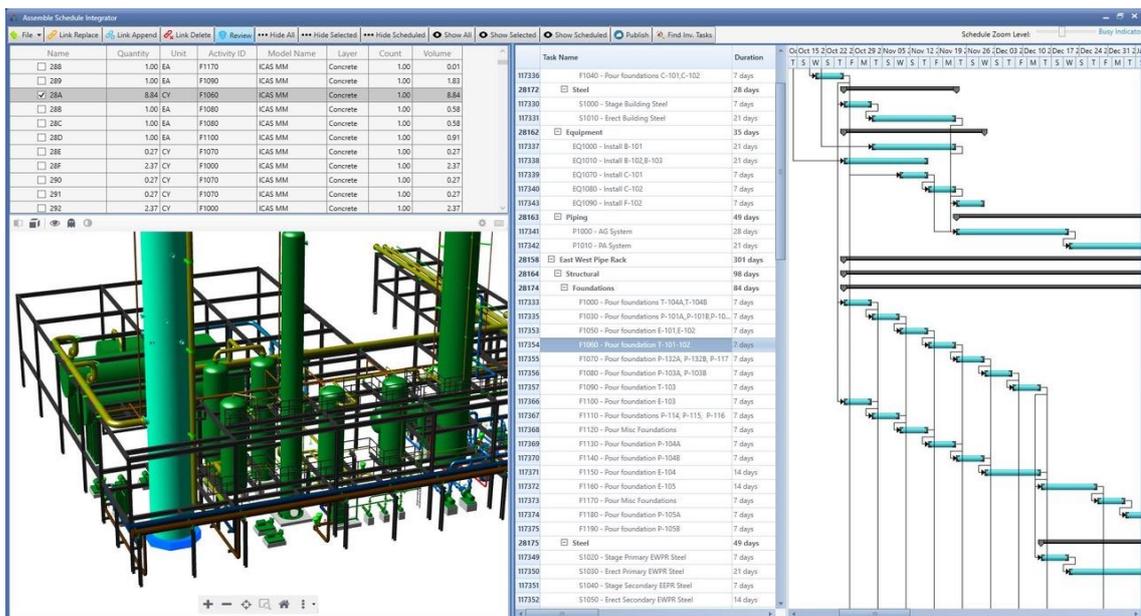


Ilustración 15 - Ejemplo de p planificación temporal usando BIM 4D [16]

5.11.3. 5D – CONTROL DE COSTES

Un paso más allá consistiría en la realización de un control de costes y una estimación de los gastos del proyecto. Para este paso es indispensable haber realizado una correcta modelización 3D, lo que no incluye solo la apariencia estética, sino también la correcta elección de los materiales y definición de los procesos.

Esta dimensión permite controlar el coste total del ciclo de vida del proyecto, pudiendo almacenar información exacta durante su uso y mantenimiento. Además, permite conocer en todo momento los costes unitarios o por partidas y realizar útiles tablas de planificación que pueden ser diseñadas a la medida de lo que se desee.

5.11.4. 6D – SOSTENIBILIDAD

Con los softwares BIM disponibles en el mercado en este momento, es posible crear modelos energéticos con los que analizar la gestión de recursos y los sistemas de ahorro energético. Esta información resulta fundamental en la toma de decisiones, pues permite seleccionar las mejores técnicas y tecnologías para cada proyecto, optimizado el consumo de recursos y energía y minimizando los daños al medioambiente.

Para poder realizar un modelo energético de la maqueta digital, hay que determinar ciertos factores como son la orientación, el entorno, la situación o los materiales y elementos utilizados. Dependiendo de la complejidad del modelo, podrían ser necesarios más datos.

5.11.5. 7D – MANTENIMIENTO O FACILITY MANAGEMENT APPLICATIONS

El objetivo es tener un modelo “As Built” del edificio, es decir, un modelo completamente actualizado que refleje la realidad final de la construcción. A través de este modelo se puede conocer el estado actual de los elementos necesarios para el mantenimiento, como pueden ser las instalaciones. Con toda esta información podría realizarse un Libro del Edificio donde quedara todo recogido.

5.12. IMPLANTACIÓN DEL BIM EN EL MUNDO

Durante la última década, la metodología BIM se ha implantado de forma progresiva en diferentes países, siendo para algunos de ellos objetivo prioritario de sus Administraciones Públicas, las cuales han impuesto o valorado su uso en obra pública, siguiendo la recomendación de la Directiva Europea de Contratación Pública 2014/24/UE. En España, el Ministerio de Fomento creó en 2015 la Comisión Nacional es.BIM, que está analizando cómo implementar BIM en el sector y como introducirlo en las licitaciones públicas. [17]

6. JERARQUÍA DE ELEMENTOS BIM

Todos los elementos que componen un modelo BIM, están clasificados según una jerarquía, que, aunque depende del programa utilizado, es muy similar en todos ellos, y permite organizar las bibliotecas y librerías de componentes de forma que se pueda acceder rápidamente a los elementos que se necesiten en cada momento. A continuación, se expondrá la jerarquía de los elementos de Revit, pues es la herramienta usada para la realización del proyecto. [18]

Los cinco niveles de jerarquía establecidos son: disciplina, categoría, familia, tipo y ejemplares.

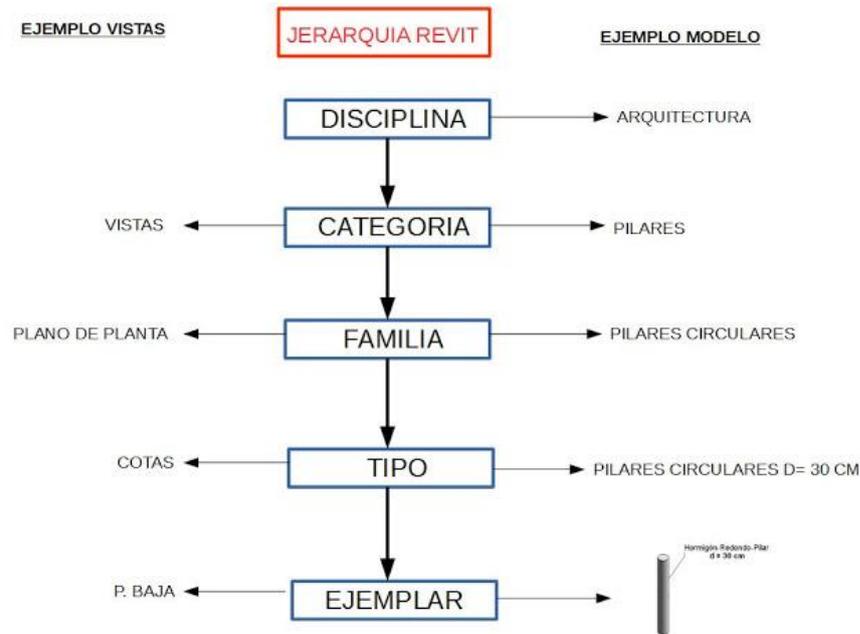


Ilustración 16 - Esquema jerárquico de los elementos en Revit [19]

6.1. DISCIPLINA

Es el nivel jerárquico más alto. Las disciplinas no se pueden crear ni eliminar, ya que son establecidas por defecto por el programa, son un parámetro de la vista y como consecuencia dependiendo de la disciplina en la que se encontró el usuario, Revit mostrará los componentes propios de ella, y ocultará aquellos que pertenezcan a otras disciplinas.

En Revit existen 5 disciplinas: arquitectura, estructura, electricidad, fontanería y mecánica. Además, para poder visualizar elementos de todas las disciplinas a la vez, existe una sexta disciplina auxiliar, conocida como coordinación, que sirve para este propósito.

6.2. CATEGORÍA

En el siguiente escalón de la clasificación, encontramos las categorías. Al igual que las disciplinas están predefinidas y no se pueden añadir, renombrar ni eliminar. Como categorías se pueden encontrar ventanas, muros, aparatos eléctricos, luminarias, o cualquier otro grupo de elementos de los que vienen predefinidos. También existen categorías genéricas como “masa” o “modelos genéricos” para aquellos elementos que no se ajusten adecuadamente a las categorías existentes. [20]

Fundamentalmente se pueden distinguir dos tipos de categorías, las categorías de modelo y las categorías de anotación. Las categorías de modelo incluyen todos los elementos del modelo 3D, mientras que las de anotación las constituyen textos, cotas y elementos de leyenda.

6.3. FAMILIA

Cada una de las categorías, está formada por distintas familias. En Revit, una familia es un conjunto de elementos con formas, tamaños y funcionalidades comunes. Por ejemplo, dentro de la categoría de aparatos eléctricos, una familia podría ser “interruptor”, o dentro de la categoría de puertas, “puerta de aluminio”.

A diferencia de los dos casos anteriores, las familias sí pueden ser creadas o editadas por el usuario, por lo que se podrán crear tantas como sea necesario.

Es importante señalar, que todos y cada uno de los elementos que se encuentran en Revit, pertenecen a una familia, no solo los objetos de la maqueta virtual, sino también los planos, los elementos de anotación, los niveles, etc. Es el nivel jerárquico básico y más importante de Revit. [21]

A continuación, se explicarán los distintos tipos de familia que se pueden encontrar en Revit, atendiendo a diferentes criterios:

6.3.1. SEGÚN SU ORIGEN

Se distinguen tres tipos de familias.

6.3.1.1. FAMILIAS DE SISTEMA

Son aquellas que contienen los elementos con los que se pueden modelar elementos constructivos básicos: muros, suelos, techos, escaleras...Estas se encuentran configuradas por defecto en las plantillas del software, por lo que no pueden cargarse directamente en el proyecto. En cambio, sí que se puede copiarlas desde el portapapeles y pegarlas desde un proyecto a otro, o pasarlas de uno a otro transfiriendo las normas del proyecto.

6.3.1.2. FAMILIAS CARGABLES

Las familias cargables son aquellas que se generan en un archivo RFA externo a Revit y posteriormente se carga desde éste a los proyectos. A diferencia de las familias de sistema, no es posible pasar una familia cargable de un proyecto a otro transfiriendo también normas, sino que tendrán que ser cargadas desde su archivo RFA.

Cabe destacar que Revit incorpora múltiples librerías gracias a las cuales se pueden cargar familias en el proyecto. Además, en Internet se pueden encontrar bibliotecas online de las que se pueden descargar muchas más.

También existe la posible de que el usuario cree su propia familia, bien desde Revit o bien desde otro programa de modelado 3D, y la guarde en un archivo RFA para cargarla posteriormente en el proyecto que desee.

6.3.1.3. FAMILIAS IN SITU

Revit permite la opción de generar familias que se pueden modelar in situ. Esto quiere decir que la familia se crea directamente sobre el proyecto en lugar de guardarse en archivo RFA independiente.

Este hecho, hace que este tipo de familias sean poco recomendables, pues al formar parte del proyecto y no estar aisladas en un archivo RFA no pueden ser reutilizadas de un proyecto a otro.

Sin embargo, su uso puede ser útil, en casos muy concretos, en que se busquen soluciones específicas, marcadas seguramente por las condiciones del proyecto como pueden ser adaptarse a una geometría concreta, el terreno o incluso por cuestiones de estética.

6.3.2. SEGÚN SU CATEGORÍA

Esta clasificación es la más intuitiva de todas. Como se comentó anteriormente, las categorías se pueden entender como las “carpetas” donde se ordenan los distintos elementos del modelo en base a sus características comunes. De esta forma, “puertas”, “muros” o “columnas” serían categorías de familias.

6.3.3. POR SU ANFITRIÓN

Cuando se coloca un elemento en un proyecto, este debe tener un host o anfitrión, es decir, una referencia sobre la que va colocada, pues el objeto no puede quedar flotando en el modelo, sin ninguna referencia de posición. Así, se define al anfitrión como la superficie en la que se acopla un componente cuando se inserta en el proyecto. Se pueden clasificar en las siguientes categorías: familias basadas en cara, basadas en cubierta, basadas en suelo, basadas en techo, basadas en patrón...

Por ejemplo, una ventana puede ser una familia basada en cara, mientras que una mesa puede estar basada en suelo.

En una subestación, también se pueden encontrar familias de este tipo, que requieran anfitrión, por ejemplo, los canales de cables del parque de intemperie sean prefabricados o fabricados in situ, serían una familia basada en suelo.

Además, también hay que resaltar las familias adaptativas: aquellas que son capaces de adaptarse basándose en puntos o marcadores. Por otro lado, es habitual escuchar el término “familias sin host”. Sin embargo, esto no es cierto ya que cuando se inserta una familia “unhosted” Revit busca el nivel en el que se colocará el objeto. Así que, estrictamente hablando, no existen familias que no vayan alojadas en ningún sitio.

6.3.4. POR SU REPRESENTACIÓN

Para la clasificación de familias a nivel de representación en el modelo Revit divide las familias en dos grupos: las de modelo y las de anotación. Mientras que las familias de modelo son tridimensionales y se asocian a una representación espacial, las de anotación son bidimensionales y por tanto se asocian a una representación plana.

De esta forma, a ojos del usuario las familias de modelo estarán disponibles en todas las vistas (incluidas las de 3D o cámara), mientras que las familias de anotación irán siempre asociadas a una vista 2D.

Como ejemplo, las familias de modelo pueden ser los muros, columnas, puertas, etc. Por otro lado, dentro de las familias de anotación se encuentran etiquetas, acotaciones, etc.

6.4. TIPO

Un escalón por debajo de las familias se encuentran los tipos. Los tipos establecen unas propiedades más específicas del componente y son los que están sujetos a una parametrización, ya sea de su geometría, material, fabricante o cualquier otro parámetro disponible.

Siguiendo con el ejemplo anterior, los tipos dentro de la familia “puerta de madera” podrían ser: “mesa de madera 1.20 x 1.20x1”, “mesa de madera 1.70 x 1.70x1”, etc.

6.4.1. PROPIEDADES DE TIPO

El mismo conjunto de propiedades de tipo es común a todos los elementos de una familia y cada propiedad tiene el mismo valor para todos los ejemplares de un tipo de familia concreto.

Por ejemplo, todos los elementos que pertenecen a la familia Escritorio tienen una propiedad Anchura, pero su valor varía según el tipo de familia. Por tanto, cada ejemplar del tipo de familia de 30 x 60 pulgadas (1525 x 762 mm) en la familia Escritorio tiene un valor de la propiedad Anchura de 60 pulgadas (1525 mm), mientras que cada ejemplar del tipo de familia de 72 x 36 pulgadas (1830 x 915 mm) tiene un valor de Anchura de 72 pulgadas (1830 mm).

El cambio del valor de una propiedad de tipo afecta a todos los ejemplares actuales y futuros de ese tipo de familia.

6.5. EJEMPLAR

El último nivel de la clasificación es el ejemplar, que es aquel elemento que pertenece a una categoría, familia y modelo. Cada ejemplar es único y tendrá sus propios parámetros.

Por ejemplo, al colocar un tipo de columna en el modelo de forma repetida, todos y cada uno de esos elementos constituyen ejemplares únicos, pese a que todos pertenecen al mismo tipo.

6.5.1. PROPIEDADES DE EJEMPLAR

También se aplica un conjunto común de propiedades de ejemplar a todos los elementos pertenecientes a un tipo de familia concreto, pero los valores de estas propiedades pueden variar según la ubicación de un elemento en un edificio o un proyecto.

Por ejemplo, las cotas de una ventana son propiedades de tipo mientras que su alzado del suelo es una propiedad de ejemplar. Asimismo, las cotas de sección de una viga son propiedades de tipo; la longitud de la viga es una propiedad de ejemplar.

El cambio de valor de una propiedad de ejemplar afecta únicamente a los elementos seleccionados o al elemento que se va a colocar. Por ejemplo, si selecciona una viga y modifica uno de los valores de propiedad de ejemplar en la paleta Propiedades, el cambio solo afectará a esa viga. Si selecciona una herramienta para colocar vigas y modifica uno de los valores de propiedad de ejemplar, el nuevo valor se aplicará a todas las vigas que coloque con esa herramienta. [22]

7. CREACIÓN DE FAMILIAS

El valor y la utilidad de un modelo BIM, dependen fundamentalmente de la calidad de las familias que lo componen. Idealmente, durante la elaboración del proyecto, se solicitaría a los fabricantes de los distintos equipos, las familias en formato RFA (en el caso de que se utilizase Revit), para poder incluirlas en el modelo BIM. De esta forma se conseguiría no solo una representación gráfica adecuada y realista, si no también todos los datos que normalmente aparecen en las hojas de características de los productos.

En la actualidad, los fabricantes de aparataje eléctrica de subestaciones, como Schneider o ABB, tienen disponible un catálogo muy limitado de familias BIM, entre las que no se encuentran los equipos de alta tensión presentes en el parque de intemperie de una subestación. Equipos de media tensión (≤ 30 kV) como las celdas o los transformadores de servicios auxiliares, si están disponibles para su descarga y utilización.

Uno de los objetivos de este proyecto es desarrollar la elaboración de una metodología de trabajo para crear las familias necesarias mediante programas CAD de diseño paramétrico, como puede ser el propio REVIT.

Antes de comenzar a modelar, merece la pena detenerse un momento a responder una serie de cuestiones. ¿Se necesitará reutilizar esta familia en el futuro? ¿Alguno de sus componentes puede ser utilizado en la elaboración de otra familia? ¿Es deseable que el diseño sea paramétrico para modificarlo si fuera necesario?

Tener clara la respuesta a estas preguntas permitirá elegir o desarrollar la metodología más adecuada para el diseño del modelo.

En los próximos puntos, se explicarán los distintos procedimientos explorados para la creación de familias.

7.1. REVIT

A pesar de que no es un programa especializado en el modelado 3D de componentes, Revit tiene un editor de familias en el que se puede crear tanto la envuelta como los metadatos y parámetros de la familia.

La mayor parte de las familias BIM utilizadas en el proyecto han sido creadas en REVIT siguiendo la metodología que se describe a continuación. Para hacer más sencillo la descripción de la metodología, se guiará la explicación con la construcción de la familia “Interruptor Automático de Alta Tensión”.

7.1.1. SELECCIÓN DE LA PLANTILLA DE FAMILIA

Cuando creamos una nueva familia, no partimos estrictamente de cero, si no que REVIT pone a nuestra disposición diversas plantillas, que pueden facilitar en gran medida la elaboración de la familia. Estas plantillas, se encuentran guardadas en archivos RFT y se descargan durante la instalación del programa.

Existe una gran variedad de plantillas, algunas de ellas, son muy específicas, como las que están preparadas para el diseño de una puerta o una ventana, otras están preparadas para crear familias de anotación, y algunas son muy genéricas.

Es importante dedicarle el tiempo necesario a la selección de la plantilla, pues una mala decisión puede hacer que la elaboración de la familia se complique mucho más de lo necesario.

En la tabla que se muestra a continuación, se listan las familias creadas para el proyecto y las plantillas utilizadas para la creación de cada una de ellas.

Tabla 1 - Principales familias creadas en el TFM

Familia	Plantilla de Familia utilizada
Pórtico	Metric Generic Model
Canalización	Metric Generic Model floor based/ Metric Generic Model line based
Foso del transformador	Metric Generic Model floor based
Depósito de Aceite	
Pórtico	Metric Generic Model
Transformador de Intensidad	Metric Generic Model
Transformador de Tensión	Metric Generic Model
Autoválvulas	Metric Generic Model
Seccionadores	Metric Generic Model
Embarrado	Metric Generic Model

Como se puede observar en la tabla, básicamente se han utilizado tres plantillas. Todas ellas pertenecientes a las bibliotecas británicas de REVIT.

7.1.1.1. METRIC GENERIC MODEL

Es la plantilla más genérica de la que dispone REVIT, y a partir de la cual se puede realizar cualquier familia.

7.1.1.2. METRIC GENERIC MODEL LINE BASED

Esta plantilla permite crear familias lineales, cuyo parámetro característico es la longitud, como puede ser un canalón, un zócalo, o en el caso que nos ocupa, las canalizaciones por las que discurrirán los cables de potencia y control en el parque de intemperie de la subestación.

7.1.1.3. METRIC GENERIC MODEL FLOOR BASED

Utilizada en las familias que tienen como anfitrión el suelo y que en ningún caso se podrían colocar fuera de este o sobre otra superficie. Además, permite modificar el anfitrión, generando un hueco en él.

En algunos casos, puede ser necesaria la utilización de varios tipos de plantillas para la creación de una sola familia. En esta situación, se crearía primero una familia “base”, que luego se pasaría al otro tipo de plantilla. Un ejemplo de esta situación es el caso de la familia de canalización creada en el proyecto,

que necesita utilizar la plantilla para familias basadas en una línea y la plantilla para familias con suelo como anfitrión.

7.1.2. CREACIÓN DE LA ENVOLVENTE

Una vez se tiene claro qué plantilla utilizar, se planifica la elaboración de la familia.

Es importante tener clara la geometría que se quiere modelar y el nivel de detalle que se quiere conseguir. Hay que tener presente que el objeto de un modelo BIM no es tanto la representación gráfica como el lograr un modelo virtual 3D compuesto por objetos inteligentes que almacenen información y aporten valor en el diseño, desarrollo y documentación del proyecto.

Al seleccionar la plantilla, se abrirá una vista similar a las que se muestran en la siguiente imagen.

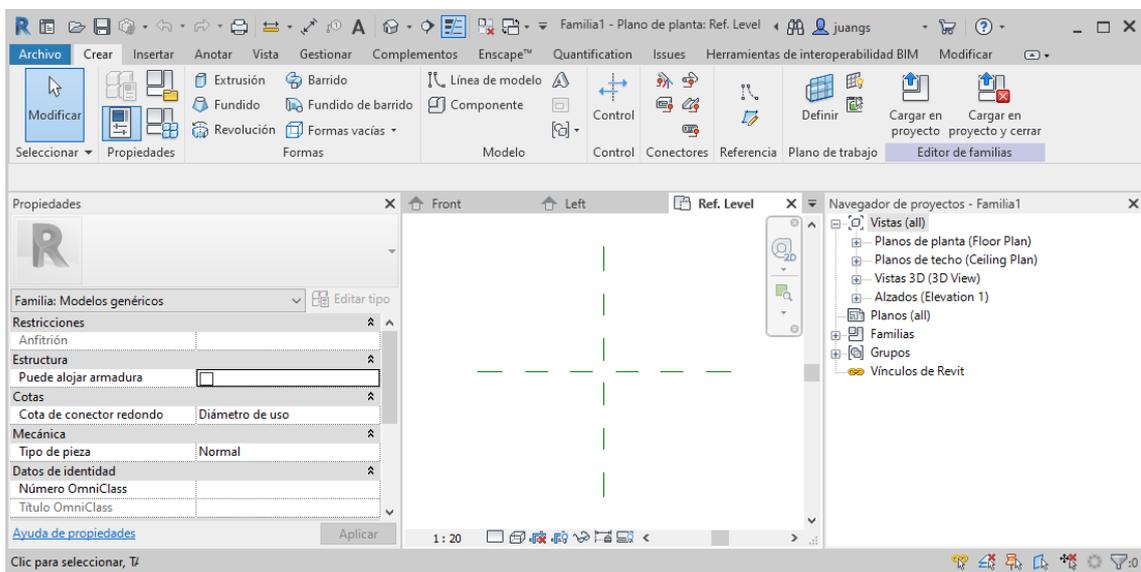


Ilustración 17 - Vista de planta " Ref. Level" al abrir la plantilla de la familia (Elaboración Propia)

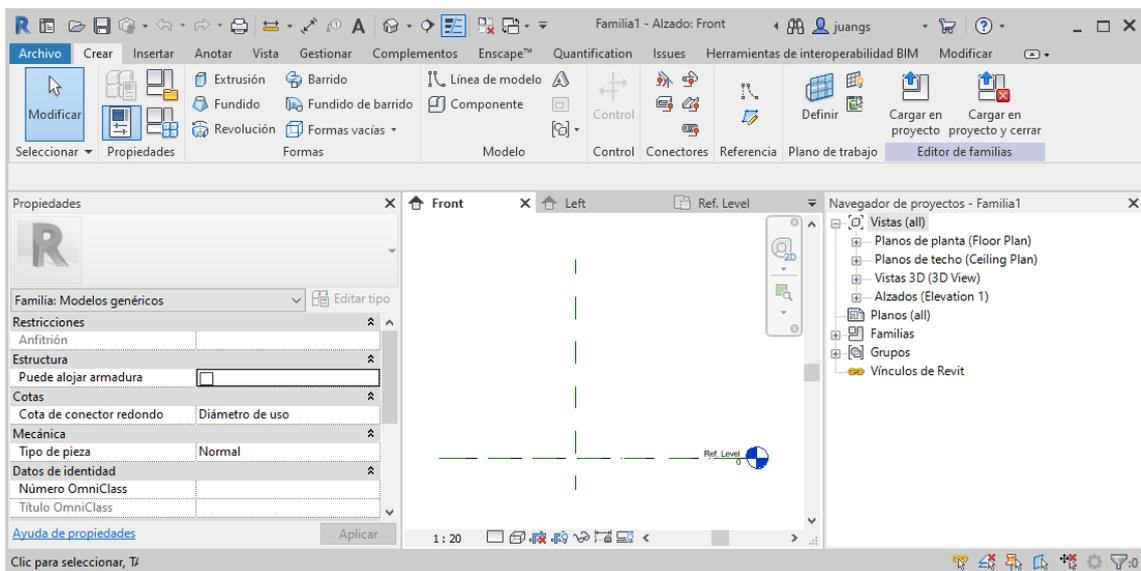


Ilustración 18 - Vista de alzado " Front" al abrir la plantilla de la familia (Elaboración Propia)

El modelado se puede realizar en cualquiera de las vistas de la familia, incluso desde la vista 3D, aunque es recomendable hacerlo desde una vista ortogonal, como una planta o un alzado, para tener una precisión aceptable.

Como se ve en las imágenes mostradas anteriormente en las plantillas aparecen unas líneas de trazos en color verde. Si son seleccionadas, se verá en la barra de propiedades que son elementos pertenecientes a la familia de sistema “planos de referencia”. También se debe fijar el usuario en que al seleccionarlás aparece junto a ellas una chincheta. Esta chincheta nos indica que el elemento seleccionado, en este caso el plano de referencia está fijo, no se puede mover. Esta restricción se puede eliminar, pero en el caso que se está estudiando no se hará pues tener estos planos de referencia fijos ayudará en la creación de la familia.

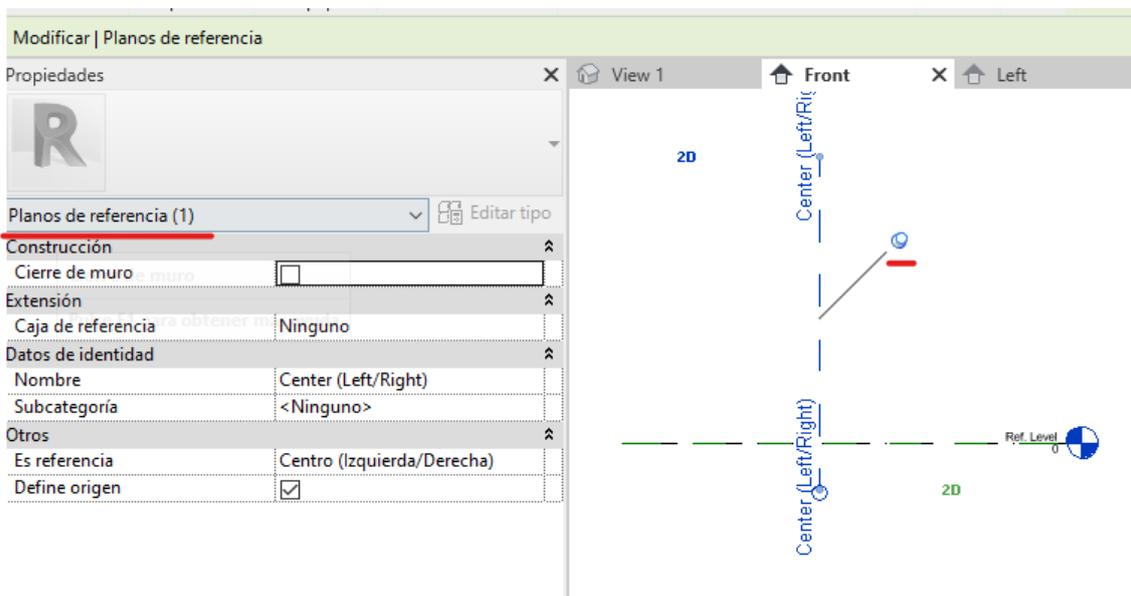


Ilustración 19 - Planos de Referencia (Elaboración Propia)

La familia “Interruptor Automático de Alta Tensión”, está compuesta a su vez por otras subfamilias. Una de ellas es la de los aisladores en forma de disco, un componente fundamental de los equipos de alta tensión del parque de intemperie.

Como es una familia que se utilizará repetidamente a lo largo del proyecto, pero no siempre con las mismas dimensiones, debe tener un diseño totalmente paramétrico, para poder ser modificada según la necesidad de cada equipo.

Como se puede observar en la imagen, se han utilizado 4 parámetros en el diseño de la familia. Todos ellos han sido creados como parámetros de tipo.

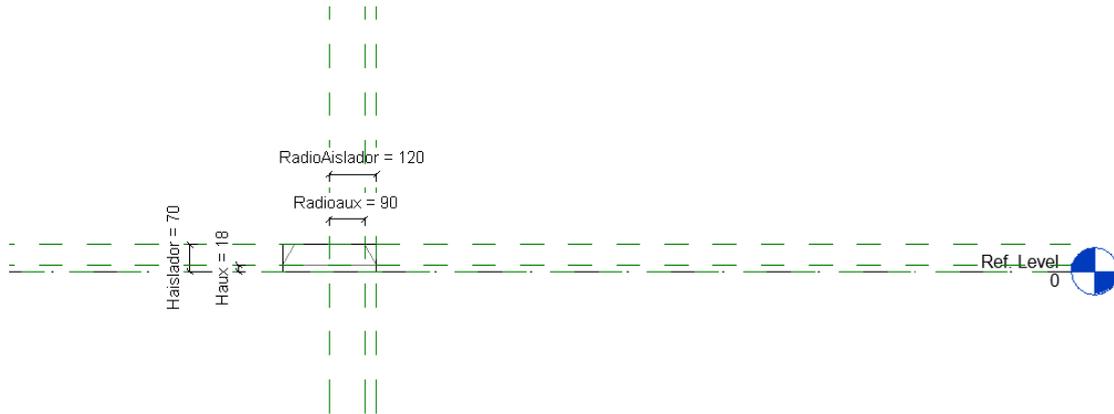


Ilustración 20 - Parametrización de la familia "aislador" (Elaboración Propia)

Para establecer correctamente las relaciones entre parámetros en Revit, es necesaria la creación de planos o líneas de referencia auxiliares. No es recomendable establecer directamente relaciones paramétricas entre geometrías, como pueden ser extrusiones, revoluciones, o varias familias entre sí, como puede ser el aislador y un soporte, pues Revit no garantiza que el comportamiento al modificar los parámetros sea predecible o el deseado. El propio Revit nos avisa de que esta práctica no es recomendable.

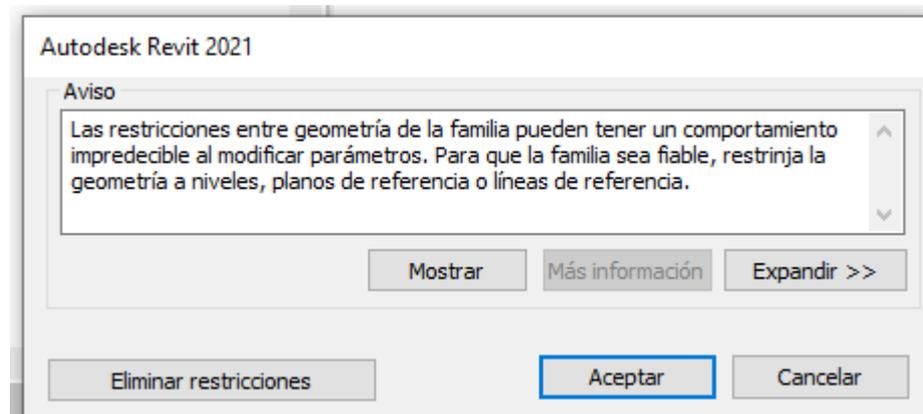


Ilustración 21 - Aviso sobre restricciones entre geometrías de familia (Elaboración Propia)

Una vez creados los planos de referencia y establecidas las relaciones entre parámetros, se puede modelar la envolvente de la familia. En el caso del aislador se crearán dos envolventes alternativas, una para el nivel de detalle alto/medio y otra para el nivel de detalle bajo.



Ilustración 22 - Representación según nivel de detalle (LOD) del "aislador" (Elaboración Propia)

Para controlar en qué nivel de detalle en el que son visibles cada una de las formas o elementos del modelo, estos deben ser seleccionados de forma que se pueda acudir a los ajustes de visibilidad, donde es posible definir no solo en qué nivel de detalle serán visibles sino también en qué tipo de vistas (vista 3d, alzados, vista de planta, ...)

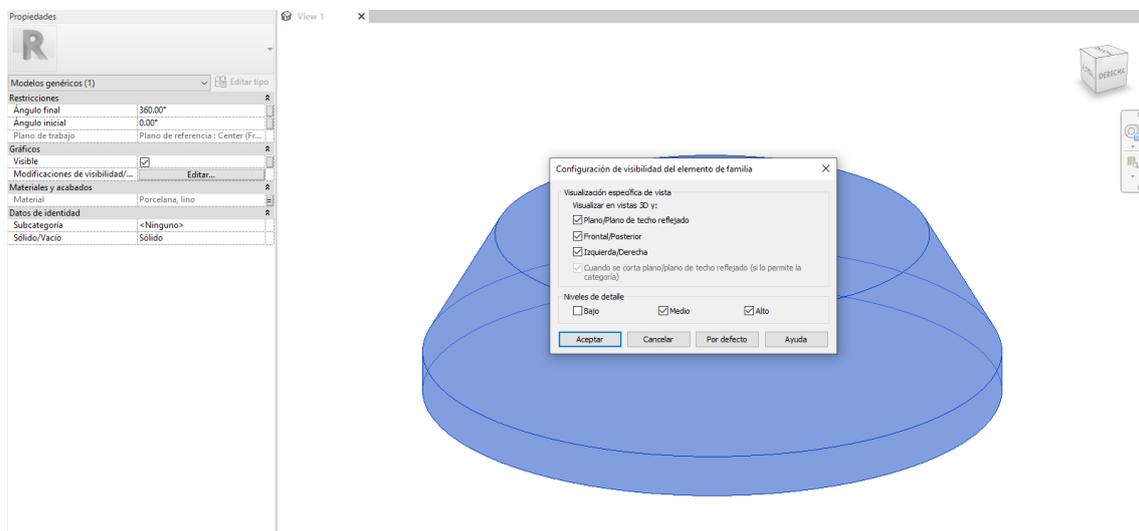


Ilustración 23 - Ajustes de visibilidad según LOD (Elaboración Propia)

El último paso en la creación de esta familia sería añadir un metadato para definir el material del que está hecho el aislador. En este caso será cerámico, aunque para este tipo de aplicaciones también pueden ser poliméricos o de vidrio. Otro tipo de familias más complejas, contendrán muchos más parámetros de información como pueden ser características eléctricas, de precio unitario, etc.

Con este paso finaliza la creación de la primera familia del proyecto. Sin embargo, esta familia no tiene valor para el proyecto por sí misma, nunca va a aparecer sola en el proyecto, es una familia auxiliar que será utilizada para crear otras familias.

Existirán casos de familias muy sencillas que se puedan crear directamente, sin pasos intermedios, pero en la mayor parte de los casos será necesaria la creación de familias auxiliares, como es el caso del aislador.

Intentar evitar la creación de estas familias auxiliares, puede provocar que la familia este sobrecargada de parámetros, líneas y planos de referencia, cotas y otros elementos que dificulten su comprensión y

compliquen su reutilización para proyectos futuros en que se necesitan modificar sus dimensiones o geometría.

Desde la experiencia obtenida en este proyecto, recomendaría la creación de una familia auxiliar para aquellos elementos que tienen entidad por sí mismos, como el aislador, o que van a necesitar ser modificados en el futuro. También crearía familias auxiliares cuando dos o más familias constituyan un grupo dentro de otra familia. Como es el caso de aisladores juntos con los soportes en la familia de un interruptor automático.



Tipos de familia

Nombre de tipo:

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Restricciones			
Elevación por defecto	0.0	=	<input type="checkbox"/>
N aisladores Botella 1 (por defec)	17	= HBotella1 / Haislador	<input type="checkbox"/>
N aisladores Botella 2 (por defec)	26	= HBotella2 / Haislador	<input type="checkbox"/>
Materiales y acabados			
Material	Acero, S 275	=	<input type="checkbox"/>
Cotas			
HBotella1	1190.0	=	<input type="checkbox"/>
HBotella2	1820.0	=	<input type="checkbox"/>
Haislador	70.0	=	<input type="checkbox"/>
L central	175.0	= Haislador * 2.5	<input type="checkbox"/>
L conector	29.2	= L central - 2 * L separador	<input type="checkbox"/>
L separador	72.9	= L central * 5 / 12	<input type="checkbox"/>
R aux	144.0	= Raislador * 1.2	<input type="checkbox"/>
Raislador	120.0	=	<input type="checkbox"/>
Datos de identidad			

¿Cómo se gestionan los tipos de familia?

Aceptar Cancelar Aplicar

Ilustración 24 - Familia "Botella de Aisladores y sus parámetros" (Elaboración Propia)

Se aprovecha para explicar que, para la creación de una familia de estas características, en la que se necesitará utilizar el mismo elemento reiteradamente, se puede utilizar la herramienta de matriz de Revit, similar a la que se usa en otros programas como Inventor o AutoCAD.

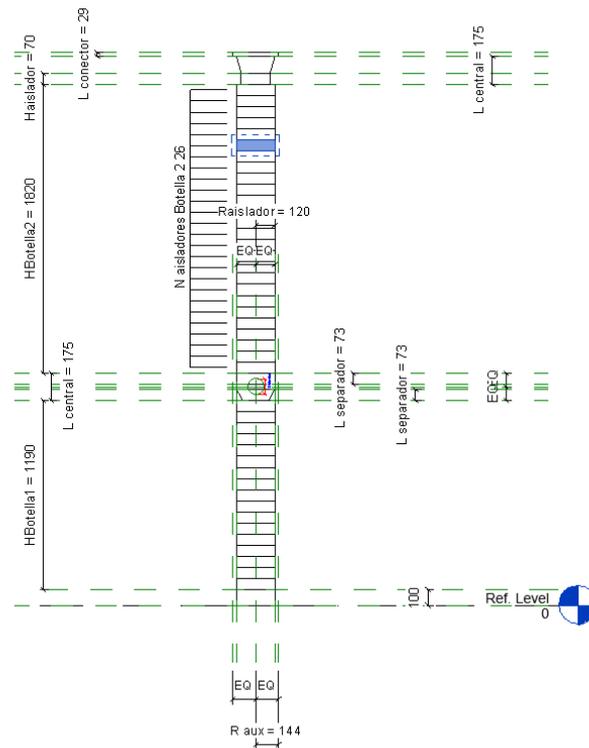


Ilustración 25 - Parametrización y creación de la matriz de aisladores (Elaboración Propia)

Un detalle interesante es que se puede parametrizar el número de elementos que se quieren crear en la matriz, de forma que simplemente con introducir la altura total deseada de la botella de aisladores, el programa adapte el número que tiene que poner.

También he podido observar que lo más útil es hacer estas familias lo más genéricas posible. Por ejemplo, aunque ya de antemano sepamos que vamos a necesitar dos tipos de aislador, uno para un equipo de 132 kV y otro para uno de 220 kV, es mejor tener un solo tipo dentro de la familia y modificar sus dimensiones cuando vaya a ser utilizado que crear dos “Tipos” en la familia original del aislador. El duplicar tipos, solo es recomendable en la familia definitiva que será cargada en el proyecto. Por ejemplo, en la familia Interruptor Automático, podríamos crear un tipo para el nivel de tensión 132 kV y otro para el de 220 kV y es en cada uno de esos tipos donde modificamos las dimensiones de las familias auxiliares utilizadas, como puede ser el aislador.

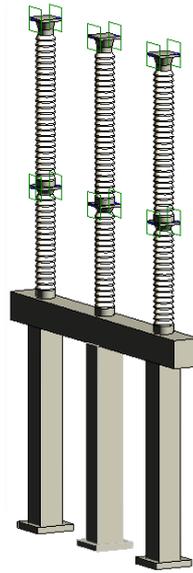


Ilustración 26 - Vista 3D "Interruptor Automático" (Elaboración Propia)

Una vez creadas las botellas de aisladores, para crear la familia Interruptor Automático, solo restaría crear una nueva familia auxiliar para la estructura metálica, y finalmente unir todas las familias auxiliares en un solo archivo.

7.1.3. CONECTORES

El concepto de conector es una de las diferencias esenciales entre los componentes de MEP y los componentes de arquitectura o ingeniería estructural.

Para los ingenieros de sistemas, todos los componentes de MEP requieren conectores que se comporten con inteligencia. Los componentes que se creen sin conectores no podrán participar en una topología del sistema. Los conectores son principalmente entidades lógicas que permiten calcular cargas en un proyecto. Revit conserva información acerca de cargas asociada con los espacios de un proyecto. Al colocar dispositivos y equipos en los espacios, Revit guarda información de las cargas basándose en el tipo de carga: Climatización, Iluminación, Potencia, Otros. Las cargas asociadas a los espacios se pueden visualizar en las propiedades del ejemplar para cada espacio, mostradas en tablas de planificación. [23]

Si bien en Revit existen conectores para cables eléctricos, la representación de estos solo se realiza en las vistas 2D a modo de esquema, es decir, por el momento Revit no permite modelar cables y verlos en la representación 3D.

Por este motivo, en el proyecto se ha optado utilizar un conector de tubo, que no tubería, para modelizar los cables y los embarrados rígidos que conectan los equipos de intemperie.

De esta forma, los conectores que se van a colocar en cada una de las familias son conectores de tubo, no conectores eléctricos.

Con este método, es cierto que se pierde la posibilidad de realizar algunos cálculos eléctricos de cargas y potencia que realiza Revit, aunque la pérdida no es grande puesto que estos nunca podrían sustituir a los cálculos necesarios para la selección de los equipos, conductores y protecciones que se realizan en el diseño de una subestación. Los cálculos que permite realizar Revit están muy enfocados a los proyectos de edificación, y son los propios de una vivienda.

7.1.4. METADATOS Y CREACIÓN DE TIPOS DE FAMILIA

Hasta ahora, todos los esfuerzos dedicados a la creación de la familia han estado enfocados en el diseño de la envolvente. Como se ha comentado en repetidas ocasiones, conseguir una apariencia realista es importante pero el BIM va mucho más allá de la representación gráfica.

La creación de metadatos es tan importante si no más que la representación de la familia. Realmente se pueden crear en cualquier punto de la creación de la familia, pero se ha considerado más oportuno introducirlos al final.

7.1.4.1. PARÁMETROS Y CATEGORÍAS DE FAMILIA

La herramienta Parámetros y categoría de familia asigna las propiedades de una categoría de familia predefinida al componente que se crea

El primer paso es seleccionar la categoría de la familia. Como se explicó en el epígrafe **JERARQUÍA DE ELEMENTOS BIM** la categoría es el segundo nivel jerárquico de Revit y es una característica que viene predefinida en Revit, no se pueden crear nuevas categorías.

En cada disciplina hay diferentes categorías disponibles. En el caso del Interruptor Automático, se seleccionará la disciplina "Electricidad" y la categoría de familia "Equipos Eléctricos". Se podría dudar entre esta categoría y la de "Aparatos Eléctricos". Según la categoría se desbloquean unos u otros parámetros de familia, que dependen de la estimación que hace Revit sobre cómo se va a utilizar el componente. Se ha elegido la de Equipos eléctricos porque ofrece parámetros de familia más interesantes y está pensada para familias más complejas. La categoría de "Aparatos Eléctricos" sería más adecuada para el enchufe de una vivienda, por ejemplo.

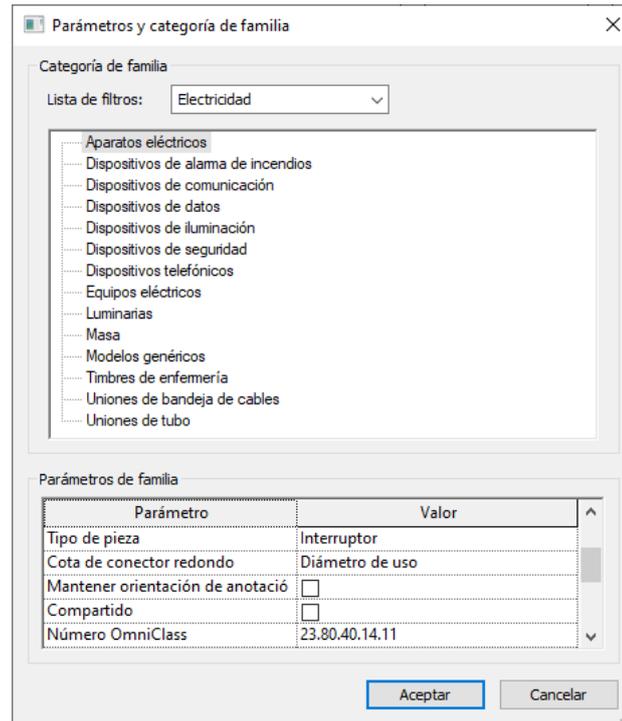


Ilustración 27 - Parámetros y Categorías de Familia (Elaboración Propia)

Algunas de los parámetros de familia hacen referencia al comportamiento físico del componente, como es la de mantener la orientación, que podría ser importante cuando exista la posibilidad de que se coloque el equipo en superficies inclinadas, pero queramos que se mantenga vertical, como podría ser el caso de un Apoyo de una línea eléctrica o de una farola. En este caso no será necesario utilizar estos parámetros, pues que el Interruptor automático siempre se colocará en la plataforma de una subestación, que estará a cota constante.

Se prestará especial atención a los parámetros de identidad (Título y número OmniClass) y al tipo de pieza.

El tipo de pieza proporciona una clasificación adicional para una categoría de familia y determina el comportamiento de la familia en el modelo. Por ejemplo, Interruptor o transformador son tipos de pieza de la categoría de familia "Equipos Eléctricos".

Por otra parte, los parámetros de Datos de identidad incluyen Número OmniClass y Título OmniClass, ambos basados en la clasificación de productos OmniClass Tabla 23. Esta es una clasificación para la industria de la construcción desarrollada en EE. UU. por el CSI. Está basada en una clasificación por códigos ordenados en diferentes tablas según su función, forma, etc. y su objetivo principal es la combinación de múltiples sistemas de clasificación existentes en uno sólo basado en la ISO 12006-2. [24]

Los datos OmniClass del interruptor automático serían:

- ✓ Título Automatic Overload Circuit Breakers
- ✓ Código 23.80.40.14.11

7.1.4.2. PARÁMETROS COMPARTIDOS

Se utilizan cuando se desea que el parámetro aparezca en las tablas de planificación del proyecto y cuando es un parámetro común a varias familias. Es importante señalar que los parámetros compartidos no se guardan en la familia, si no que quedan almacenados en un archivo de texto independiente.

Para identificar cada parámetro compartido, Revit utiliza un código alfanumérico conocido como GUID. Este código es muy largo para evitar que se repitan y surjan problemas ya que Revit no podría identificar correctamente los parámetros. [25]

```

Equipos Parque Intemperie: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
# This is a Revit shared parameter file.
# Do not edit manually.
*META VERSION MINVERSION
META 2 1
*GROUP ID NAME
GROUP 1 Aparamenta Alta Tensión
*PARAM GUID NAME DATATYPE DATACATEGORY GROUP VISIBLE DESCRIPTION USERMODIFIABLE HII
PARAM dfeaa061-51fe-4c2e-8e88-37623f5f3de1 Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia ir
PARAM eb084376-f1d1-4683-bf29-0cfbae1e4ec8 Tensión más elevada para el material (valor eficaz) ELI
PARAM c0e49784-0448-463c-87a4-965b52256993 Tensión soportada nominal a los impulsos rayo ELECTRICAL_
PARAM 1ef86388-6b60-4b0f-b77b-d4eecd19896 Tiempo de extinción de la falta TIMEINTERVAL 1
PARAM 40c9688b-be6f-47e9-80a9-a6468d196da5 Tensión nominal ELECTRICAL_POTENTIAL 1 1
PARAM ca6ec28e-73eb-468f-a82c-bd81aaa232be Régimen de neutro AT TEXT 1 1
PARAM 898c5fc3-8fe9-4219-a9f7-9bdf30da1a0c Frecuencia nominal ELECTRICAL_FREQUENCY 1
PARAM 997176f0-8a84-4d03-bf4b-dde1c3670575 Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz) ELI

```

Ilustración 28 - Documento TXT con los parámetros compartidos del proyecto (Elaboración Propia)

Los parámetros compartidos, son muy interesantes en proyectos de gran envergadura o en los que muchos agentes diferentes o equipos trabajan sobre un mismo modelo BIM, pues permiten utilizar herramientas muy potentes de filtrado, contabilización e identificación de elementos en la maqueta. El escenario más adecuado para realizar estas tareas correctamente es que sea el BIM Manager o jefe de proyecto el que gestione los parámetros compartidos que se utilizan, para que no se repitan y todo el mundo utilice los mismos.

En este proyecto se utilizarán los siguientes parámetros compartidos:

Tabla 2 - Parámetros compartidos del proyecto de la subestación (Elaboración Propia)

Grupo de Parámetros	Parámetro	Disciplina	Tipo
Aparamenta Alta Tensión	Tensión nominal	Electricidad	Potencial eléctrico
	Tensión más elevada para el material (valor eficaz)	Electricidad	Potencial eléctrico
	Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz)	Electricidad	Actual
	Tensión soportada nominal a los impulsos rayo	Electricidad	Potencial eléctrico
	Frecuencia nominal	Electricidad	Frecuencia
	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial 50 Hz 1min	Electricidad	Potencial eléctrico
	Tiempo de extinción de la falta	Común	Duración
	Régimen de neutro AT	Común	Texto

El proceso que seguir para la creación y utilización de parámetros compartidos es el siguiente:

1. En la barra de herramientas seleccionar la pestaña Gestionar y pinchar en “Parámetros Compartidos”. Aparecerá un cuadro de dialogo similar al de la siguiente imagen

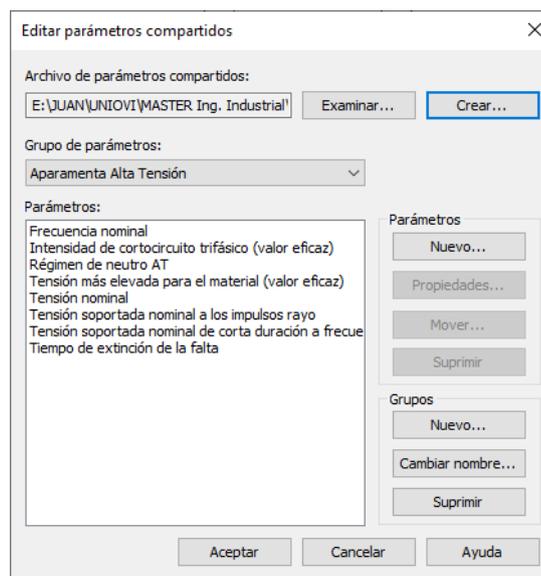


Ilustración 29 - Cuadro de diálogo de edición de los parámetros compartidos (Elaboración Propia)

2. Darle a Crear... para general el TXT donde se guardan los parámetros compartidos
3. Crear un nuevo Grupo de parámetros compartidos. (no se puede crear un parámetro sin haber creado previamente un grupo)
4. Crear los parámetros compartidos deseados y finalizar haciendo clic en aceptar.

5. Al crear un nuevo parámetro en la familia se selecciona la opción de parámetro compartido en lugar de parámetro de familia. En ese momento se debe cargar el archivo de parámetros compartidos creado anteriormente y seleccionar el parámetro concreto que se quiere crear
6. Por último, se define si se desea que funcione como un parámetro de tipo o de ejemplar en la familia.
7. También es posible convertir un parámetro de familia en un parámetro compartido en cualquier fase del proyecto.

7.1.4.3. ¿PARÁMETROS DE TIPO O DE EJEMPLAR?

Cuando utilizamos una propiedad de tipo esta se aplica por igual a todos y cada uno de los ejemplares de la familia presentes en el proyecto. Si en un interruptor automático definimos como parámetro de tipo la intensidad de cortocircuito, por poner un ejemplo, todos los ejemplares de la familia tendrán el mismo valor para ese parámetro.

Un parámetro de ejemplar permite dar distintos valores en cada uno de los ejemplares presentes en el proyecto

En el caso de los interruptores automáticos, como todos los que se van a utilizar son iguales, se crearán parámetros de tipo. En cualquier caso, si al utilizar la familia, se observa que habría sido preferible haber definido una propiedad como de ejemplar en lugar de tipo, se puede modificar al momento sin tener que eliminar el parámetro y volver a crearlo ni rehacer la familia.

Tanto los parámetros de tipo como los de ejemplar pueden funcionar indistintamente como parámetros de familia o compartidos, según las necesidades del proyecto.

7.1.5. TIPOS DE FAMILIA

Una vez definidos todos los parámetros de la familia, se pueden crear tipos de familia. Esto es, configuraciones concretas de parámetros. En el caso del interruptor automático, se han creado dos, en función del nivel de tensión., pero se pueden crear tantas como se deseen.

Se han creados dos tipos, uno para un interruptor de 220 kV y otro para un interruptor de 132 kV. Existen interruptores de otros niveles de tensión como 400 kV o 66 kV, pero de los cuales no se tenían datos, además de que el objetivo es mostrar que una vez creados los parámetros necesarios y haciendo que la envolvente se pueda adaptar según nuestras necesidades, se pueden modificar las familias a conveniencia.

En lugar de por niveles de tensión, se podría crear una familia solo para interruptores de 132 kV y crear tipos según la marca concreta del interruptor, por ejemplo.

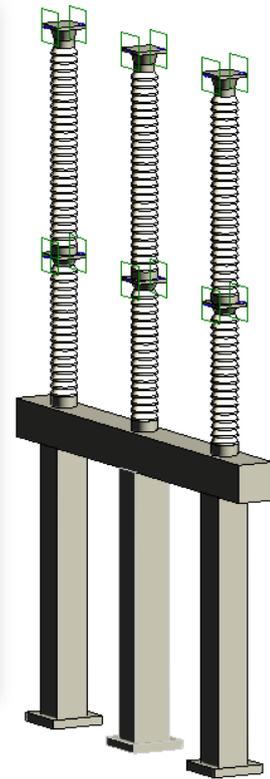
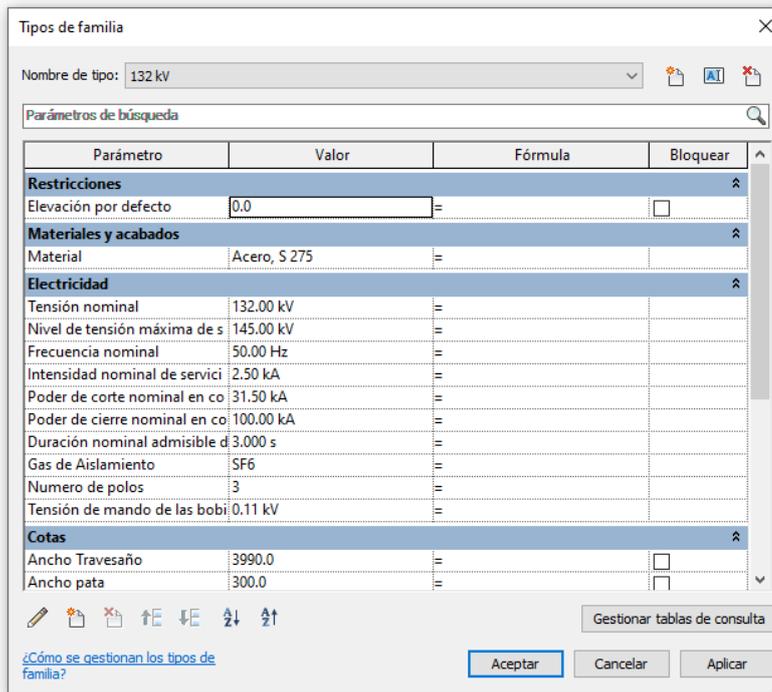


Ilustración 30 - Interruptor Automático y sus parámetros. Tipo 132 kV (Elaboración Propia)

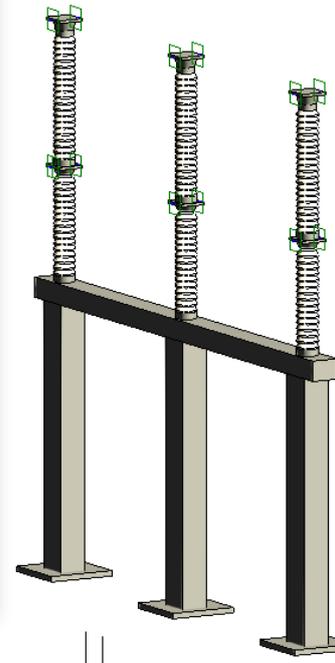
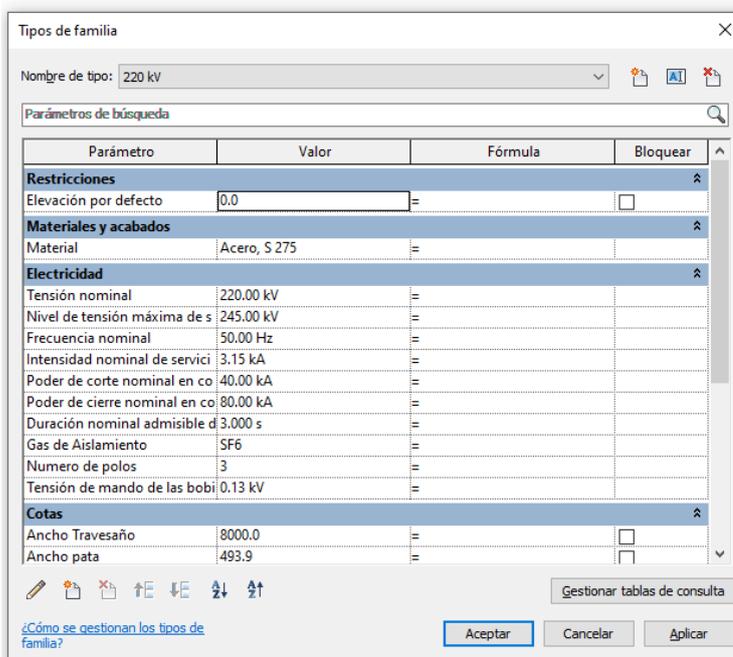


Ilustración 31 - Interruptor Automático y sus parámetros. Tipo 220 kV (Elaboración Propia)

7.2. FLUJO DE TRABAJO PARA CREAR MODELOS BIM EN INVENTOR

Uno de los objetivos de este proyecto, es estudiar el flujo de trabajo de la creación de familias para Revit, en Inventor. Para ilustrarlo, se realizará en Inventor el modelo de un “Interruptor automático tripolar de 132 kV” que posteriormente se incorporará en el parque de intemperie del modelo BIM de la subestación objeto de este proyecto. [26]

Los fabricantes, generalmente, utilizan programas de diseño mecánico 3D como pueden ser SolidWorks, Inventor, Catia, etc. Estos son programas de modelado y diseño paramétrico que permiten crear modelos idénticos a los productos reales, los cuales pueden ser usados para su fabricación y para que tanto diseñadores como clientes puedan recrear fácilmente prototipos con los que hacer pruebas e impresiones 3D. [27]

La inclusión de objetos tan detallados en un modelo BIM, podría ser contraproducente. Por una parte, el valor añadido que aporta tener representados o registrados todos los elementos de un producto no es relevante en un proyecto de esta naturaleza. Además, estos modelos, debido a la gran cantidad de información que almacenan y el nivel de detalle de su representación 3D, ocupan un espacio de almacenamiento considerable que pueden afectar negativamente a la operatividad y rendimiento de la maqueta BIM.

Sin embargo, esto no quiere decir que este tipo de productos no sean útiles para el diseño de familias BIM, al contrario, el hecho de que los fabricantes los tengas disponibles acelera enormemente la elaboración de familias. La clave reside en encontrar un equilibrio para utilizar el nivel de detalle adecuado, eliminando o simplificando aquellas partes que no aporten valor al modelo BIM. Para facilitar esta tarea, programas como Inventor, incorporan herramientas que permiten simplificar el modelo y crear familias en formato RFA para utilizar en Revit

7.2.1. DATOS DE PARTIDA

Los planos de la aparamenta eléctrica tomados como punto de partida para el diseño de las familias han sido facilitados por INGECA S.L.

En la Ilustración que sigue se puede ver un fragmento de uno de los planos utilizados para la elaboración de la familia del Interruptor tripolar de 132 kV.

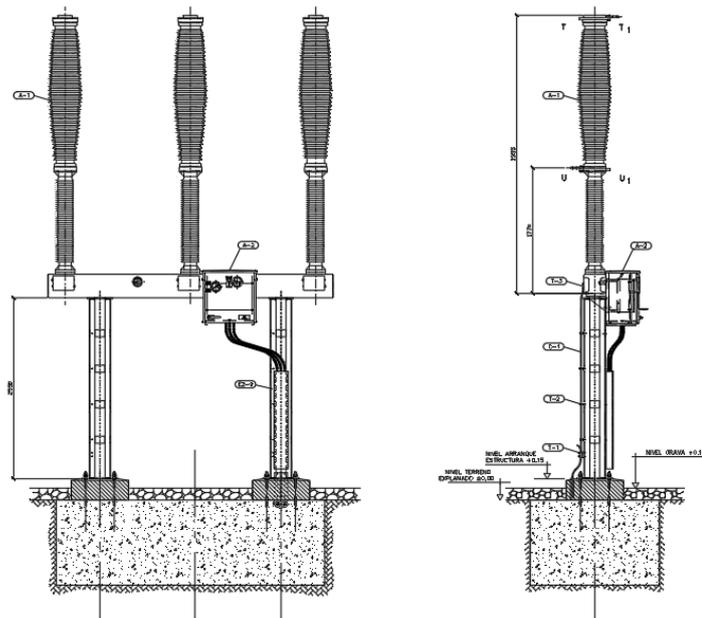


Ilustración 32 - Plano real de un Interruptor Automático 132 kV (Fuente: INGECA S.L.)

A partir de este plano se han podido identificar los elementos que componen el interruptor, así como sus dimensiones y los materiales utilizados.

7.2.2. SELECCIÓN PLANTILLA

En inventor, existen cuatro tipos de archivo:

- | | |
|-------------|--------------|
| ✓ IPT | Parte |
| ✓ IAM | Ensamblajes |
| ✓ IDW, IDWG | Planos |
| ✓ IPN | Presentación |

7.2.3. CREACIÓN DE LA ENVOLVENTE

Antes de comenzar a modelar con inventor, es necesario tener presente el comportamiento del programa. Inventor, es un modelador basado en historia, lo que significa que cada acción realizada en el modelo utiliza como base todo lo que se ha realizado anteriormente. Por consiguiente, para lograr un buen diseño, es imprescindible tener un diseño base robusto, a partir del cual realizar las modificaciones. Si no se logra una base sólida, no será posible obtener un modelo que se pueda parametrizar y modificar en el futuro de forma predecible. [28]

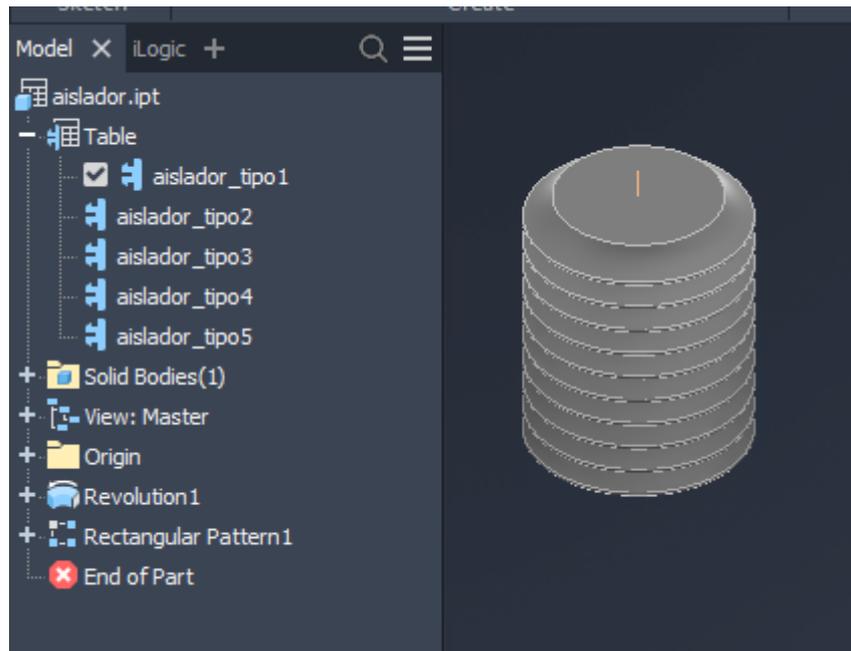


Ilustración 33 - Navegador de historia de modelo Inventor 2021 (Elaboración Propia)

Esta es una diferencia notable respecto al modelador de familias de Revit, que utiliza una técnica de modelado directo, en la que cada acción que se realiza es independiente de la anterior, a no ser que el usuario las relacione directamente por medio de restricciones.

Cada extrusión, revolución, o cualquier otra operación que se realice en inventor, tiene un origen determinado. Si se toma como origen una geometría creada previamente por el usuario, como la cara de una extrusión o un eje de un boceto, la operación que se realice se dirá que es “dependiente”. Por otra parte, una operación independiente sería aquella que utilizase únicamente como base el origen de coordenadas de la pieza, que es inamovible, de forma que no haya ningún parámetro que se pueda cambiar en la pieza que afecte a dicha operación.

Habrà que estudiar en cada situación si es conveniente que una operación sea o no dependiente. Aunque todavía más importante que acertar en esta decisión, será tener claras las dependencias de cada operación para predecir cómo va a reaccionar el modelo a las modificaciones.

Una similitud respecto a la metodología planteada en Revit es que se optará por modelar los distintos componentes de forma individual, en archivos independientes. En Inventor, cada componente se guarda en un archivo en formato IPT para posteriormente ir ensamblándolos por partes en archivos IAM [29]

7.2.4. IPARTS

Una vez modelada la pieza, se pueden crear varias versiones de esta, modificando los parámetros que sea necesario.

Esta funcionalidad que permite guardar varias configuraciones de una pieza en un mismo archivo es lo que se conoce en inventor como “iPart”. [30]

Es muy útil cuando se tienen versiones muy parecidas de un elemento. En este proyecto, un candidato claro a ser creado como “iPart” es el aislador de los equipos eléctricos de intemperie. Estos elementos se pueden necesitar en varios tamaños o materiales (vidrio, cerámica, polímeros) según el nivel de tensión, capacidad de aislamiento necesaria u otros condicionantes.

El proceso por seguir para la elaboración de un “iPart” es el siguiente:

1. Modelado de la pieza.
2. Determine la parte del diseño que cambia.
3. Dar nombre a los parámetros de interés, definir ecuaciones si fuera necesario y crear los parámetros de usuario.
4. A través del comando Crear iPart definir las filas de la tabla que representen cada una de las configuraciones (miembros).
5. Al guardar la pieza, esta se guarda automáticamente como familia iPart.
6. (Utilización del iPart) Al insertar la pieza en un ensamblaje (archivo IAM) inventor preguntara al usuario que versión de la pieza desea utilizar. A partir de ahí actúa como cualquier otro componente del ensamblaje.

Podría darse el caso de que se desearan crear un gran número de configuraciones para una misma pieza y que añadir cada una de las filas manualmente en inventor fuera un proceso demasiado lento e improductivo. En esta situación, se podría utilizar una hoja de cálculo para crear las configuraciones.

	 Member	Part Number	Raislador	Raux1	Hais	R2	R3	 Material	Nias
1	aislador_tipo1	Part13-02	120 mm	90 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	10 ul
2	aislador_tipo2	Part13-03	150 mm	110 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6
3	aislador_tipo3	Part13-04	180 mm	140 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6
4	aislador_tipo4	Part13-05	210 mm	170 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6
5	aislador_tipo5	Part13-06	240 mm	200 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6

Ilustración 34 - Tabla de parámetros del iPart “aislador” en Inventor (Elaboración Propia)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Member<defaultRow>1</defaultRow><filename></filename>	Part Number [Project]	Raislador	Raux1	Hais	R2	R3	Material [Physical]<material></material>	Nias<free>20 ul</free>
1	aislador_tipo1	Part13-02	120 mm	90 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	10 ul
2	aislador_tipo2	Part13-03	150 mm	110 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6
3	aislador_tipo3	Part13-04	180 mm	140 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6
4	aislador_tipo4	Part13-05	210 mm	170 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6
5	aislador_tipo5	Part13-06	240 mm	200 mm	30 mm	4 mm	55 mm	Polystyrene, High Impact	6
6									
7									

Ilustración 35 - Tabla de parámetros del iPart “aislador” en Excel (Elaboración Propia)

Por último, hay que señalar que según la definición de sus parámetros se pueden distinguir dos tipos de iParts.

7.2.4.1. IPARTS NORMALIZADAS

Se dice que una pieza iPart es normalizada, cuando sus configuraciones quedan totalmente definidas en el archivo IPT en el que se modela la pieza, de forma que al ser insertada en un ensamblaje (IAM) solo se pueda escoger entre las versiones del iPart disponibles, sin poder ser estas modificadas.

7.2.4.2. IPARTS PERSONALIZADAS

Por otra parte, se considera a una pieza iPart personalizada (Custom iPart en inglés) cuando sus configuraciones contienen al menos un parámetro modificable. En la Ilustración 34, la columna azul que representa el número de aisladores sería un parámetro personalizable. El color azul es el que se utiliza inventor para notificar al usuario que está ante una columna de parámetros personalizado. En la práctica, que un iPart sea personalizado significa que, al insertar cualquier versión de la pieza, Inventor pedirá al usuario que introduzca los valores de cada uno de los parámetros personalizados.

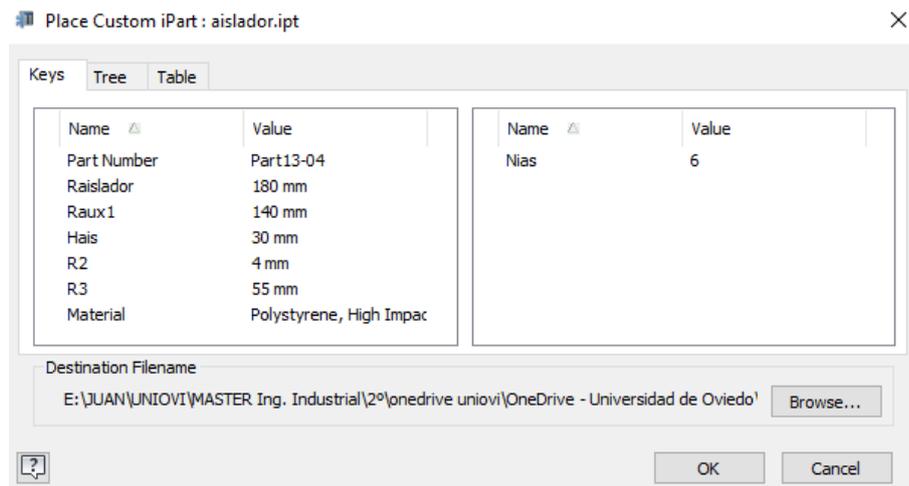


Ilustración 36 - Cuadro de diálogo al insertar el iPart personalizado "aislador" (Elaboración Propia)

En la Ilustración 36, se puede observar cómo los parámetros personalizables se colocan en el cuadro de la derecha, y los demás en el de la izquierda.

7.2.5. ENSAMBLAJE

Una vez se han modelado las diferentes piezas se unirán todas en un mismo archivo IAM conformando el modelo completo del interruptor automático. En esta ocasión, a diferencia del modelo creado con Revit, se ha dotado de un mayor detalle a cada uno de los elementos del interruptor:

- ✓ La estructura metálica se ha realizado mediante perfiles metálicos unidos con soldadura. Para ello se ha utilizado el acelerador de soldadura de inventor que permite realizar los cordones de soldadura.

- ✓ Se ha recogido los distintos tamaños de aislador que conforman las botellas de cada una de las fases del interruptor. Para ello, como se explicó en el epígrafe dedicado a los iParts, se han creado varias versiones del IPT del aislador.
- ✓ Se ha modelado el armario de control del interruptor con todos sus detalles, puerta, manilla, indicadores, etc.

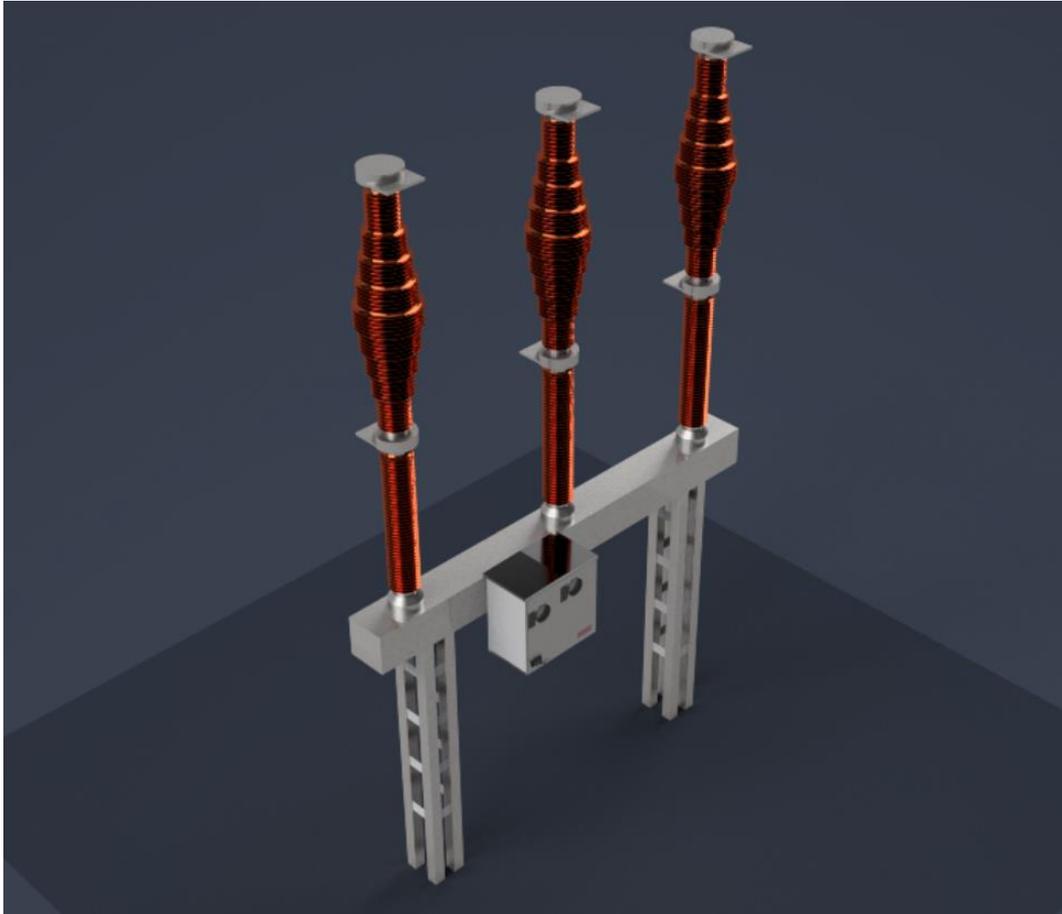


Ilustración 37 - Interruptor automático modelado con inventor

7.2.6. BIM CONTENT: SIMPLIFICACIÓN DEL MODELO Y CREACIÓN DE CONECTORES

Con el ensamblaje finaliza la etapa de modelado, pero no la creación de la familia BIM. En este punto se explicará qué pasos seguir para preparar el modelo de inventor para su transformación conversión en un archivo de familia Revit RFA.

Para hacer esta transición más sencilla, las últimas versiones de inventor incorporan la herramienta BIM Content.

7.2.6.1. CREACIÓN DE CONECTORES

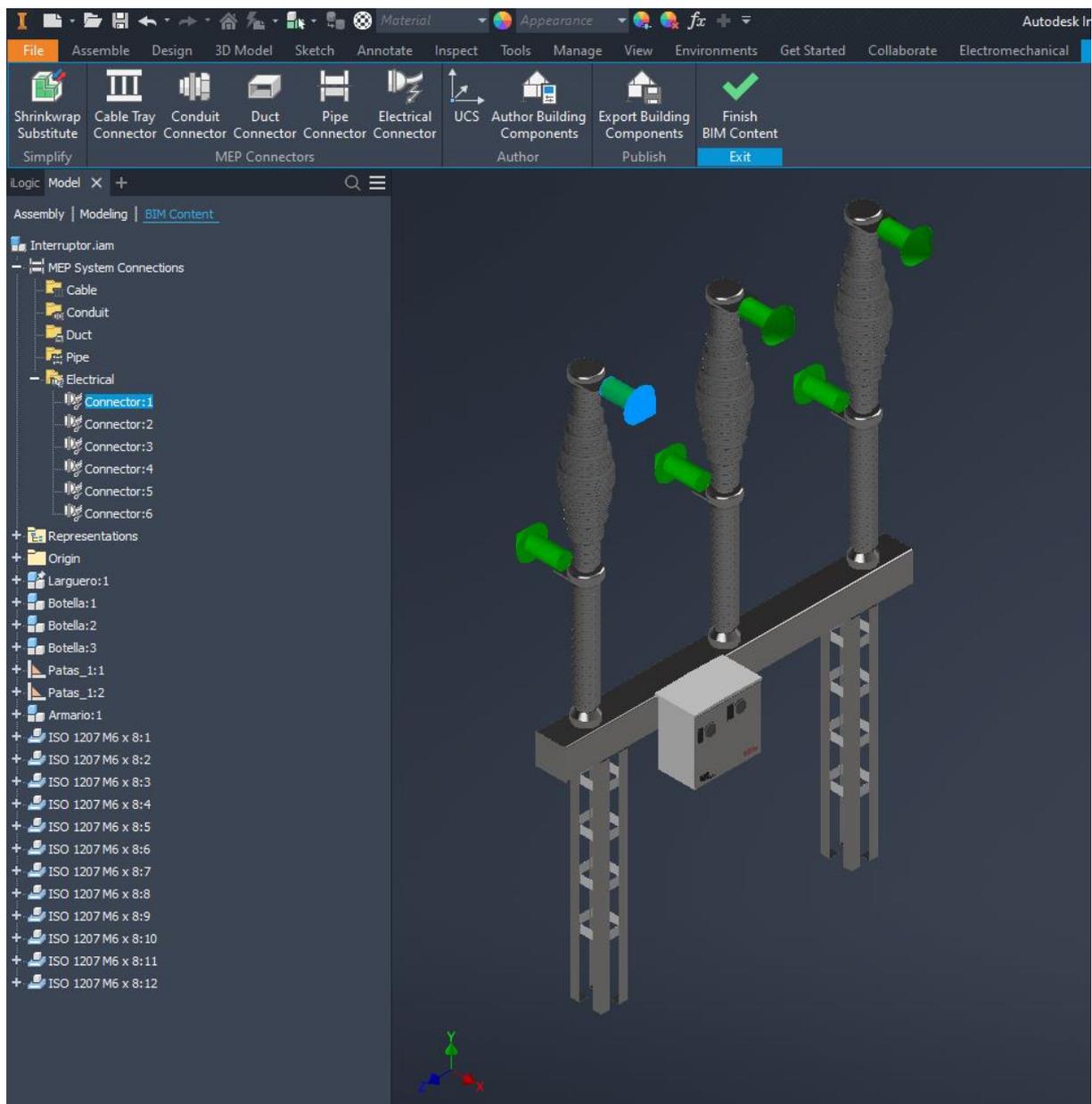


Ilustración 38 - Creación de conectores en Inventor (Elaboración propia)

7.2.6.2. SIMPLIFICACIÓN DEL MODELO

Una de las desventajas de la utilización de inventor para la creación de familias BIM, es que, al realizarse modelos de un nivel de detalle mayor, los archivos ocupan mayor espacio de almacenamiento. Para solventar este problema las últimas versiones de inventor incorporan la herramienta “Shrinkwrap”, la cual permite eliminar componentes, geometrías y acabados del diseño que no son necesarios para el modelo BIM.

Aunque esa no es la única acción que realiza esta herramienta, también elimina la independencia de los elementos del ensamblaje, transformando el archivo IAM en un IPT. Esto significa que cada vez que se desee modificar el modelo, se deberá acudir a la versión original, sin simplificar.

Este contratiempo es muy significativo, pues no tiene mucho sentido dedicar un gran esfuerzo en lograr diseñar una familia paramétrica, si para poder modificarla posteriormente vas a tener que hacer numerosas conversiones entre el simplificador de geometría, y la exportación a RFA.

La experiencia obtenida con el programa en la elaboración de este trabajo sugiere que el uso de programa como inventor para la elaboración de familias BIM, no es el óptimo, por lo menos en casos en los que se desee conseguir una familia paramétrica, capaz de ser modificada según las necesidades concretas de cada proyecto.

Sí que podría ser muy útil para realizar familias BIM de productos concretos de una marca comercial, por ejemplo, las celdas de media tensión de Schneider Electric utilizadas en el presente proyecto.

7.2.7. EXPORTACIÓN A RFA

El último paso para la obtención de una familia BIM en formato RFA para REVIT, a partir de Inventor, es transformar el IPT resultante de la simplificación, en RFA. Nuevamente Inventor dispone de una herramienta para este paso, dentro del espacio de BIM Content.

Además de en RFA, el formato de familias de Revit, Inventor permite exportar el modelo en formato IFC, que es el formato estándar de intercambio de archivos para los programas que implementan la metodología BIM, y ADSK que es un formato de intercambio de archivos para los programas de Autodesk.

Al crear el archivo RFA, Inventor genera también un informe en un archivo HTML donde resume los datos, geométricas, conectores y propiedades exportados, y si ha habido o no algún error en el proceso.

8. CASO PRÁCTICO: REALIZACIÓN DEL MODELO BIM DE UNA SUBESTACIÓN

Una vez obtenidas las familias, se puede realizar el modelo de la subestación en REVIT. El objetivo de este apartado es comprobar, si los esfuerzos dedicados en la elaboración de las familias se ven recompensados, no solo a la hora de elaborar el proyecto de la subestación, si no durante el ciclo de vida del proyecto completo.

No es objeto de este trabajo el diseño de la subestación, así como los cálculos eléctricos o las distancias de aislamiento. Todos esos datos se toman como punto de partida para la elaboración de este trabajado y serán tomados de un proyecto real, en el que he trabajado durante mi estancia de prácticas en INGECA.

La subestación elegida para la realización del modelo es la subestación de Quintanilla, una subestación elevadora de 132/20 kV

La subestación se encuentra localizada en el término municipal de Merindad de Rio Ubierna, en la provincia de Burgos, Castilla León y permite la evacuación y transformación de la energía de varios parques eólicos.

La configuración de la subestación es la siguiente:

- ✓ Sistema de 132 kV (Simple Barra – Intemperie).
 - Una (1) posición de línea 132 kV.
 - Una (1) posición de transformador de potencia 132/20 kV
 - Un (1) transformador de Potencia trifásico 22,5/30 MVA.
- ✓ Sistema de 20 kV (Intemperie).
 - Un (1) transformador de servicios auxiliares de aislamiento en aceite, de potencia nominal 100 kVA, relación de transformación 20/0,42 kV.
 - Un (1) Reactancia trifásica de puesta a tierra en la salida de 20 kV del transformador de potencia.
 - Una (1) Batería de condensadores en intemperie bajo envolvente de aluminio
 - Un (1) interruptor trifásico con mando monopolar para batería de condensadores
 - Tres (3) transformadores de intensidad para batería de condensadores
- ✓ Sistema de 20 kV (Interior).
 - 2 celdas de protección entrada/salida de línea.
 - 1 celdas de protección de secundario de transformador de potencia.
 - 1 celdas de protección de secundario de transformador de potencia (celda de reserva).
 - 1 celdas de protección de transformador de servicios auxiliares.
 - 1 celdas de medida de tensión de barras.
 - 1 celdas de baterías de condensadores.

Además, la subestación consta de un edificio para realizar el control y la evacuación de los parques eólicos. Este dispone de una sala independiente para las celdas de M.T. con aislamiento sólido o en SF6, sala para control de subestación, sala para los equipos de control eólico del parque, despacho,

dos almacenes independientes, uno para EDPR y otro para SGRE, sala para el grupo electrógeno, cocina y aseos con vestuarios.

En los siguientes apartados se explicará el proceso seguido para la elaboración de la subestación.

8.1. PREPARACIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO

Como sucede con la creación de las familias, Revit pone a disposición del usuario diversas plantillas según el tipo de proyecto que se pretenda realizar. En la librería de Revit en español, existen una plantilla por disciplina, aunque en otras librerías como la británica existen más.

Las plantillas de proyecto se archivan en ficheros con formato RTE. La diferencia entre unas y otras radica en que disciplinas están activadas, los niveles que vienen creados por defecto, o las unidades del proyecto, entre otras cosas.

El tema de las unidades tiene especial importancia, pues es imprescindible saber desde el primer momento en que unidades se está trabajando. Al utilizar una plantilla de la librería española se utilizarán milímetros por defecto, pero si se hubiera cargado una plantilla británica, estaría todo en pies y pulgadas. En cualquier caso, para asegurarse de que esta todo según el usuario desea, o por si se necesitara cambiar algo (se podría trabajar en metros en lugar de en milímetros, por ejemplo), existe el comando Unidades de Proyecto (UN) también accesible desde la barra de herramientas en la pestaña Gestionar. Desde ahí se pueden consultar o modificar todas las unidades del proyecto, de cualquiera de las disciplinas.

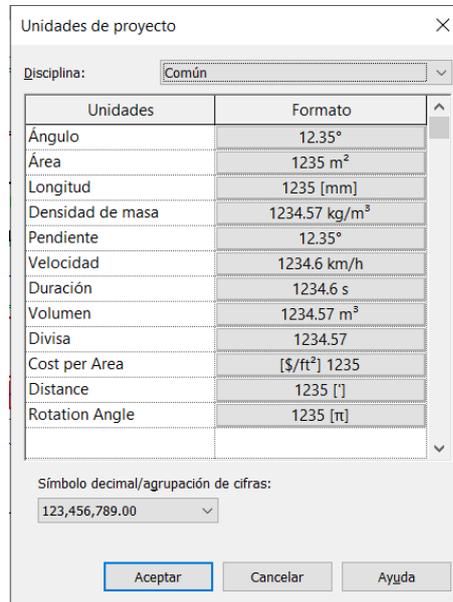


Ilustración 39 - Unidades de proyecto (Elaboración Propia)

Una opción que puede resultar muy útil, en el caso de que se vayan a realizar varios proyectos del mismo tipo, es la de crear una plantilla propia.

En este proyecto se ha optado por utilizar la plantilla de la disciplina construcción de Revit.

8.2. CREACIÓN DE LA PLATAFORMA DE LA SUBESTACIÓN

La subestación se construirá a un único nivel, sobre una plataforma nivelada de dimensiones 50x45 m aproximadamente, según se indica en el plano correspondiente.

Como es una subestación existente se utilizarán los planos de AutoCAD del proyecto original como base. Si se estuviera en la etapa de diseño de la subestación, igualmente se podría realizar el proceso íntegramente en Revit.

El primer paso pues, será cargar el plano de planta de la subestación, en formato DWG, en el proyecto Revit. Para hacerlo, se utiliza la función Vincular CAD de Revit.

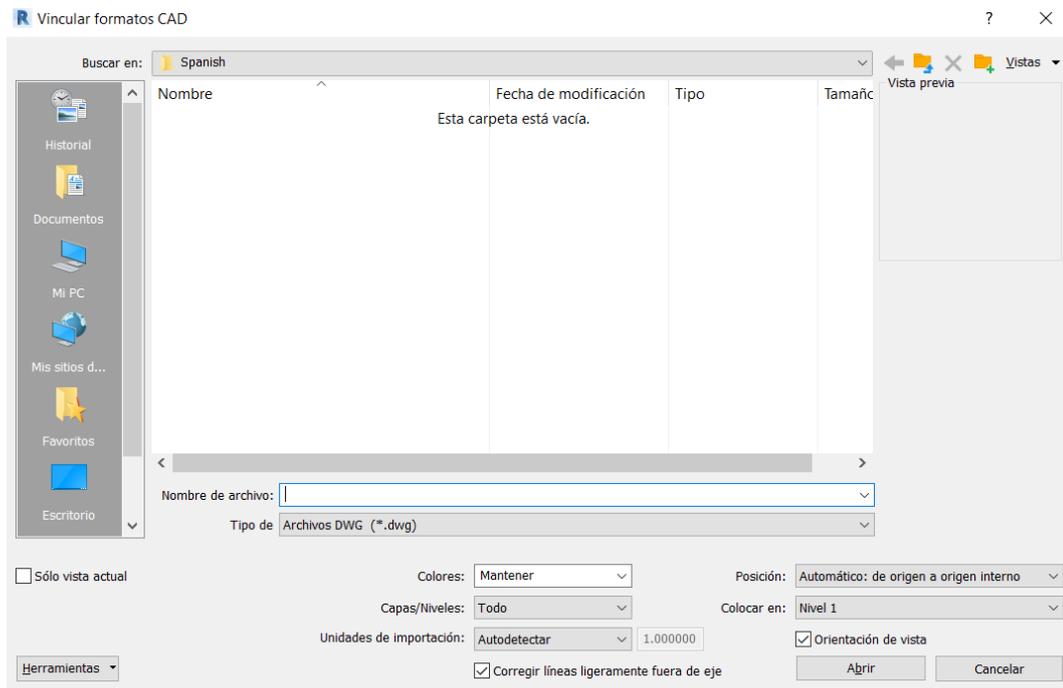


Ilustración 40 - Vincular CAD a Revit (Elaboración Propia)

En este punto es imprescindible dedicar especial atención a las unidades de importación, a las coordenadas y al nivel en el que será colocado el plano.

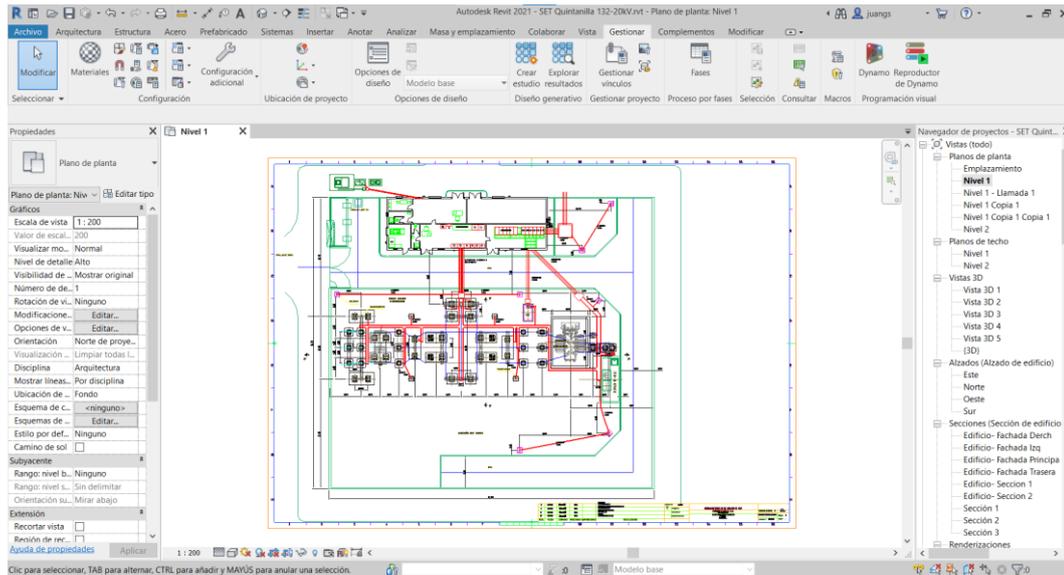


Ilustración 41 - Plano de planta SET Quintanilla 132/20kV vinculado en Revit (Elaboración Propia)

Una vez vinculado el plano, es importante comprobar que todo se ha cargado con corrección, y que efectivamente las unidades y la posición en el proyecto son las esperadas.

Por defecto, Revit fija la posición de los objetos vinculados. De esta forma al modelar, se evita mover el plano vinculado por error.

Los primeros elementos que modelar serán los distintos pavimentos presentes en la plataforma de la subestación.

- ✓ Pavimento asfáltico para la rodadura de vehículos
- ✓ Grava en el parque de intemperie
- ✓ Hormigón en la zona del edificio de control

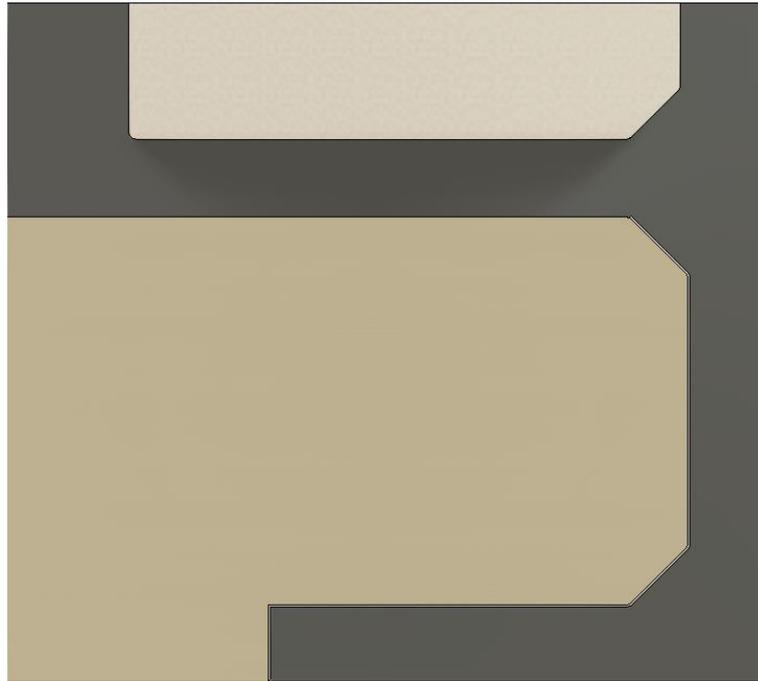


Ilustración 42 - Suelos de la plataforma de la subestación (Elaboración Propia)

8.3. PARQUE DE INTEMPERIE

El parque de intemperie de la subestación está compuesto por equipos eléctricos como la aparamenta de alta y media tensión y el transformador de potencia y elementos de obra civil como las cimentaciones de los equipos, canalizaciones para cables, el foso del transformador, etc.

8.3.1. COLOCACIÓN DE LA APARAMENTA

En primer lugar, se colocará la aparamenta de alta y media tensión. Para la colocación de estos equipos es de vital importancia conocer en todo momento las distancias que existen entre ellos y entre las fases en cada uno de los propios equipos, para respetar las distancias de aislamiento eléctrico especificadas en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y su ITC-RAT 12 [31]

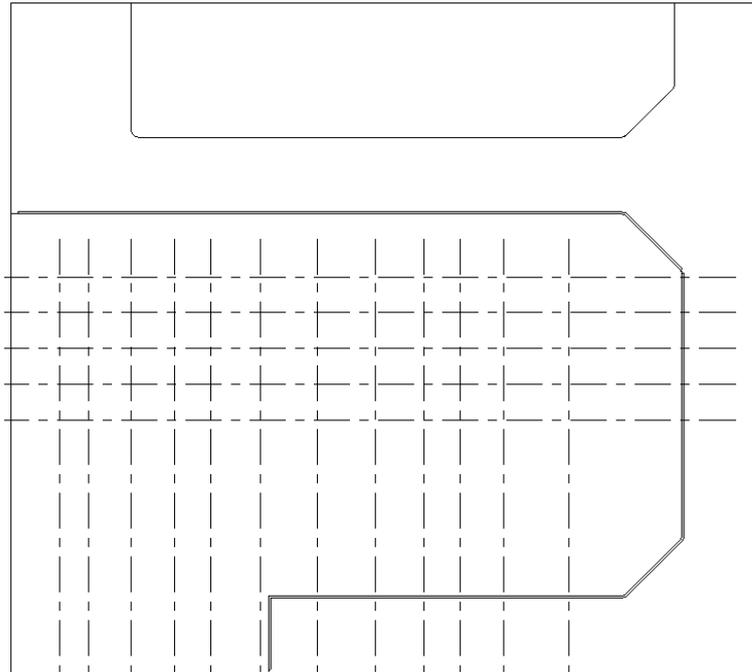


Ilustración 43 - Rejillas del parque de intemperie (Elaboración Propia)

Utilizando como base el DWG con el plano de planta de la subestación de quintanilla, se dibujan las rejillas en las que irán colocados los diferentes equipos.

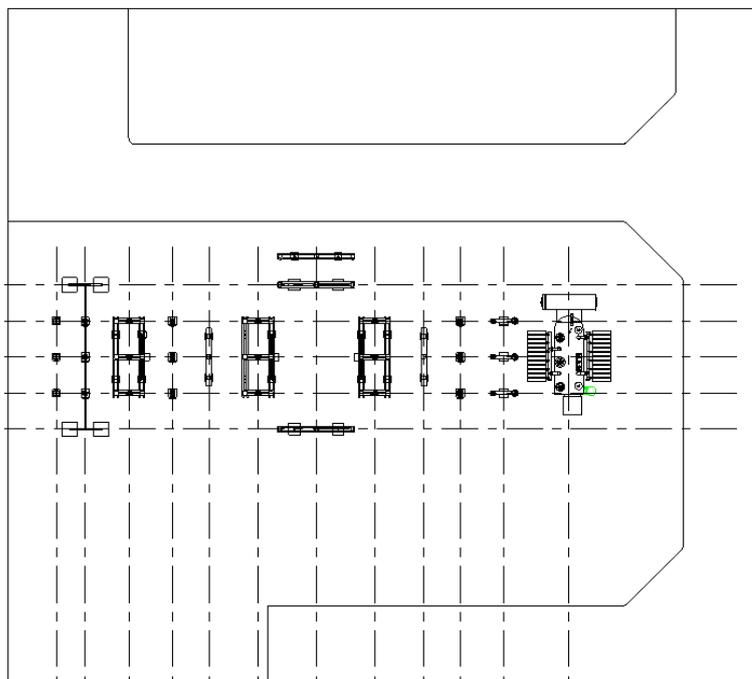


Ilustración 44 - Planta del parque de Intemperie con los equipos colocados (Elaboración Propia)

Aquí se puede encontrar una de las grandes ventajas de la metodología BIM, sobre el método tradicional de elaboración de proyectos. Como se mencionaba hace un instante, las distancias eléctricas son un aspecto principal del diseño de una subestación. Al utilizar Revit, se puede vincular la

aparata eléctrica a las rejillas, de forma que, si se aumenta la distancia entre dos de ellas, los equipos eléctricos vinculados a esas rejillas también se mueven. Aunque en AutoCAD también se puedan dibujar rejillas en las que colocar los elementos, estas no están vinculadas realmente con el aparato, no tienen un comportamiento inteligente.

Además, hay que recordar que, aunque se esté trabajando en una vista 2D, el modelo BIM es una maqueta virtual de 3 dimensiones, de forma que cualquier cambio que se realice en una vista de planta se modificará también automáticamente en cualquier vista del proyecto. Esto imposibilita que haya incongruencia entre los planos de planta y las secciones y aporta una gran flexibilidad durante la elaboración del proyecto, pues cualquier modificación en las distancias de aislamiento, supone menos cambios para el trabajador, pues no se tiene que ir plano por plano.

8.3.2. OBRA CIVIL DEL PARQUE DE INTEMPERIE

Una vez colocada la aparata, se colocarán los elementos de obra civil del parque de intemperie. También se podría haber realizado estas tareas en orden inverso y colocar primero las familias de obra civil. Realmente el orden en el que se coloquen las familias no influye en el modelo BIM. Incluso si se deseara reflejar las diferentes fases de la construcción, no importaría el orden de colocación de los elementos en el modelo, se indicaría en el parámetro “Fase de creación” disponible al seleccionar cada ejemplar.

8.3.2.1. CANALIZACIONES

Se utilizará canalización prefabricada registrable con tapas desmontables para los cables de mando, medida, protección, etc. a utilizar en la superficie ocupada por la instalación de intemperie. Como este tipo de canalización no se pudo encontrar en las librerías de Revit, o en los repositorios de familias de fabricantes como BIMObject, se optó también por modelar la familia.

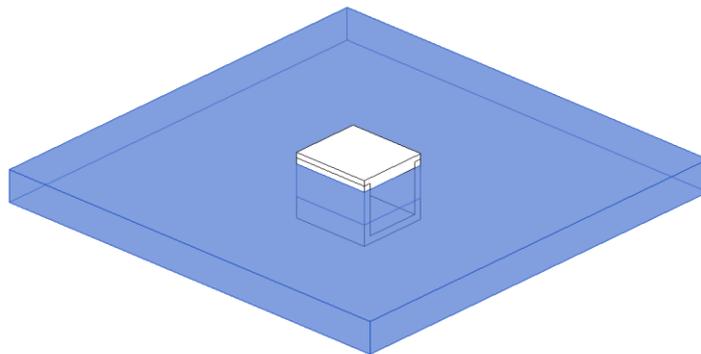


Ilustración 45 - Familia de canalización (Elaboración Propia)

Según el número de cables que tenga que alojar en su interior, la canalización se podrá modificar el ancho de la canalización.

8.3.2.2. CIMENTACIONES DE LOS EQUIPOS

Las cimentaciones de los equipos del parque de intemperie se realizan mediante zapatas aisladas de hormigón en masa.

En este caso no ha sido necesario crear una familia de zapatas, sino que se ha utilizado una de las familias de la librería de española de Revit.

Lo que sí ha sido necesario es crear varios tipos dentro de esa familia para adecuarse a las dimensiones, pues el tamaño de la zapata no es el mismo para los distintos equipos.

8.3.2.3. FOSO DEL TRANSFORMADOR

El foso del transformador tiene como misión la recogida del posible aceite que se derrame del trafo y su conducción hacia el depósito de recogida. Como sistema apagafuegos se utiliza losetas de hormigón armado, dispuesta en el cubeto sobre unos apoyos. El transformador de potencia apoyará sobre carriles embebidos en vigas armadas, contenidas en el propio foso del trafo, de modo que el foso queda dividido en tres cuerpos. Su construcción se realizará en hormigón armado, con carriles de acero, y tubos de acero inoxidable para el paso de líquidos entre cada uno de los cuerpos y salida hacia el depósito.

Como ya sucediera anteriormente con las canalizaciones, ha sido necesario elaborar una familia para el foso del transformador.

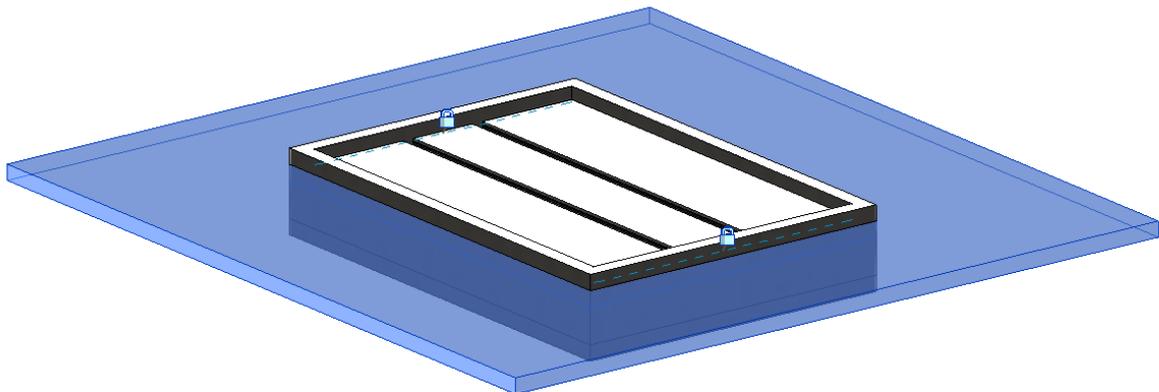


Ilustración 46 - Familia de la Bancada del Transformador (Elaboración Propia)

8.3.2.4. DEPÓSITO DE ACEITE

Es el encargado de recoger las posibles fugas de aceite que pudiera tener el transformador de potencia. Además, también tendrá la función de alojar el transformador de servicios auxiliares de la subestación, y actuar a su vez como su propio depósito de aceite.

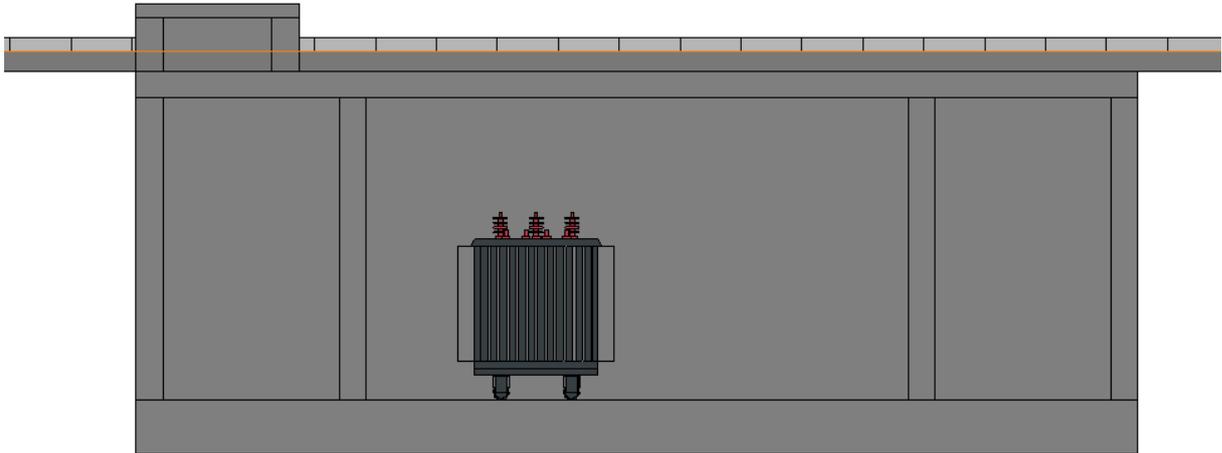


Ilustración 47 - Depósito de Aceite y Transformador SSAA (Elaboración Propia)

8.3.2.5. CIERRE PERIMETRAL

El cerramiento exterior se realiza mediante malla electrosoldada galvanizada en caliente de 2.30 m de altura, cosida a postes de acero galvanizado. Este cerramiento es un vallado tipo muy utilizado en otras instalaciones además de en subestaciones. Al ser un cierre muy común, ha sido posible encontrar una familia en formato RFA realizada por el fabricante Stadion. [32]

8.3.3. CONEXIONADO DE LOS EQUIPOS

El conexionado de los equipos es uno de los puntos más complicados de la incorporación de las familias de la aparamenta de alta tensión al modelo.

Como se explicó en el apartado “7.1.3 CONECTORES7.1.3 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**”, por el momento no existe la opción de crear modelos 3D de cables eléctricos en Revit. Esto obliga a elegir entre la opción de conectar los equipos mediante conectores eléctricos prescindiendo de la representación gráfica realista o tener una representación realista pero no tener una conexión eléctrica real con la que Revit pueda hacer cálculos.

Los cálculos eléctricos que permite realizar Revit son muy sencillos, enfocados al reparto de cargas en viviendas, y no son útiles de cara al cálculo del diseño u operación de la aparamenta de alta tensión de una subestación. En cambio, tener una representación gráfica realista de los conductores que conectan los equipos sí que reporta ventajas interesantes:

- ✓ Permite visualizar los cables para comprobar las distancias de aislamiento

- ✓ Contabilizar los metros de conductor utilizados
- ✓ Registrar el conductor utilizado
- ✓ Mayor realismo de la representación gráfica

<Tabla de planificación de conductores>	
A	B
Tipo	Longitud
LA-280	4
LA-280	4
LA-280	5
LA-280	5
LA-280	6
LA-280	9
LA-280	9
LA-280	13
LA-280	15
LA-280	16

Ilustración 48 - Extracto de la tabla de planificación de conductores generada en Revit (Elaboración Propia)

El procedimiento seguido para la creación y colocación de los conductores es el siguiente:

1. Creación de los conectores de tubo en las familias de la aparamenta eléctrica.
2. En el apartado electricidad de la pestaña sistemas de la barra de herramientas, se selecciona la opción "Tubo"
3. Seleccionar la familia "Tubo sin uniones" y duplicar el tipo, dándole el nombre del conductor que se vaya a utilizar, en este caso LA-280
4. Seleccionar una norma técnica y conectores de tubo (codos, transiciones, "T", etc). Si no se hace este paso no se podrá unir unos tubos con otros.
5. Conectar los equipos utilizando los tubos creados.

Importante señalar que el diámetro del tubo no se puede personalizar libremente, hay que escoger entre los diámetros que ofrece Revit por defecto. Esto hace que el diámetro del tubo difícilmente coincida con el del cable que se quiera utilizar.

Tampoco se pueden crear nuevos parámetros en los que introducir otros valores importantes del conductor como la intensidad máxima admisible o la resistencia.

Se ha optado por seleccionar el valor más próximo al verdadero diámetro del cable para lograr una apariencia realista, y añadir un comentario en la descripción de la familia para dejar registrada esta circunstancia.

8.4. EDIFICIO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN

El edificio es una instalación elemental de una subestación. Debe estar acondicionado para alojar el equipo necesario, así como para realizar las tareas operativas y de mantenimiento de la propia

subestación y del parque eólico, planta solar o instalación de generación asociada (control) y, además de para almacenar herramientas y piezas de repuesto.

En cuanto a normativa, el edificio debe cumplir con las normativas municipales que le afecten y con las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE) que le sean aplicables.

En la subestación de Quintanilla, el edificio de control cuenta con las siguientes salas:

- ✓ Sala de control
- ✓ Sala de control eólico
- ✓ Salas de celdas de MT
- ✓ Sala de grupo electrógeno
- ✓ Aseos y vestuarios
- ✓ Almacén
- ✓ Cocina

8.4.1. SALDA DE CELDAS

Esta sala tiene por objeto albergar las celdas del sistema de Media Tensión de la subestación. La principal función de una celda de media tensión es recibir y distribuir la energía eléctrica. [33]

En la subestación de Quintanilla, las celdas reciben la energía generada por el parque eólico de Quintanilla.

Están dispuestas en un único embarrado y además de recibir y distribuir la energía realizan funciones de control, medida y protección.

Las celdas de media tensión, no solo están presentes en subestaciones, también son un equipo indispensable en los centros de transformación, muchos de los cuales se alojan en el interior de los edificios en las ciudades. Gracias a ello, es posible encontrar familias BIM de cabinas de media tensión y transformadores de potencia realizadas por los fabricantes.

En este proyecto se han utilizado las familias de Revit realizadas por el Schneider Electric [34]

El hecho de poder utilizar las familias creadas por el fabricante es el caso ideal de la metodología BIM. Si se observa detenidamente los parámetros de las celdas, se puede apreciar la cantidad de información tanto eléctrica como de dimensiones, fabricación, normativa, etc. Es como volcar la hoja de características en la familia.

Propiedades de tipo

Familia: Cargar...

Tipo: Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor	=	^
Construcción			
Function	Load Break Switch		
Enclosure Mounting	Floor		
Cable Entry	Bottom		
Availability	Custom		
Materiales y acabados			
Material main	Metal		
Material secondary	Metal		
Panelling Colour	RAL 9002		
Panel Coating	NA		
Framework	NA		
Electricidad			
Short-time withstand current (Ik/tk)	25kA/1 s		
Rated Frequency (F)	50 Hz		
Protection index - LV Compartment	IP3X-IP41		
Protection index - HV Compartment	IP65		
Internal arc withstand	31.5kA 1s AFLR		
Breaking Capacity	0.63 kA		
Voltaje			
Vataje			
Cotas			
Depth	1400		

[¿Qué hacen estas propiedades?](#)

<< Vista previa Aceptar Cancelar Aplicar

Ilustración 49 - Parámetros de la familia Celdas de media tensión (Elaboración Propia)



Ilustración 50 - Imagen renderizada Celdas de media tensión (Elaboración Propia)

8.4.1.1. SÓTANO DE CABLES

Bajo la sala de celdas de Media Tensión del edificio de control de la subestación se construirá un sótano para la entrada/conexión de los conductores de MT a las celdas.

Bajo las celdas se dispondrá de un hueco para permitir la conexión de los conductores con las celdas. El sótano tendrá una altura mínima de 1,7 metros, cumpliendo siempre la normativa local y dispondrá de dos accesos mediante escalerilla situados en los extremos de la sala de celdas de M.T con unas dimensiones La familia de trampillas de acceso al sótano de cables han sido descargadas del repositorio de familias BimObject. [35]

8.4.2. SALA DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN

Esta sala tiene por objeto principal albergar los equipos de control, protección y comunicaciones, y los sistemas auxiliares de la instalación.

Estos equipos se alojan en armarios metálicos de diferentes tamaños. Para crear estas familias se han utilizado como base armarios eléctricos de distribución, control y medida disponibles en las librerías de Revit.

No se ha entrado en el detalle del interior de los armarios ni en el cableado, tan solo se han recogido sus propiedades, nombre y ubicación de los aparatos, funciones de cada armario y geometría.

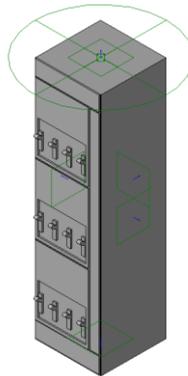


Ilustración 51 - Armario de Medida Fiscal (Elaboración Propia)

8.4.3. SALA GRUPO ELECTRÓGENO

Esta sala tiene por objeto albergar el grupo electrógeno, con su depósito de combustible, para la alimentación de los sistemas auxiliares de la subestación en caso de fallo en la instalación.

La familia del grupo electrógeno se ha descargado de la librería española de Revit., que se instala junto con el programa.

8.5. DOCUMENTACIÓN DE LAS FAMILIAS UTILIZADAS

Como se ha explicado a lo largo del proyecto, el objetivo fundamental era elaborar las familias necesarias para la creación del modelo BIM de una subestación. Toda la información de las familias utilizadas, tanto de las creadas expresamente para el proyecto, como las que se han podido descargar de internet que han elaborado los fabricantes, están recogidas en el Anexo I. Fichas de Familia.

En cada ficha se recopila toda la información de cada familia, desde información básica como el creador, hasta información muy específica como todos los parámetros.

Para la creación de las fichas de familia se ha utilizado la opción de exportación de tipos de familia en TXT que ofrece REVIT. Como ese TXT es de complicada lectura, se ha pasado la información a una hoja de Excel donde se ha creado las fichas de cada familia. Añadiendo alguna información relevante que no aparecía en el archivo de texto como si es una familia anidada o si se ha usado para la elaboración de una familia más compleja.

También se ha añadido una imagen de la familia para facilitar su identificación.

Como este trabajo de elaboración de las fichas familias es altamente repetitivo se exploró la opción de automatizarlo mediante la creación de un script de Python, que leyera los TXT y creara directamente el Excel. Aunque se consiguió realizar este proceso de forma satisfactoria, no se apreció una mejoraría relevante respecto a la creación manual de las fichas. El formato en el que crea Revit los TXT, impide su procesamiento directo, por lo que hay que prepararlos uno a uno antes de utilizarlos. Además, para añadir la foto, no existe otra opción que la de capturar y añadir manualmente la imagen.

En total, se han utilizado 52 familias de las cuales 39 han sido creadas por el usuario, 5 por los fabricantes y 5 son familias de las librerías de Revit que han sido modificadas para crear familias de la subestación.

Estas 52 familias incluyen únicamente las familias propias del proyecto de una subestación, como los transformadores y la apartamenta. En el conjunto del modelo se han utilizado más familias de las librerías de Revit, como son las de suelos muros, ventanas, etc.

8.6. GEORREFERENCIACIÓN DEL MODELO

Como en todo proyecto, la localización es un aspecto determinante, pues de él dependen los movimientos de tierras, afecciones a otros organismos, parcelas ocupadas, etc.

En los proyectos de subestaciones realizados tradicionalmente, sin utilizar la metodología BIM, la georreferenciación supone ningún problema al utilizar programas como AutoCAD MAP que están especialmente preparados para ello, ¿se podría perder en el paso a BIM esta capacidad de ubicar geográficamente el proyecto? No, Revit, al igual que AutoCAD permite colocar en sus coordenadas.

También permite importar planos en DWG, DGN y otros formatos CAD que estén georreferenciados, e incorporar ese sistema de coordenadas en nuestro modelo. Hay que enfatizar, que la georreferenciación del modelo se puede realizar en cualquier momento, aunque sea deseable hacerlo en la etapa inicial, también se podría colocar en su sitio al final.

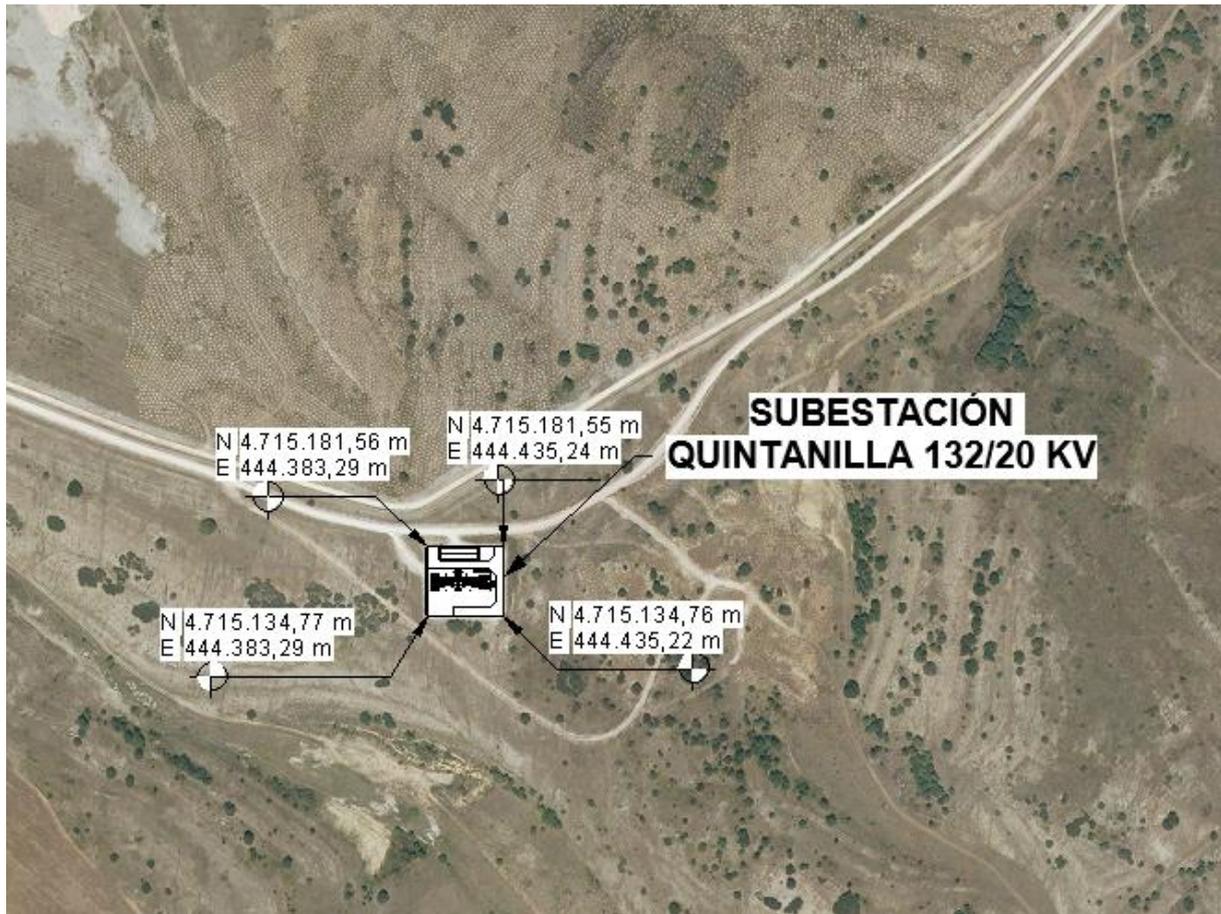


Ilustración 52 - Situación sobre ortofoto de la subestación (Elaboración Propia)

Otro aspecto destacable de la georreferenciación, es la interoperabilidad entre programas. Tener el modelo en su sitio, permitirá un intercambio de información más fluido entre programas. Por ejemplo, en el proyecto de una subestación, un flujo de trabajo habitual sería el de realizar el movimiento de tierras de los viales de acceso y la explanada con Civil 3D para luego realizar el modelo en Revit. Tener ambos archivos en coordenadas evitará tener que casarlos manualmente lo que podría provocar imprecisiones.

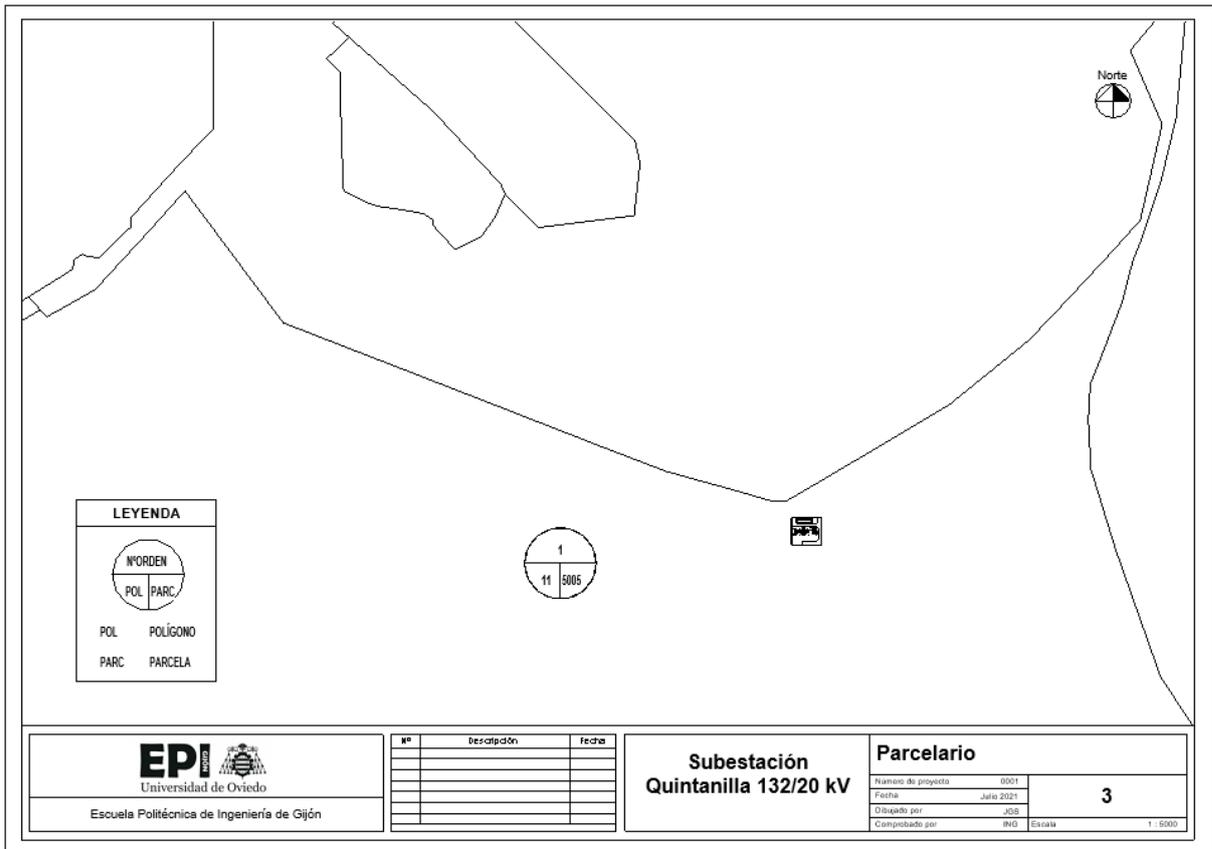


Ilustración 53 - Plano de Implantación sobre Parcelario de la subestación (Elaboración Propia)

La georreferenciación también permite elaborar planos de situación sobre cartografía y sobre ortofoto, parcelarios, y afecciones a otras instalaciones como carreteras, cuerpos de agua, o montes de utilidad pública.

8.7. TABLAS DE PLANIFICACIÓN

Uno de las virtudes más preciadas de la metodología BIM, es su capacidad para generar y procesar la información. Unas de las herramientas más útiles para esta tarea son las tablas de planificación.

Las tablas de planificación son una vista más de un modelo Revit, esto quiere decir que cualquier elemento que aparezca en una tabla de planificación tiene que estar colocado en el modelo. Si se borra o modifica en la tabla, también se elimina modifica en el modelo. Lo mismo sucede con los parámetros o características de cada elemento, para que aparezcan en las tablas de planificación, tiene que estar definidas en cada una de las familias. Ya se explicó anteriormente que para que un parámetro creado por el usuario en una familia aparezca en una tabla de planificación, este tiene que haber sido creado como un parámetro compartido. Los parámetros de familia no son visibles en las tablas de planificación.

Esta rigidez de las tablas de planificación, se ve recompensada cuando uno evalúa sus virtudes y entiende su funcionamiento. El hecho de que sean una vista más del modelo, quiere decir que siempre estarán actualizadas. Esto reduce mucho los tiempos de tareas de poco valor añadido como son

reparar constantemente las mediciones del presupuesto cada vez que se realice un cambio, evitando así además errores de coherencia entre planos y presupuesto.

<Tabla de planificación de equipos eléctricos>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Familia	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Tensión más elevada p	Intensidad de corto	Recuento	Costo
Autovalvula	Lightning Protection	23.80.40.21	132 kV	145 kV	10 kA	3	3240,00
Autovalvula+Soporte			132 kV	145 kV	32 kA	3	3240,00
Embarrado	Power Distribution	23.80.30.14	132 kV		32 kA	2	16200,00
Interruptor AT	Automatic Overload	23.80.40.14.11	132 kV	145 kV	32 kA	2	32400,00
Seccionador	Mechanical Switch	23.80.30.24.11	132 kV	145 kV	32 kA	2	14763,20
Seccionador PaT	Mechanical Switch	23.80.30.24.11	132 kV	145 kV	32 kA	1	15160,00
Trafo Intensidad	Current Transformer	23.80.10.14.14	132 kV	145 kV	32 kA	6	10587,00
Trafo Tension	Safety Transformer	23.80.10.14.17	132 kV	145 kV	32 kA	1	8670,00
Trafo Tension Linea	Transformers	23.80.10.14	132 kV	145 kV	32 kA	3	8670,00
Embarrado 20 kV			20 kV			2	930,00
Reactancia de Puesta a Tierra			20 kV			1	4890,00
Armario de Comunicaciones	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Armario Mural Acometida Alterna	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Armario Mural de Medida Fiscal	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Armario Protección	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Armario SSAA CA	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Armario SSAA CC	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Armario Telecontrol	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Convertidor	Distribution Boards	23.80.30.11.17				1	
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium						6	
M_Generador de energia de emergencia diésel	Engine Generators	23.80.10.11.11.11				1	
Rectificador Bateria	Distribution Boards	23.80.30.11.17				2	
Siemens_transformer_FITformer						1	
Transformer_Quintanilla	Transformers	23.80.10.14				1	367400,00

Ilustración 54 - Tabla de Planificación de Equipos Eléctricos (Elaboración Propia)

Otra funcionalidad interesante es que cualquier elemento seleccionado en una tabla de planificación, puede ser resaltado en las vistas 3D y 2D del modelo.

Otro elemento que se puede almacenar en forma de tabla de planificación es el índice de planos.

Se pueden realizar tantas tablas de planificación como sea necesario. En este proyecto, de una subestación eléctrica, se ha considerado necesario realizar las siguientes tablas de planificación:

- ✓ Tabla de planificación de equipos eléctricos. Permite comprobar los equipos instalados, así como sus características principales.
- ✓ Tabla de planificación multicategoría: Permite realizar las mediciones de todos los elementos presentes en el modelo, desde las puertas a los equipos eléctricos.
- ✓ Tabla de planificación de conductores: Permite visualizar los metros de conductor utilizados de cada tipo.
- ✓ Tabla de planificaciones de habitaciones: Permite visualizar las salas del edificio de control, así como el área y volumen de cada una de ellas.
- ✓ Lista de planos: Índice de planos del proyecto

8.8. PLANOS

La elaboración de planos es otra de las grandes ventajas de un modelo BIM sobre el método tradicional.

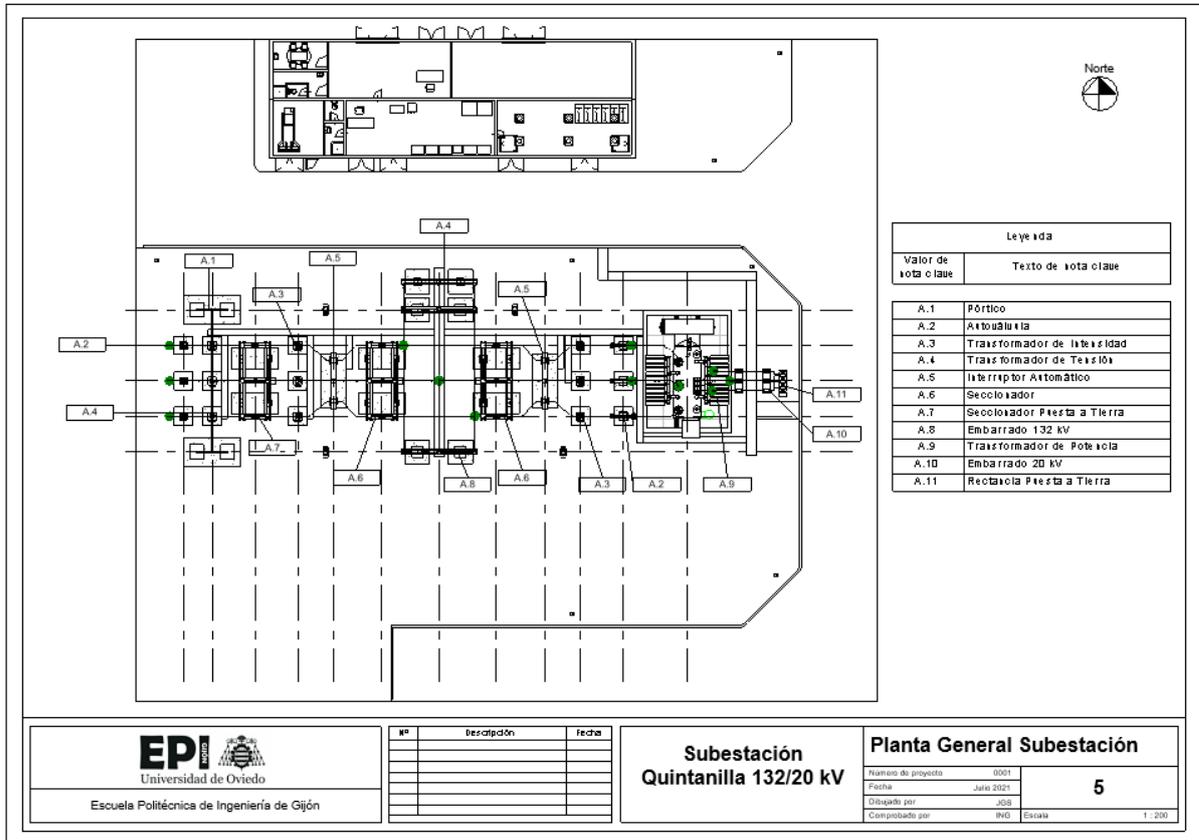


Ilustración 55 - Planta General de la subestación (Elaboración Propia)

En una subestación, como en otros tantos tipos de proyectos, se necesitan muchos planos de planta y secciones, que tienen que tener correspondencia. Cualquier modificación, por pequeña que sea, puede afectar a un alto número de planos, lo que supone dedicar un tiempo importante en repetir tareas ya realizadas, que se podría dedicar a otras tareas de mayor valor. Además de acabar con los errores de correspondencia entre planos, otra ventaja importante es que los elementos de los planos siguen siendo objetos inteligentes, en los cuales se puede consultar toda la información de la familia.

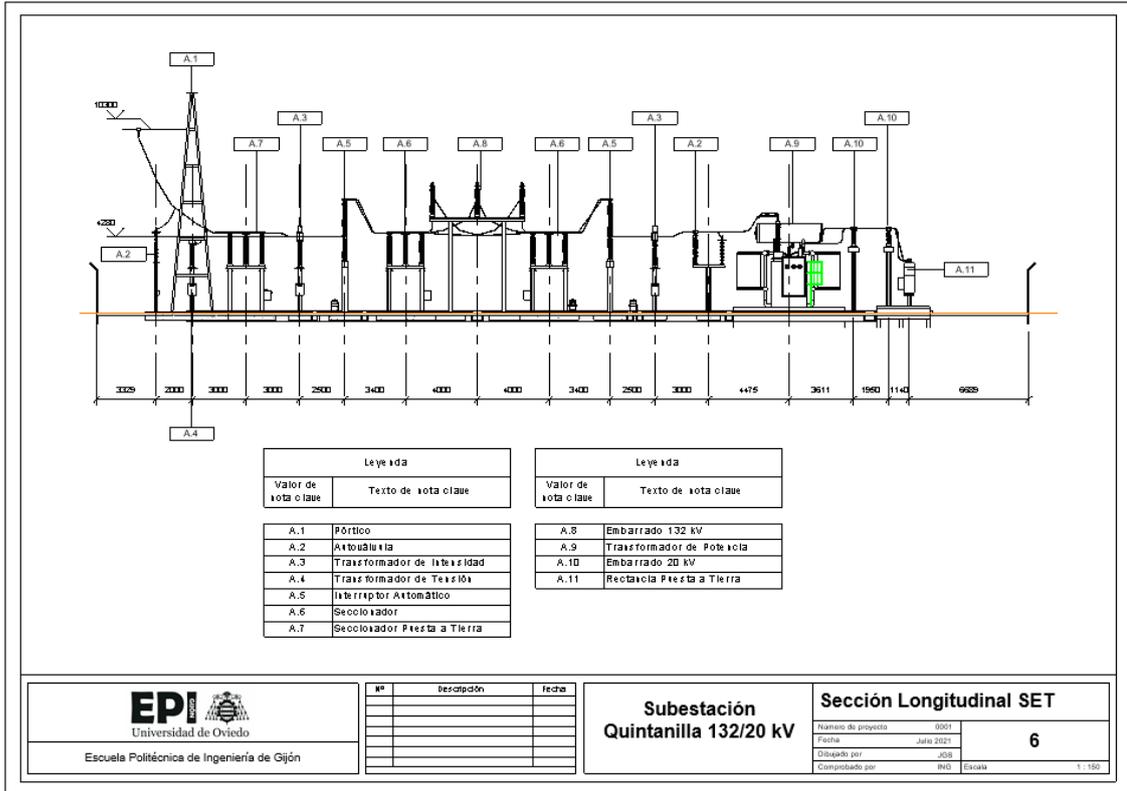


Ilustración 56 - Sección longitudinal del parque de intemperie de la subestación (Elaboración Propia)

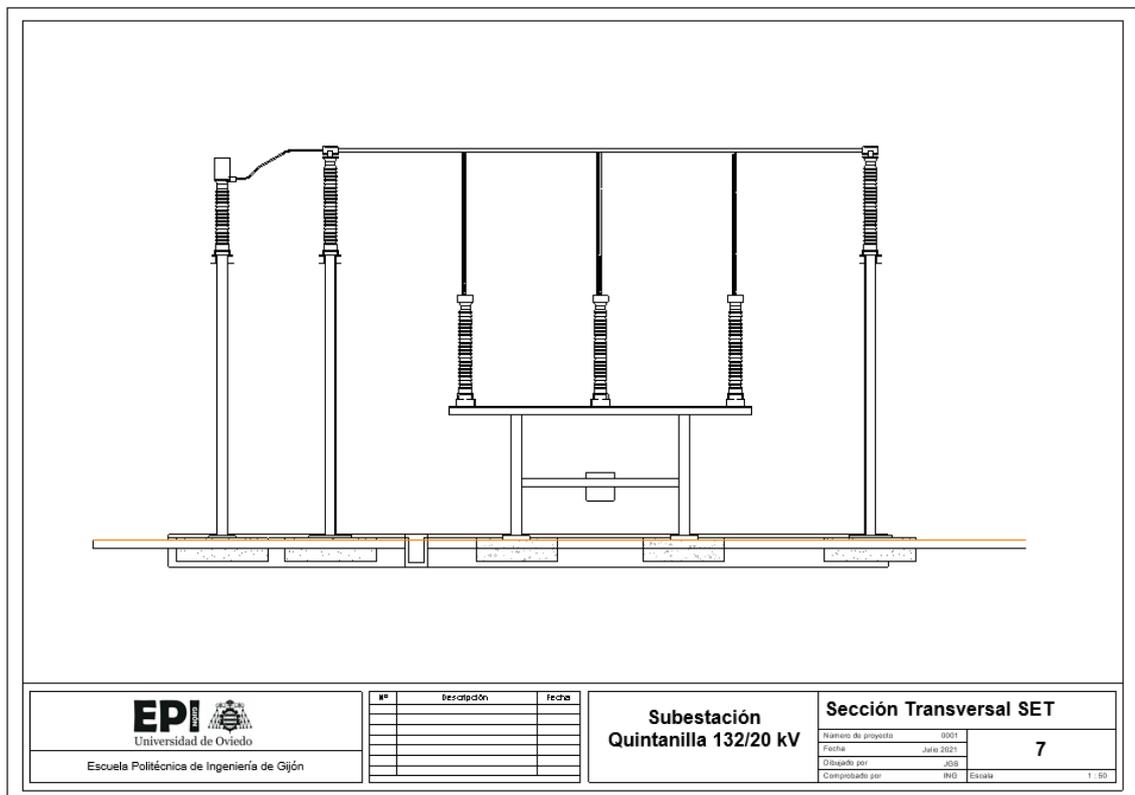


Ilustración 57 - Sección transversal del parque de intemperie de la subestación (Elaboración Propia)

8.9. RENDERS

Otra posibilidad que ofrece la metodología BIM, es la elaboración de Renders a partir de las vistas 3D. Estas imágenes permiten visualizar como quedarían los espacios de forma realista, mostrar al cliente los resultados esperados de forma visual y ser una herramienta más para valorar diferentes diseños durante el modelado.

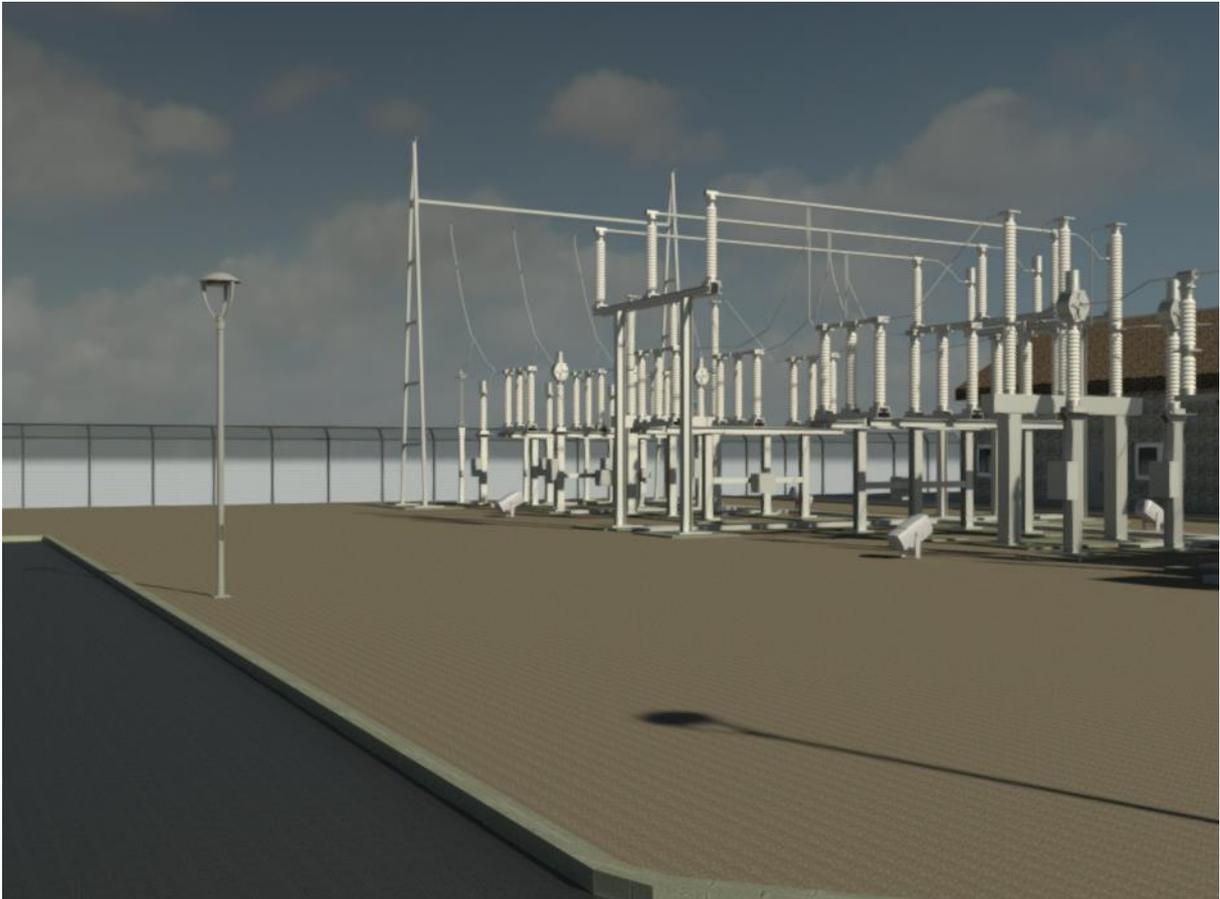


Ilustración 58 - Renderización realizada con Revit del parque de Intemperie de la subestación (Elaboración Propia)

8.10. ENTORNOS DE VISUALIZACIÓN DEL MODELO

Una vez finalizado el modelo, existen varias plataformas que nos permiten acceder a él y visualizar los resultados.

8.10.1. AUTODESK VIEWER

Visor web de Autodesk en el que se pueden visualizar archivos de Revit, Autocad y otros programas de la compañía.

Este visor, gratuito, permite al usuario subir su modelo a la nube, para visualizarlo después desde cualquier dispositivo, no solo ordenador, ya que en los móviles también funciona perfectamente.

En el caso de archivo de Revit, como es el modelo de la subestación, en el visor se cargarán tanto la vista 3D como los planos. Para una correcta visualización, es importante cargar además del archivo RVT del modelo, los RFA de las familias.



Ilustración 59 - Vista 3D del modelo en el Autodesk Viewer (Elaboración Propia)

El visor permite interactuar con el modelo, posibilitando la selección de las familias para la consulta de sus parámetros y metadatos, realizar mediciones, comentarios, marcas de revisión, etc.

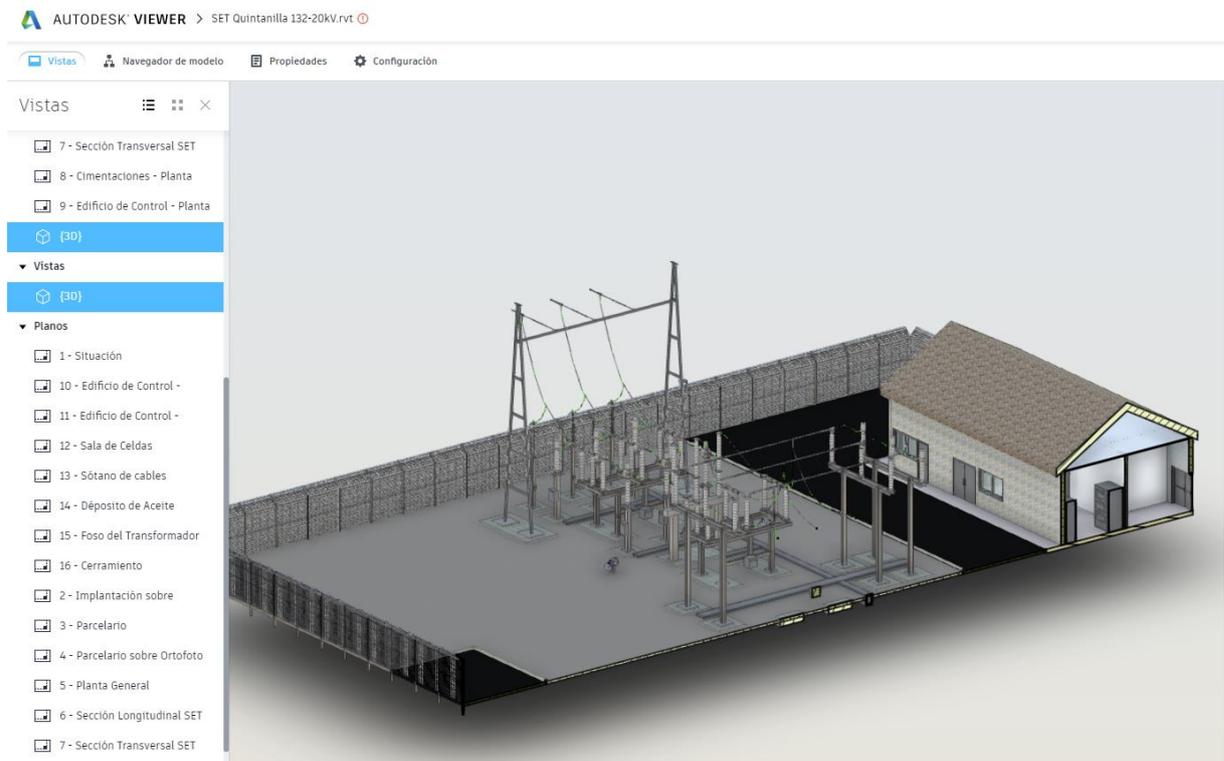


Ilustración 60 - Vista seccionada del modelo en el Autodesk Viewer (Elaboración Propia)

Una de las grandes ventajas de esta herramienta es que permite compartir el modelo de forma rápida y sencilla con cualquier persona, tenga o no Revit. También podría ser muy útil durante la obra, o visitas de mantenimiento para tener toda la información en accesible rápidamente en formato digital.

Una de las limitaciones del visor es que no permite visualizar directamente las tablas de planificación. Una solución a esta circunstancia sería colocar las tablas de planificación que se quieran mostrar en vistas de plano.

8.10.2. ENSCAPE

Enscape es un renderizador en tiempo real, que permite explorar, con un aspecto fotorrealista, el modelo mientras se está modelando en Revit. Es muy útil tanto para mostrar los resultados al cliente una vez finalizado el proyecto, como para detectar fallos o facilitar la comprensión de los espacios durante la elaboración del modelo. En cuanto a su modo de empleo, Enscape funciona como un plugin dentro de Revit. [36]

Además de la renderización en tiempo real, Enscape también ofrece herramientas para realizar videos, recorridos virtuales, renders y utilización de tecnología de Realidad Virtual para visualizar el modelo.



Ilustración 61 - Imagen renderizada de la Subestación en Enscape (Elaboración Propia)

Una de las grandes ventajas que ofrece esta herramienta es su funcionamiento en tiempo real, lo que permite ver al instante como avanza el modelo y corregir así problemas que con los planos son difíciles de detectar.

La gran diferencia entre Enscape y el visor de Autodesk, radica en que, para utilizar el visor de Autodesk, hay que detener el modelo y subir el archivo a la nube de Autodesk, mientras que Enscape y Revit operan simultáneamente. Por otra parte, Enscape, al igual que el Autodesk Viewer, permite

crear un archivo ejecutable del modelo arquitectónico, de modo que sea reproducible en cualquier ordenador, sin necesidad de tener instalado Revit o el propio Enscape.

Este ejecutable, tiene la desventaja de que es menos completo que el del Autodesk Viewer pues no permite ni consultar la información de las familias, ni visualizar los planos.



Ilustración 62 - Imagen renderizada de la Subestación en Enscape (Elaboración Propia)

Se podría concluir que durante el modelado y para la realización de videos es más interesante el uso de Enscape y para la parte de ingeniería, de consulta y compartición de datos e información es más apropiado el uso del Autodesk Viewer.

8.10.3. NAVISWORKS

Navisworks Manage, es un software multipropósito de gestión y control de la construcción de Autodesk. Incorpora herramientas para detectar interferencias en el modelo, simulación y animación 4D para realizar una planificación temporal, herramientas de cuantificación para implementar BIM 5D y gestión de costes, y de visualización 3D para realizar renderizaciones.

La popularidad de Navisworks recae sobre todo en su perfecta interacción con Revit, aunque también puede importar modelos BIM realizados con otros programas y en variados formatos de archivo. Es uno de los programas referencia a la hora de gestionar un proyecto.

Además, también permite importar nubes de puntos realizadas con escáneres laser o con fotogrametría.

Las aplicaciones más relevantes de Navisworks son sin duda la detección de colisiones y la gestión del proyecto, tanto temporal como de costes.

La detección de colisiones permite a los gestores del proyecto revisar las interferencias que haya en el modelo, anticipándose así a los problemas que pudieran surgir en obra. El detector de colisiones de Navisworks., localiza automáticamente los puntos del modelo en que dos o más elementos ocupan un mismo espacio. Todas las colisiones se recogen en forma de informe y se muestran al usuario tanto visualmente como en forma de informe. Esta herramienta es especialmente para proyectos de carácter colaborativo, en que varios equipos trabajen sobre un mismo modelo.

Otro aspecto importante de Navisworks es que permite realizar un control de la planificación temporal. Con su herramienta Time Liner se puede simular la construcción del proyecto, en este caso la subestación, asignándole a cada tarea su duración planeada. Durante la obra, junto a la duración planeada se puede introducir la duración real para realizar un seguimiento del proyecto.

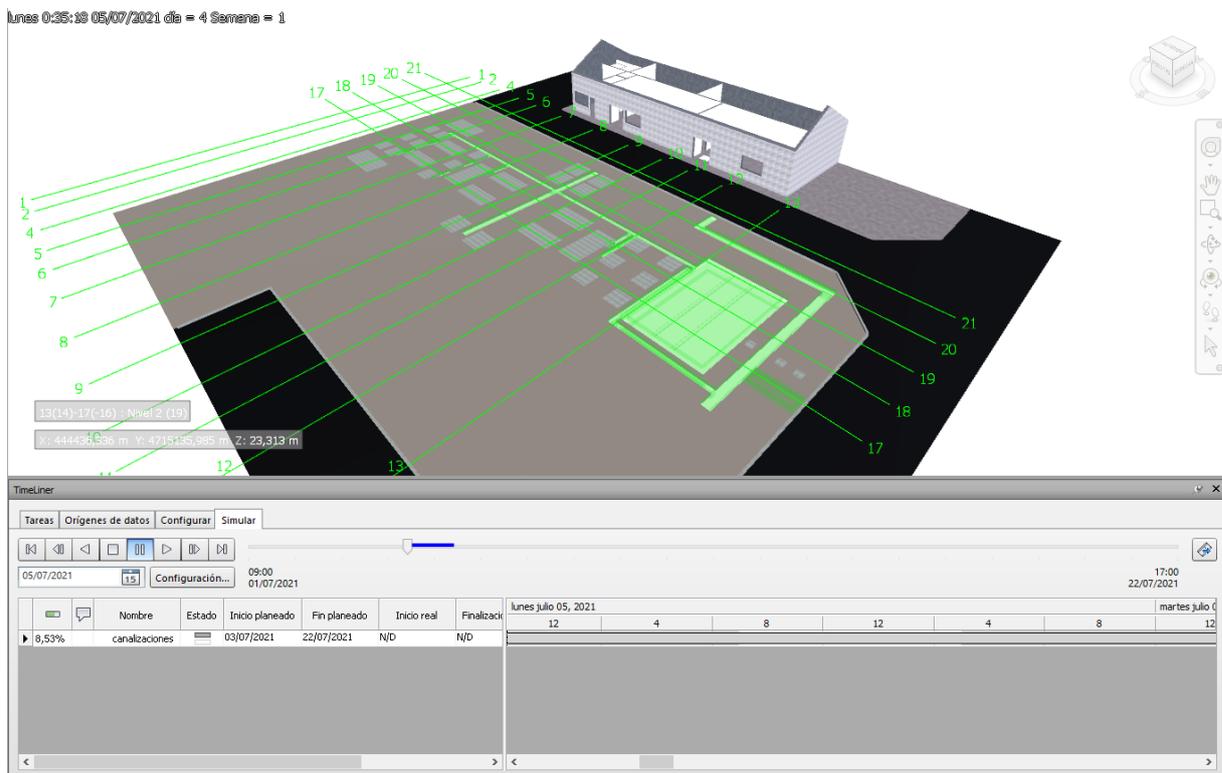


Ilustración 63 - Simulación de la construcción de la subestación realizada con Navisworks (Elaboración propia)

Las tareas de la planificación se pueden importar de un archivo de Excel, TXT o de programas específicos de planificación temporal como el MS Project o Primavera. El proceso inverso, de exportar la planificación desde Navisworks a estos programas también es posible.

9. PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Como en cualquier proyecto, la planificación temporal ha sido un aspecto muy a tener en cuenta. Para el diseño de la planificación se ha utilizado la herramienta Ms Project al disponerse de una licencia gratuita de estudiante.

Es importante destacar que la mayor parte del tiempo dedicado al proyecto se ha empleado en la elaboración de las familias. Como se puede ver en el Diagrama de Gantt en el que se representa la planificación temporal, se ha dedicado 5 veces más tiempo a esta tarea, que ha crear el modelo la subestación. Este hecho ilustra como al realizar un proyecto BIM por primera vez se dedica un tiempo importante en preparar todos los elementos necesarios como las familias, pero una vez hecho esto, el ahorro de tiempo es muy significativo.

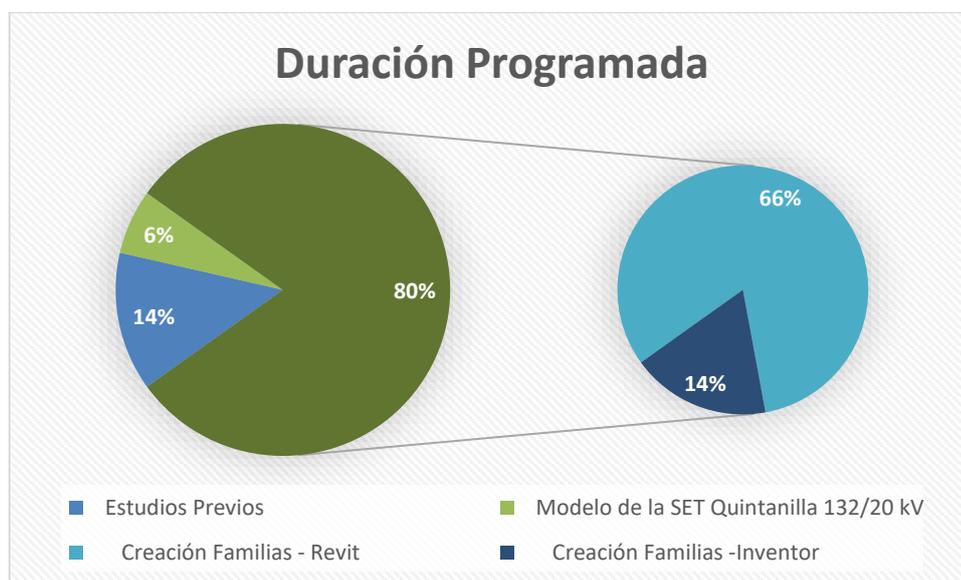


Ilustración 64 - Gráfico circular tareas nivel 1

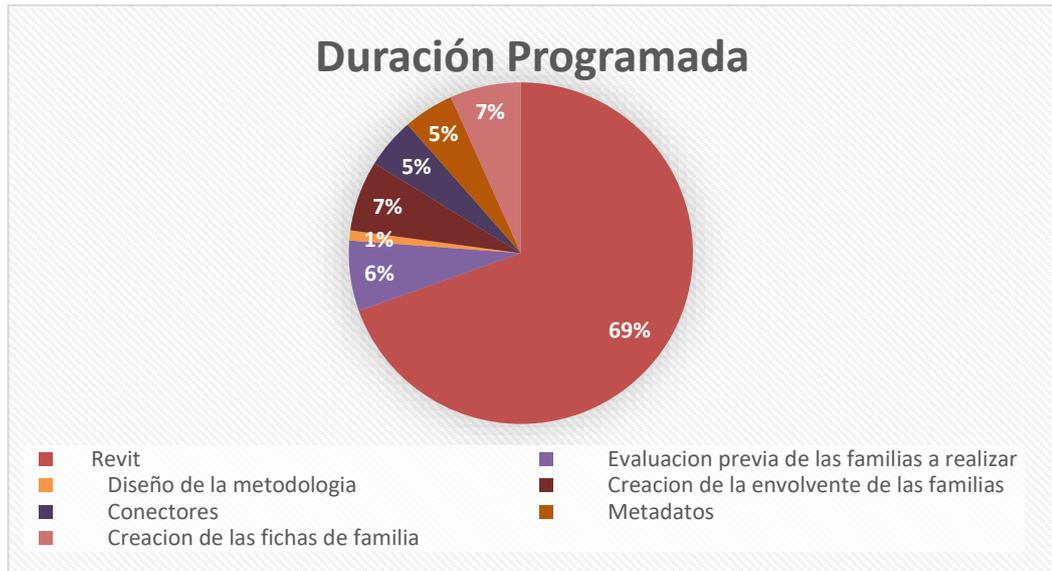


Ilustración 65 - Gráfico circular Subtareas de Creación de Familias en Revit



10. PRESUPUESTO

En este apartado se detalla el presupuesto que sería necesario para la realización del modelo BIM de la subestación y todas las familias elaboradas en el proceso.

Es importante puntualizar que este presupuesto especifica el coste de la realización del modelo BIM, no es un presupuesto de ejecución de la subestación.

Dado que los gastos son de diversa naturaleza, se han clasificado en material informático, material

10.1. COSTE DEL MATERIAL INFORMÁTICO

En este apartado se recogen los costes de todo el equipo informático utilizado en el proyecto y su sistema operativo, el software BIM empleado y las demás herramientas utilizadas.

Se hace una estimación de duración del proyecto de 6 meses y que los equipos informáticos tienen un periodo de amortización de 5 años.

Aunque durante el proyecto se pudo tener acceso a licencias de estudiante para el uso de los programas, si este proyecto tuviera carácter profesional habría que adquirir las distintas licencias. La mayor parte de los programas utilizados son de Autodesk y sus precios pueden consultarse en su página web. Existen diferentes planes de suscripción (mensuales, anuales y por tres años).

Suponemos que no se van a realizar otros trabajos simultáneamente y que las licencias son mensuales.

Concepto	Coste (€)	Tu(meses)	Ta(meses)	Coste total(€)
Equipo Informático	1,200.00 €	6	60	120.00 €
Sistema operativo Windows 10 Home	145.00 €	6	60	14.50 €
Autodesk Revit 2021	418.00 €	6		2,508.00 €
Inventor 2021	363.00 €	6		2,178.00 €
AutoCAD 2021	291.00 €	6		1,746.00 €
Enscape	69.90 €	6		419.40 €
Navisworks	164.00 €	6		984.00 €
TOTAL				7,969.90 €

10.2. COSTE DE PERSONAL

En este apartado se expone el coste de toda la mano de obra necesaria para la realización del proyecto.

Concepto	Duración (h)	Coste Horario (€/h)	Coste (€)
Estudios previos	35	25	1.575,00 €
Creación de las Familias	325	40	9.000,00 €
Modelización de la subestación	65	45	1.750,00 €
Generación de documentación y planos	35	25	750,00 €
Generación memoria	195	30	5.100,00 €
TOTAL			18.675,00 €

10.3. COSTE TOTAL DEL PROYECTO.

Calculados los gastos de cada uno de los apartados, es posible obtener el coste total del proyecto.

Hay que precisar que el coste total de un proyecto no es la suma de los costes de cada una de sus partes. Lo que representa esta suma, es el Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Concepto	Coste (€)
Material Informático	7.969,90 €
Personal	18.675,00 €
TOTAL	26.644,90 €

Para obtener el coste total del proyecto se debe añadir:

- Gastos generales: Se generan por el mero hecho de tener una actividad en funcionamiento (costes de gas, electricidad, limpieza, alquiler...). Suelen oscilar entre el 13% y el 17%, por lo que se considerará 15 %.

- Beneficio industrial: Corresponde con el importe que se supone que gana el adjudicatario.

Será del 7%.

- IVA. Impuesto sobre el valor añadido, del 21%.

Concepto	Coste (€)
PEM	26.644,90 €
Gastos Generales (15%)	3.996,74 €
Beneficio Industrial (7%)	1.865,14 €
IVA (21%)	5.595,43 €
TOTAL	38.102,21 €

El proyecto tiene un coste final de TREINTA Y OCHO MIL CIENTO DOS EUROS CON VEINTIÚN CÉNTIMOS DE EURO

11. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo, se analizará el cumplimiento de los objetivos, las futuras líneas de trabajo para continuar con el proyecto y las conclusiones obtenidas acerca de la versatilidad de la metodología BIM.

La motivación para la realización de este proyecto surge del interés por aplicar la metodología BIM, ya explorada en la elaboración del Trabajo Fin de Grado, desde un punto de vista completamente diferente.

En primer lugar, en el Trabajo Fin de Grado se abordó el uso de la metodología BIM para la modelización de un edificio existente. En este trabajo, el modelo pasa a un papel secundario, siendo la elaboración de familias paramétricas el objetivo principal del proyecto.

Además, una vez realizadas las familias, estas han sido utilizadas en un caso práctico, mostrando cómo la metodología BIM es capaz de mostrar sus virtudes en todo tipo de proyectos, no solo en los de edificación.

En consecuencia, los objetivos principales del proyecto son los siguientes:

- ✓ Creación de familias MEP para Revit, utilizando Inventor y el propio Revit.
- ✓ Valorar la implantación del BIM en subestaciones eléctricas

Se eligió este proyecto y no otro por varios motivos:

- ✓ Interés en profundizar en la metodología BIM.
- ✓ Aplicar lo aprendido sobre la metodología BIM en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón en un caso real en el que se ha trabajado durante las prácticas.

El primer objetivo, la realización de familias BIM 3D, se ha llevado a cabo de forma satisfactoria y durante su realización se han podido sacar conclusiones interesantes.

La primera de ellas es que ser conocedor del funcionamiento de las familias otorga al usuario una capacidad mucho mayor para aplicar la metodología BIM en cualquier tipo de proyecto, incluso en aquellos para los que en principio no fue diseñada, fuera del ámbito de la edificación, como es el caso de una subestación eléctrica. Las familias son el elemento central de un modelo BIM, a través de ellas se genera toda la información del modelo. Ser capaz de modificarlas o crearlas permite al usuario ampliar su capacidad de encontrar soluciones y dotar de mucho mayor realismo al modelo.

Como se ha podido ver a lo largo del proyecto, para crear el modelo de la subestación ha sido necesario crear desde cero la mayor parte de las familias. Esto supone que la primera vez que se realice el proyecto se dedicará un esfuerzo importante a la creación de las familias. Tener clara la metodología y lograr familias paramétricas que puedan ser adaptadas a cualquier proyecto de este tipo es fundamental. Si se logra este objetivo, los próximos proyectos reducen considerablemente los tiempos del proyecto.

En este mismo proyecto se ha podido constatar cómo una vez creadas las familias la elaboración del modelo, planos y tablas de planificación se realiza rápidamente.

Paralelamente, el otro objetivo principal del proyecto ha sido aplicar en un proyecto real, en el que se haya colaborado en su elaboración por el método tradicional, la metodología BIM, valorando así hasta qué punto se pueden aprovechar las posibilidades del BIM y en qué campos aun no es suficiente.

Una de las mayores ventajas que se ha constatado desde el punto de vista del diseño es su increíble adaptación a los cambios respecto al método tradicional. En la experiencia obtenida durante las prácticas se ha observado cómo cualquier pequeño cambio de diseño en este tipo de proyectos puede suponer rehacer el proyecto prácticamente desde el principio, presentando especial problema los planos y las mediciones del presupuesto. La metodología BIM acaba prácticamente con este problema, ya que como el modelo 3D, tablas de planificación y planos constituyen un todo, cualquier cambio en uno de ellos repercute en los demás y se actualiza automáticamente.

Si se estudian sus beneficios desde el ámbito del mantenimiento y la obra, también se encuentran importantes ventajas. En primer lugar, el que los objetos del modelo sean inteligentes permite consultar sus propiedades sin necesidad de acudir a la memoria del proyecto. Además, herramientas como el Autodesk Viewer permiten acceder al modelo en cualquier lugar y momento, facilitando al personal de obra una información de alta calidad. Esto es de gran utilidad tanto en obra nueva como en reformas. Para ello es de vital importancia que el modelo BIM se actualice cada vez que se produzca una modificación.

En la misma línea, disponer de todos los planos y tablas en el mismo archivo reduce las posibilidades de perder información o de no tener toda la información al mismo nivel de actualización. Por poner un ejemplo, con el método tradicional podría haber problemas si se actualizan unos planos de planta y no las secciones o viceversa, lo cual no podría suceder en un modelo BIM.

También fue importante comprobar que algunos aspectos que se tienen totalmente dominados en el método tradicional como es la georreferenciación del modelo, no suponen un problema en Revit. Se ha constatado que no hay ningún inconveniente en estas tareas, pudiendo realizarse los planos que se realizan habitualmente: situación, implantación sobre ortofoto y parcelario.

En la elaboración de las familias y el modelo, también se han detectado algunos aspectos en los que la implementación aún no es perfecta y en los que habría que continuar mejorando e investigando:

- ✓ Esquemas unifilares de la subestación.
- ✓ Modelado de cables eléctricos en Revit que actualmente no lo permite.
- ✓ Sistema de control y protección de la subestación.
- ✓ Red de tierras de la subestación.

Como se puede observar la mayor parte de las tareas de trabajo futuro se centran en la ingeniería de detalle del ámbito eléctrico. Al ser el BIM una metodología concebida originalmente para la edificación en la obra civil encuentra muchos menos problemas.

Durante la elaboración del proyecto, además del interés mostrado por la propia empresa, INGECA S.L. en la metodología BIM y su utilidad en los proyectos de subestaciones eléctricas, se ha podido contactar con la empresa INOVE INGENIERÍA que se dedica precisamente, entre otras cosas, al modelado de subestaciones en Revit. Esta empresa nos ha permitido ver algunos de sus modelos en el visor de Autodesk, ver su aplicación en un proyecto profesional y consultarles cuáles eran para ellos los puntos más importantes en la aplicación de esta metodología. Uno de los aspectos en los que más incidieron fue en la generación de tablas de planificación para documentar toda la información del modelo. El testimonio de esta empresa ha permitido comprobar de primera mano cómo el BIM es una realidad que poco a poco va ganando terreno en todos los sectores, también en el sector eléctrico.

12. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Fundación Endesa, «Fundación Endesa,» [En línea]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-subestaciones-electricas>. [Último acceso: 14 Febrero 2021].
- [2] Viesgo, «Viesgo,» [En línea]. Available: <https://www.viesgo.com/es/que-es-una-subestacion-electrica/>. [Último acceso: 14 Febrero 2021].
- [3] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda urbana, «CBIM,» [En línea]. Available: <https://cbim.mitma.es/>.
- [4] S. Vazquez, TFG. Adecuación de espacios en el edificio. “Espacio Tecnológico Campus” mediante el uso de Tecnología BIM., 2018.
- [5] Autodesk Revit Knowledge, "Understanding the Difference Between BIM and CAD," 25 Febrero 2016. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/video/youtube/lesson/143344-courseId-100332.html>. [Accessed 15 Febrero 2021].
- [6] Equipo BIMnD, «BIMnD,» [En línea]. Available: <https://www.bimnd.es/bim-versus-cad-workflow-aplicaciones-beneficios/>. [Último acceso: Mayo 2021].
- [7] D. Holzer, The BIM Manager's Handbook. Guidance for Professionals in Architecture, Engineering and Construction, Wiley, 2016.
- [8] R. R. Castilla, «<https://www.timetoast.com/>,» [En línea]. Available: <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-del-cad>.
- [9] Seys, «<https://seystic.com/>,» [En línea]. Available: <https://seystic.com/bim-la-historia-del-building-information-modelling/>. [Último acceso: Marzo 2021].
- [10] Building Research Establishment, «<https://www.bregroup.com/>,» [En línea]. Available: <https://www.bre.ac/bim-level-2-courses/>. [Último acceso: Abril 2021].
- [11] R. Sacks, C. Eastman, G. Lee and P. Teicholz, BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, Wiley, 2018.
- [12] Progressa Lean, «Progressa Lean. Expertos en modelos de gestion lean y mejora cotinua,» [En línea]. Available: <https://www.progressalean.com/lean-construction-mejora-continua-sector-construccion/>. [Último acceso: 24 Febrero 2021].

- [13] Univeristy of Cambridge, "Centre for Digital Built Britain," [Online]. Available: <https://www.cdbb.cam.ac.uk/AboutDBB>. [Accessed Abril 2021].
- [14] M. Herrera, «Msi Studio. CONSULTORÍA Y CENTRO DE FORMACIÓN BIM,» [En línea]. Available: <https://www.msistudio.com/modelos-bim-y-calculo-de-estructuras-con-robot/>. [Último acceso: 1 Marzo 2021].
- [15] Editeca, «Editeca,» [En línea]. Available: <https://editeca.com/dimensiones-bim-alcance-del-programa/>. [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [16] BIM community, [En línea]. Available: <https://www.bimcommunity.com/technical/load/620/bim-4d-what-is-and-how-can-you-apply-it-to-your-projects>.
- [17] Autodesk, «<https://www.autodesk.com/>,» [En línea].
- [18] P. F. Aubin, «Revit Families: A Step-by-Step Introduction,» Autodesk University, [En línea]. Available: https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/forge-content/au_class-urn%3Aadsk.content%3Acontent%3Ab9c58afc-29ca-4f84-ae57-efc0f34711a1#handout. [Último acceso: 17 Febrero 2021].
- [19] MURALIT, «Jerarquía de elementos en Revit y cómo incluir elementos constructivos innovadores en el mercado,» 13 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://muralit.es/jerarquia-elementos-revit/>. [Último acceso: 27 Mayo 2021].
- [20] R. Molinos, «Jerarquía de Datos,» Modelical, 19 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.modelical.com/es/gdocs/jerarquia-de-datos-de-revit/>. [Último acceso: 17 Febrero 2021].
- [21] Autodesk, «Knowledge Autodesk,» [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ESP/Revit-Model/files/GUID-403FFEAE-BFF6-464D-BAC2-85BF3DAB3BA2-hm.html?st=familia>. [Último acceso: 17 Febrero 2021].
- [22] Autodesk, «Acerca de las propiedades del elemento,» [En línea]. Available: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2021/ESP/?guid=GUID-1B5B5C2E-072F-4349-9C70-D88204F9145D>. [Último acceso: 10 Abril 2021].
- [23] Autodesk, «Conectores,» [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ESP/Revit-Model/files/GUID-92B74F31-03EB-4D14-93A1-BD4E4294A629-hm.html?st=conectores>. [Último acceso: 10 Mayo 2021].

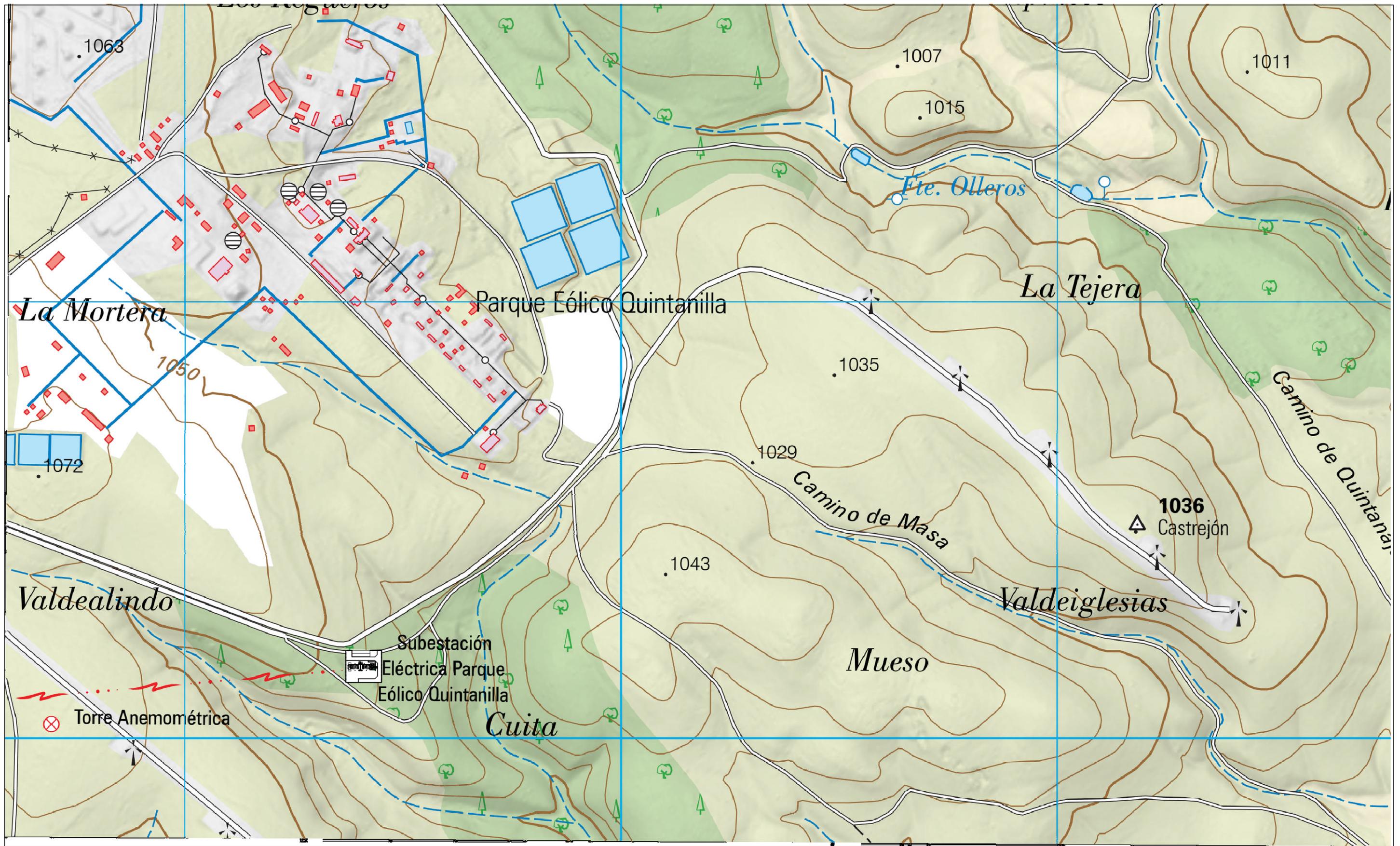
- [24] CSI, «ABOUT OMNICLASS™,» 2017. [En línea]. Available:
<https://www.csiresources.org/standards/omniclass/standards-omniclass-about>. [Último acceso: 10 Mayo 2021].
- [25] Especialista 3D, «PARAMETROS DE REVIT,» [En línea]. Available:
<https://especialista3d.com/parametros-de-revit/> n . [Último acceso: 22 Mayo 2021].
- [26] Autodesk, «About Preparing an Inventor Assembly as BIM Content,» Autodesk knowledge, Noviembre 2020. [En línea]. Available:
<https://knowledge.autodesk.com/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ENU/Inventor-Help/files/GUID-B544C96A-0EA6-4C5F-A667-A1298F0F534B-htm.html>. [Último acceso: Marzo 2021].
- [27] S. Perdomo, «Deusto Formación,» 8 Julio 2020. [En línea]. Available:
<https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-arquitectonico/que-es-para-que-sirve-autodesk-inventor-disenio-producto>. [Último acceso: 13 Marzo 2021].
- [28] C. Waguespack, Mastering Autodesk® Inventor® 2015 and Autodesk® Inventor LT™ 2015, SYBEX A Wiley Brand, 2014.
- [29] Oudalstoel, *iParts and Spreadsheet Driven Modeling*, 2017.
- [30] Autodesk Help, «Acerca de las iParts,» 12 Mayo 2021. [En línea]. Available:
<https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/ESP/Inventor-Help/files/GUID-9D7FF4CB-6045-4E2A-AC88-40A2F4DDF392-htm.html>. [Último acceso: 29 Mayo 2021].
- [31] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, «Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23,» 9 Junio 2014. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-6084>. [Último acceso: 25 Mayo 2021].
- [32] M. Ghezzi, «BIM&CO,» 31 Julio 2018. [En línea]. Available:
<https://www.bimandco.com/es/objetos-bim/14916-nuova-defim-orsogril-stadion/details>. [Último acceso: 17 Abril 2021].
- [33] J. L. Melo, «Celdas Media Tensión Conceptos Generales,» SIGELEC, [En línea]. Available:
<https://sigelec.com.pe/zona-formativa/articulos-tecnicos/celdas-media-tension-conceptos-generales>. [Último acceso: 25 Mayo 2021].
- [34] Schneider Electric, «CBGS-0 - Gas-Insulated switchgear up to 38 kV,» 05 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.bimobject.com/es/schneider/product/cbgs-0>. [Último acceso: 27 Marzo 2021].

- [35] The BILCO Company, «Floor Access Doors - Angle Frame,» 09 Abril 2015. [En línea]. Available: <https://www.bimobject.com/en/bilco/product/nst3329>. [Último acceso: 28 Mayo 2021].
- [36] Enscape, «enscape3d,» [En línea]. Available: <https://enscape3d.com/es/>. [Último acceso: 21 Junio 2021].
- [37] es.BIM, «Generación de Modelos. Guía de Modelado de Arquitectura,» 2018. [En línea]. Available: https://www.esbim.es/wp-content/uploads/2018/11/Guia_Modelado_de_Arquitectura.pdf.
- [38] <https://www.bimbarcelona.com/>, «<https://www.bimbarcelona.com/>,» [En línea]. Available: <https://www.bimbarcelona.com/bim-es-el-presente-no-el-futuro/>.
- [39] Graphisoft, «Graphisoft,» [En línea]. Available: https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/. [Último acceso: 15 Marzo 2021].

ANEXO I. – PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

Número	Nombre
01	Situación
02	Implantación sobre ortofoto
03	Parcelario
04	Parcelario sobre Ortofoto
05	Planta General Subestación
06	Sección Longitudinal SET
07	Sección Transversal SET
08	Cimentaciones - Planta
09	Edificio de Control - Planta
10	Edificio de Control - Alzados
11	Edificio de Control - Armarios
12	Sala de Celdas
13	Sótano de cables
14	Déposito de Aceite
15	Foso del Transformador
16	Cerramiento



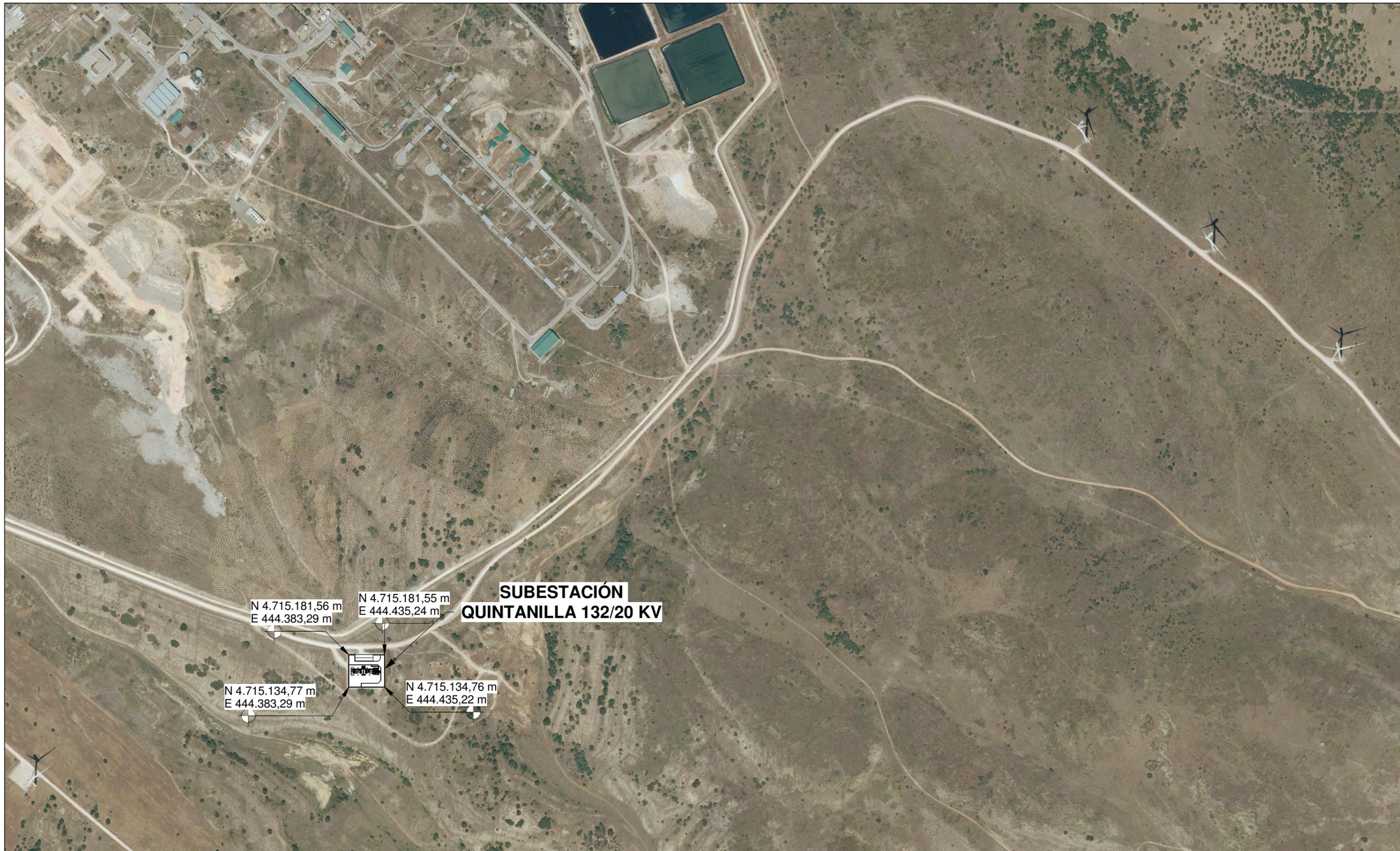
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Nº	Descripción	Fecha

Subestación Quintanilla 132/20 kV

Situación

Número de proyecto	0001	01
Fecha	Julio 2021	
Dibujado por	JGS	Escala
Comprobado por	ING	



**SUBESTACIÓN
QUINTANILLA 132/20 KV**

N 4.715.181,56 m
E 444.383,29 m

N 4.715.181,55 m
E 444.435,24 m

N 4.715.134,77 m
E 444.383,29 m

N 4.715.134,76 m
E 444.435,22 m

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

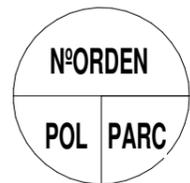
Nº	Descripción	Fecha

**Subestación
Quintanilla 132/20 kV**

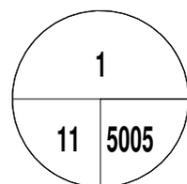
Implantación sobre ortofoto		
Número de proyecto	0001	02
Fecha	Julio 2021	
Dibujado por	JGS	
Comprobado por	ING	
Escala		1 : 5000



LEYENDA



POL POLÍGONO
PARC PARCELA



Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Nº	Descripción	Fecha

Subestación Quintanilla 132/20 kV

Parcelario

Número de proyecto	0001	03	
Fecha	Julio 2021		
Dibujado por	JGS		
Comprobado por	ING	Escala	1 : 5000



LEYENDA



POL POLÍGONO
 PARC PARCELA

1
 11 | 5005



Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Nº	Descripción	Fecha

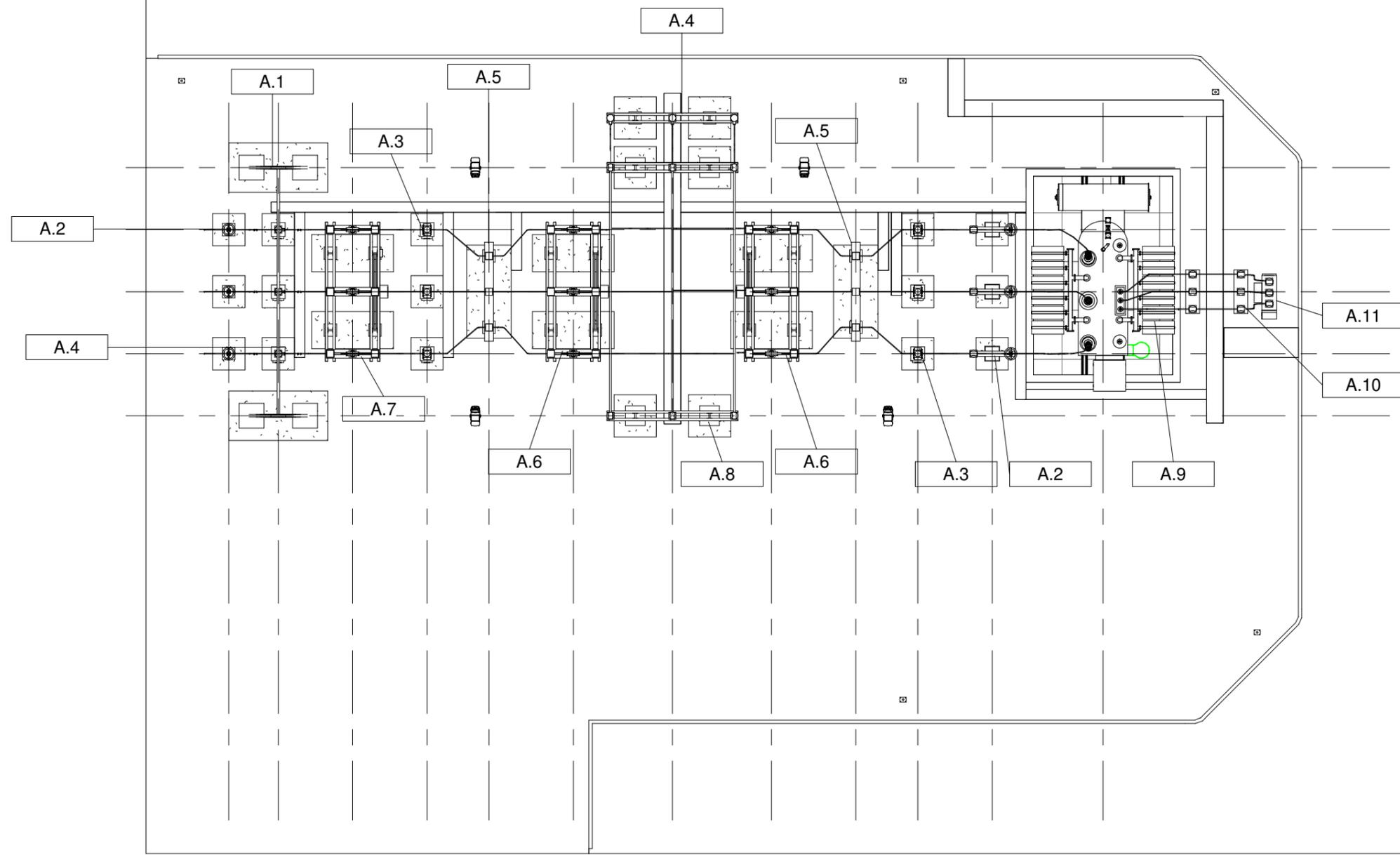
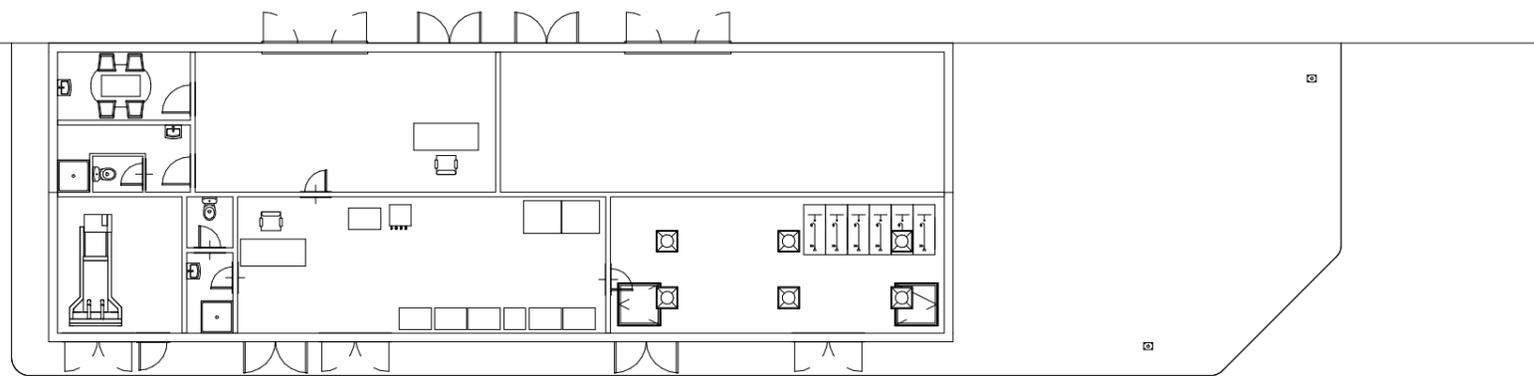
**Subestación
 Quintanilla 132/20 kV**

Parcelario sobre Ortofoto

Número de proyecto	0001
Fecha	Julio 2021
Dibujado por	JGS
Comprobado por	ING

04	

Escala 1 : 5000



Leyenda	
Valor de nota clave	Texto de nota clave

A.1	Pórtico
A.2	Autoválvula
A.3	Transformador de Intensidad
A.4	Transformador de Tensión
A.5	Interruptor Automático
A.6	Seccionador
A.7	Seccionador Puesta a Tierra
A.8	Embarrado 132 kV
A.9	Transformador de Potencia
A.10	Embarrado 20 kV
A.11	Rectancia Puesta a Tierra



Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

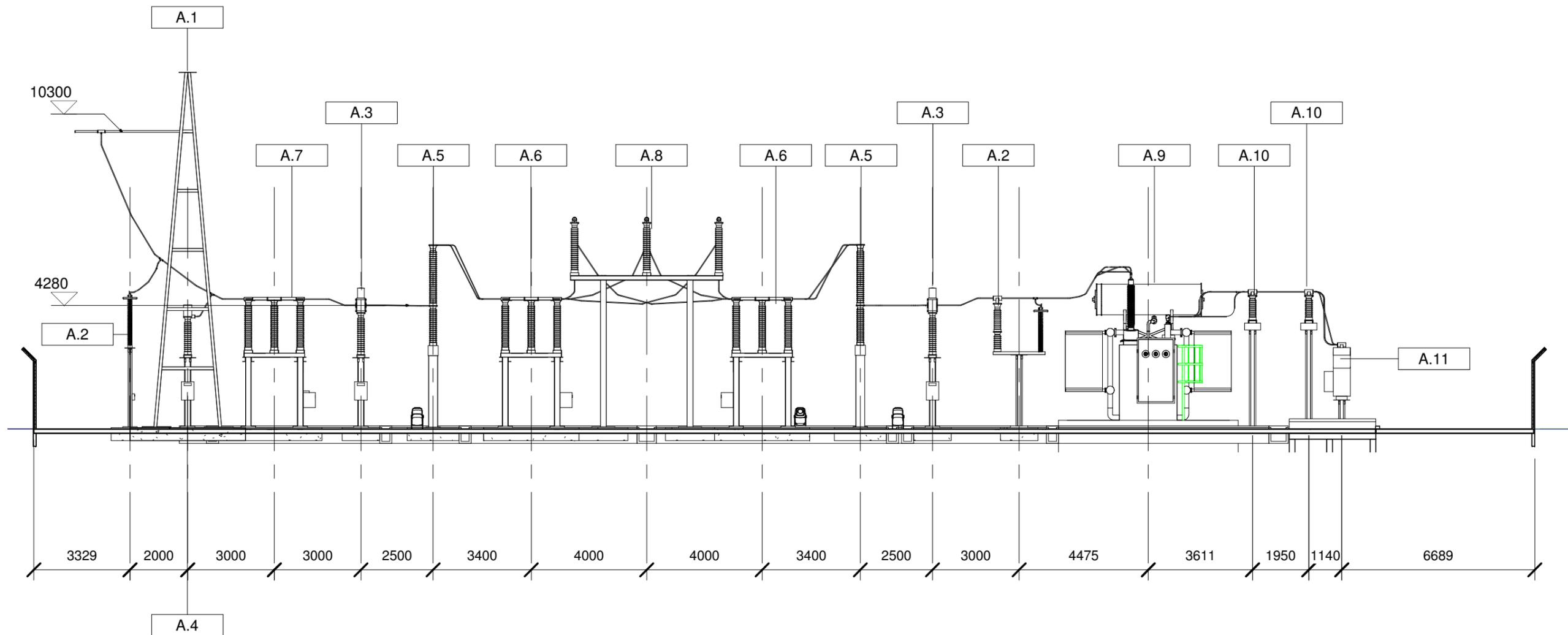
Nº	Descripción	Fecha

Subestación Quintanilla 132/20 kV

Planta General Subestación

Número de proyecto	0001
Fecha	Julio 2021
Dibujado por	JGS
Comprobado por	ING

05		
<table border="0"> <tr> <td>Escala</td> <td style="text-align: right;">1 : 200</td> </tr> </table>	Escala	1 : 200
Escala	1 : 200	



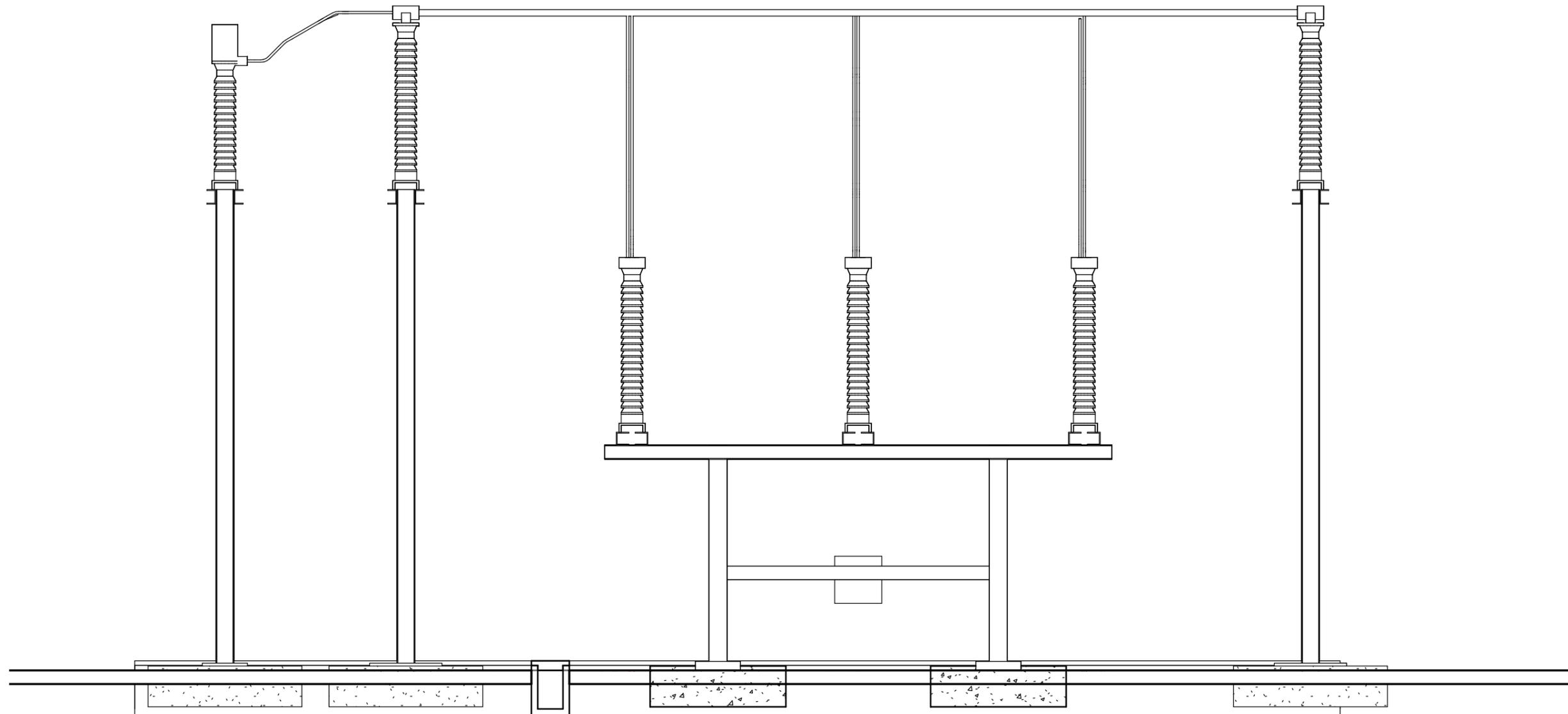
Leyenda	
Valor de nota clave	Texto de nota clave

A.1	Pórtico
A.2	Autoválvula
A.3	Transformador de Intensidad
A.4	Transformador de Tensión
A.5	Interruptor Automático
A.6	Seccionador
A.7	Seccionador Puesta a Tierra

Leyenda	
Valor de nota clave	Texto de nota clave

A.8	Embarrado 132 kV
A.9	Transformador de Potencia
A.10	Embarrado 20 kV
A.11	Rectancia Puesta a Tierra

Nº	Descripción	Fecha



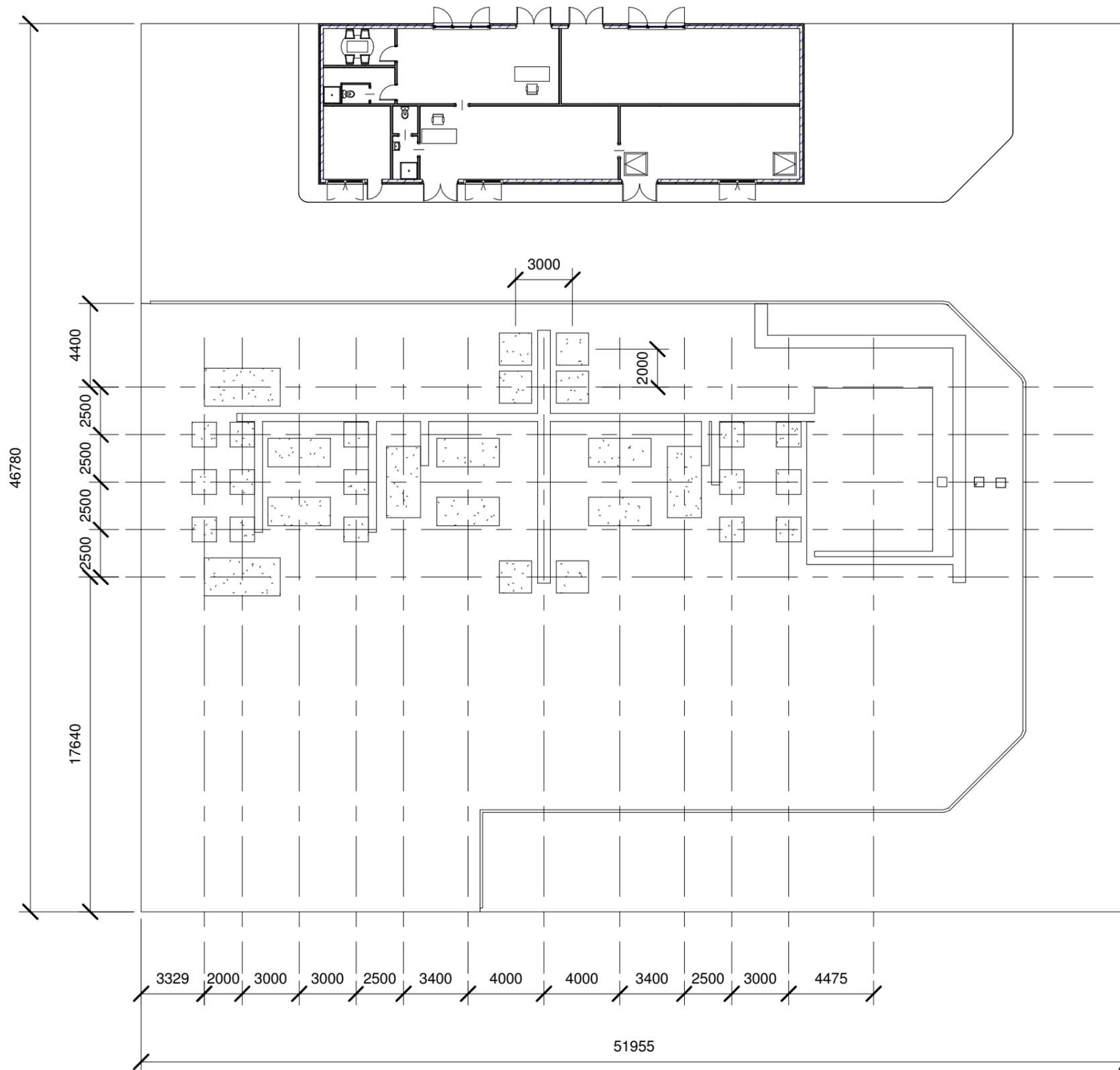
Nº	Descripción	Fecha

**Subestación
 Quintanilla 132/20 kV**

Sección Transversal SET

Número de proyecto	0001
Fecha	Julio 2021
Dibujado por	JGS
Comprobado por	ING

07	Escala	1 : 50
-----------	--------	--------



Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Nº	Descripción	Fecha

Subestación Quintanilla 132/20 kV

Cimentaciones - Planta

Número de proyecto	0001
Fecha	Julio 2021
Dibujado por	JGS
Comprobado por	ING

08

Escala 1 : 250



- Almacén
- Aseo
- Baño
- Cocina
- Grupo Electrónico
- Sala de Celdas
- Sala de Control de la Subestación
- Sala de Control Eólico



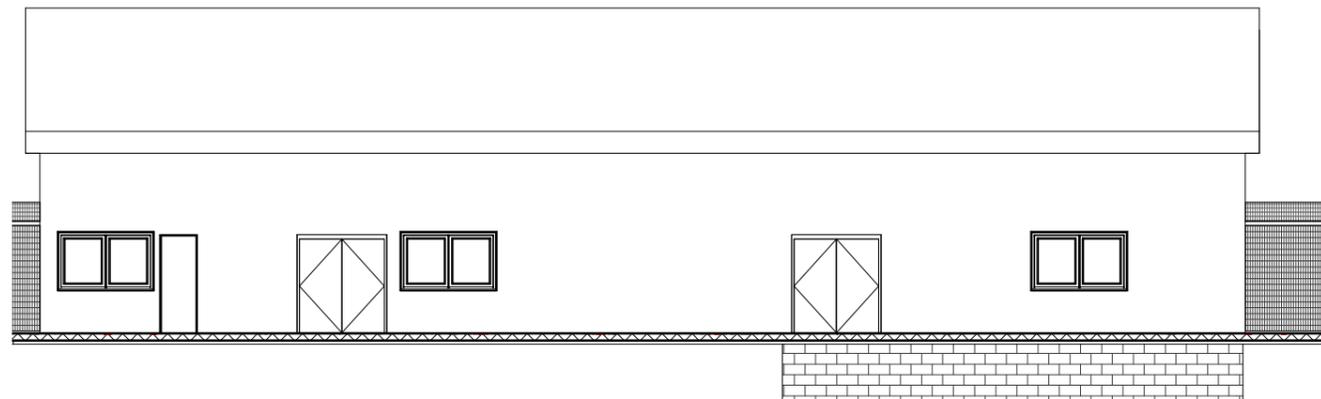
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Nº	Descripción	Fecha

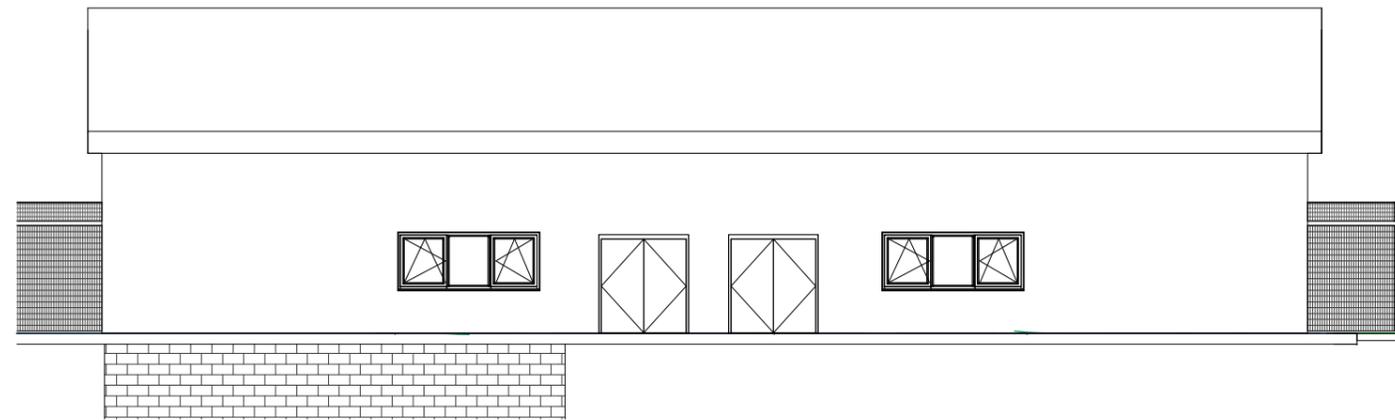
Subestación Quintanilla 132/20 kV

Edificio de Control - Planta

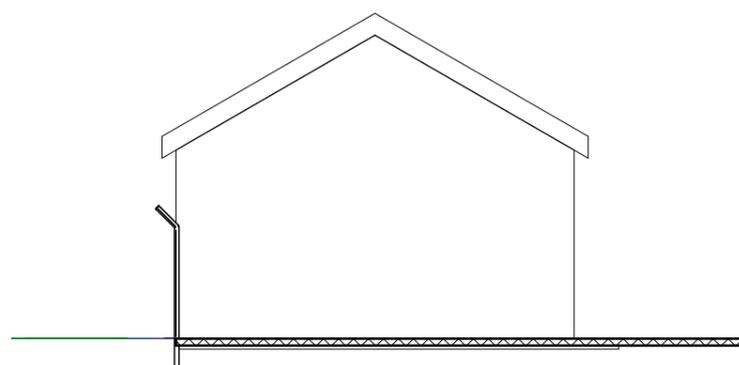
Número de proyecto	0001	09	
Fecha	Julio 2021		
Dibujado por	JGS		
Comprobado por	ING		
		Escala	1 : 100



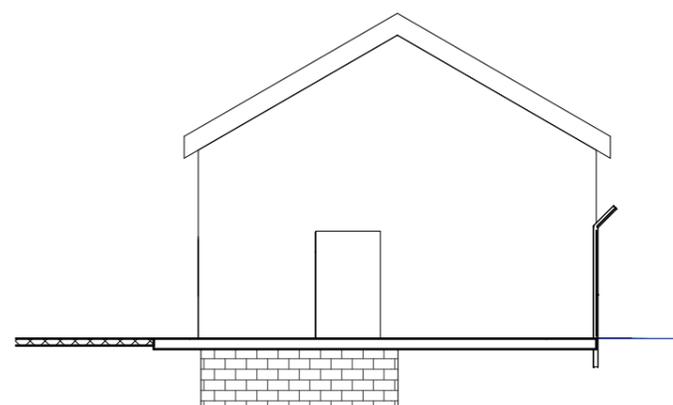
1 Edificio- Fachada Principal
10 1 : 150



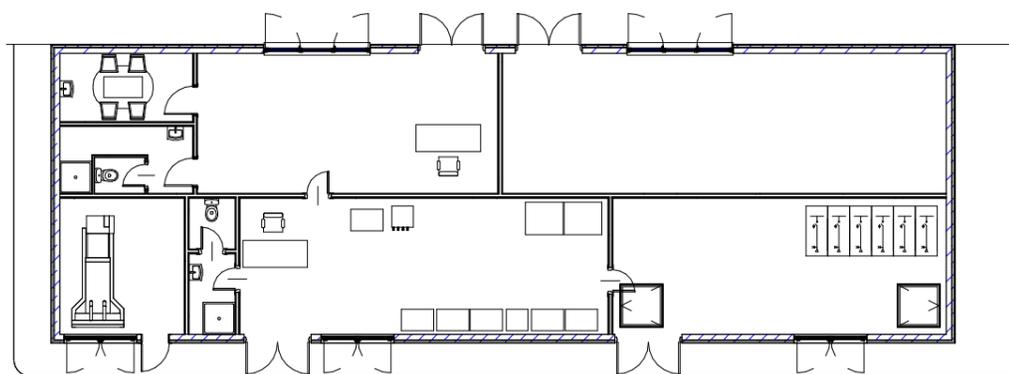
2 Edificio- Fachada Trasera
10 1 : 150



3 Edificio- Fachada Izquierda
10 1 : 150



4 Edificio- Fachada Derecha
10 1 : 150



5 Edificio de Control - Planta
10 Copia 1
1 : 150



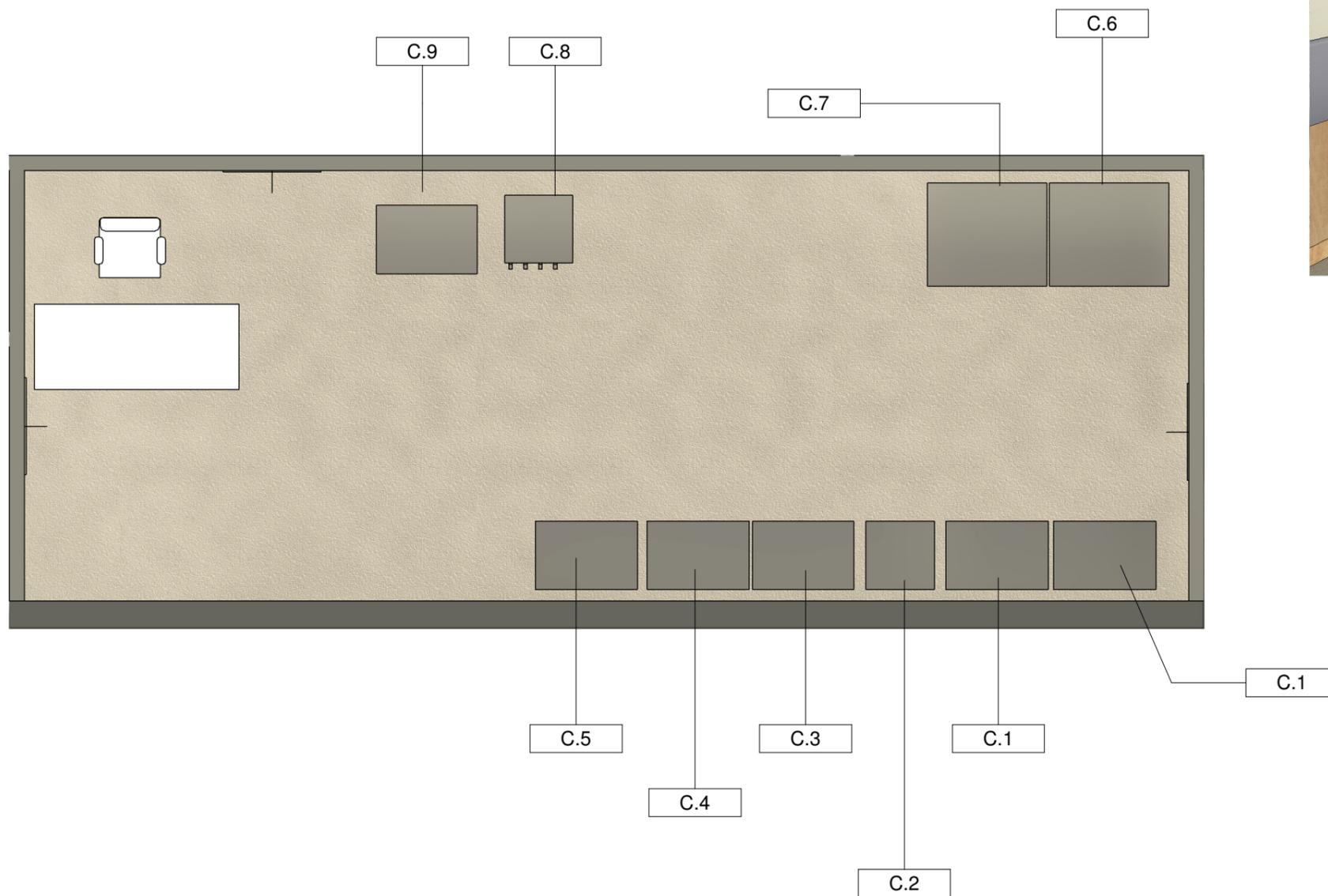
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Nº	Descripción	Fecha

**Subestación
Quintanilla 132/20 kV**

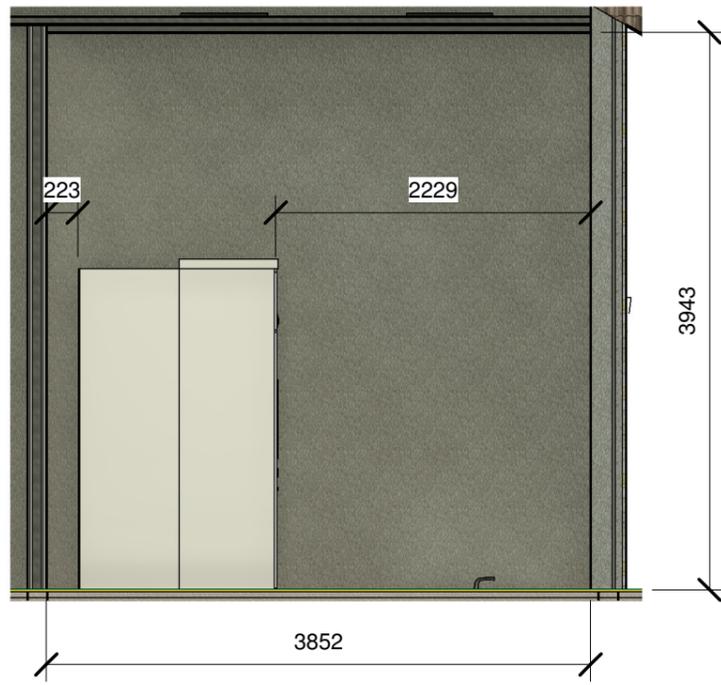
Edificio de Control - Alzados

Número de proyecto	0001	10	
Fecha	Julio 2021		
Dibujado por	JGS		
Comprobado por	ING	Escala	Como se indica



Leyenda	
Valor de nota clave	Texto de nota clave
C.1	Rectificador Bateria
C.2	Convertidor
C.3	Armario SSAA CA
C.4	Armario SSAA CC
C.5	Armario mural Acometida Alterna
C.6	Armario Telecontrol
C.7	Armario Protección
C.8	Armario Mural Medida Fiscal
C.9	Armario Comunicaciones

Nº	Descripción	Fecha



3 Sección - Sala Celdas
12 1 : 50



2 Sala Celdas
12 1 : 50



1 Vista 3D 10
12



Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Nº	Descripción	Fecha

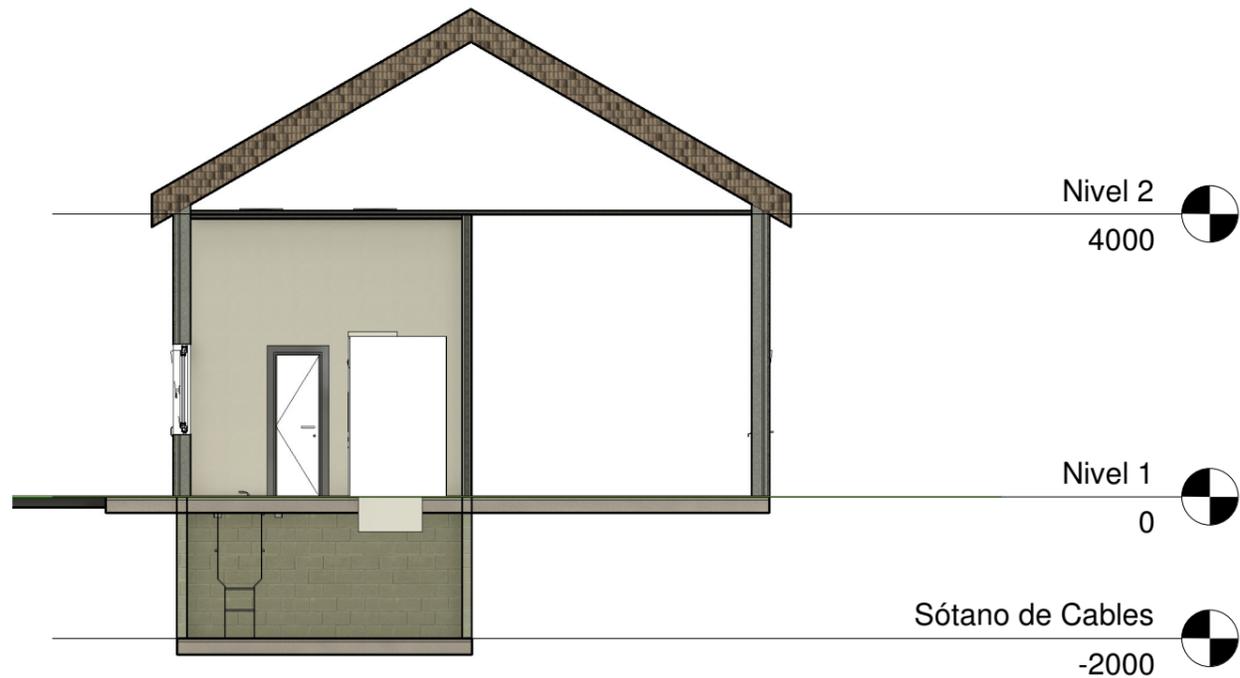
**Subestación
Quintanilla 132/20 kV**

Sala de Celdas

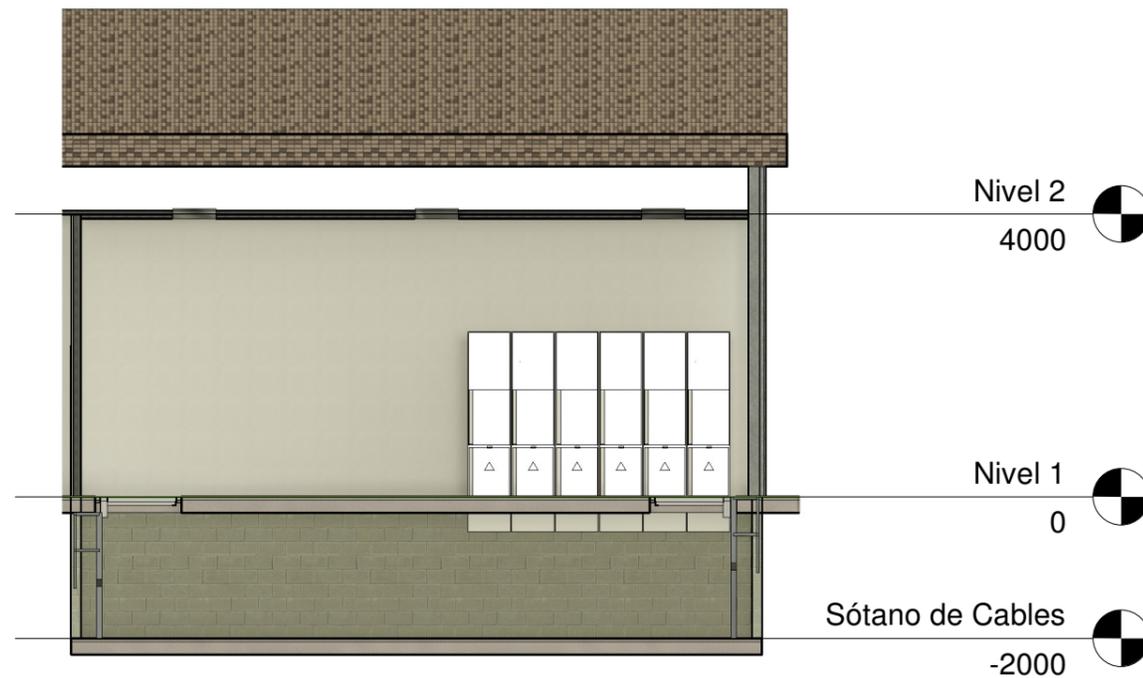
Número de proyecto	0001
Fecha	Julio 2021
Dibujado por	JGS
Comprobado por	ING

12

Escala 1 : 50

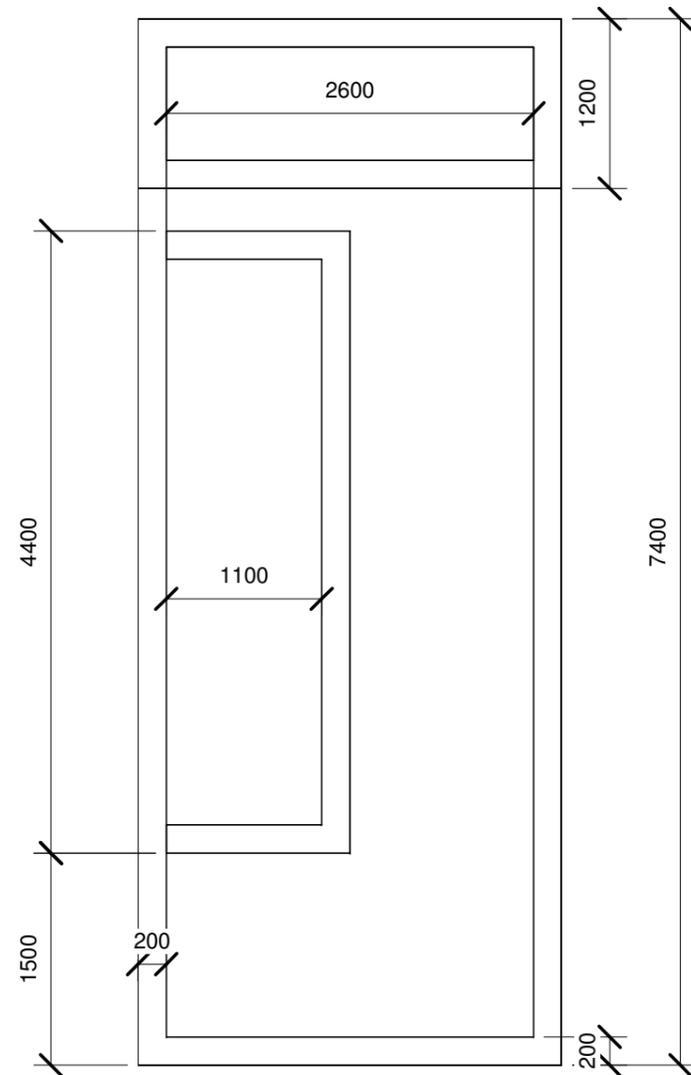
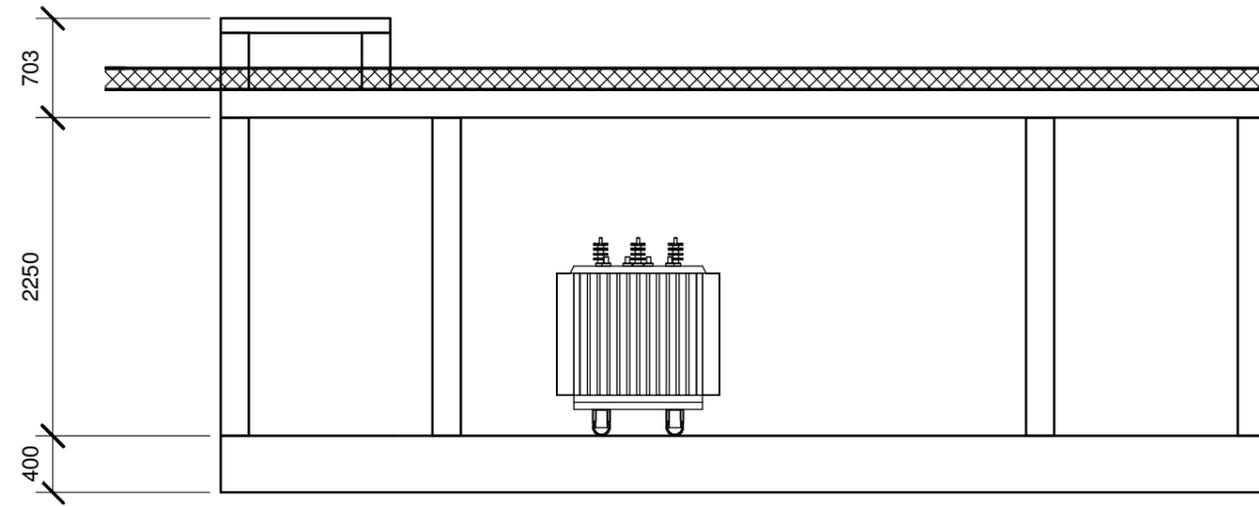
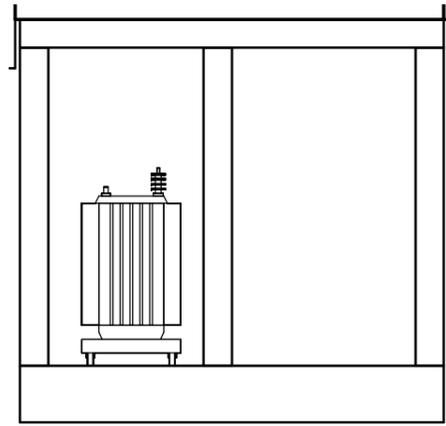


1 Sótano de Cables-Sección 1
13 1 : 100



2 Sótano de Cables-Sección 2
13 1 : 100

Nº	Descripción	Fecha



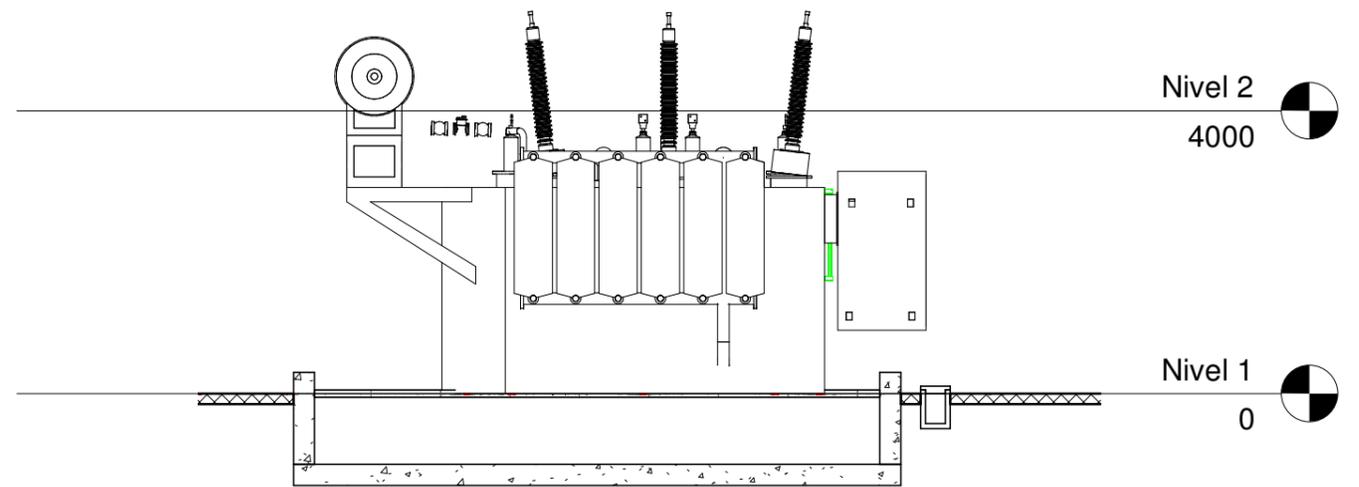
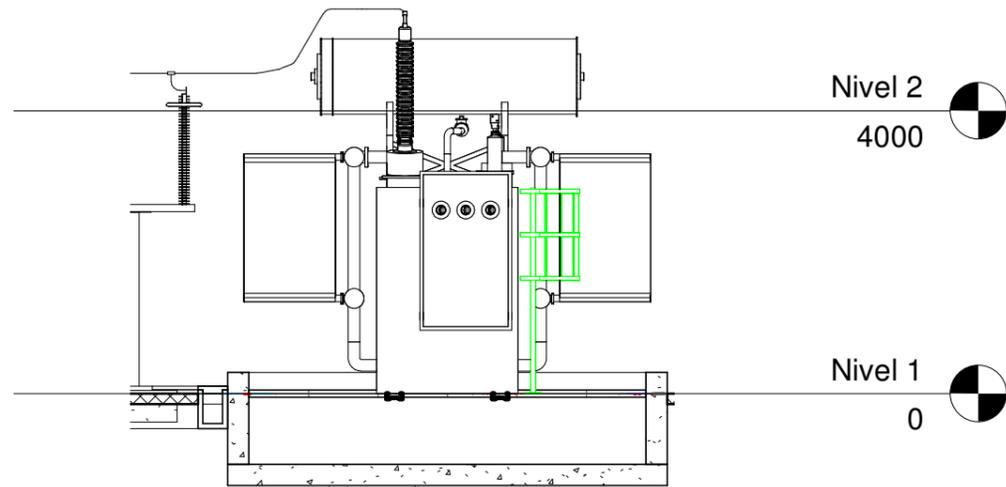
Nº	Descripción	Fecha

**Subestación
 Quintanilla 132/20 kV**

Déposito de Aceite

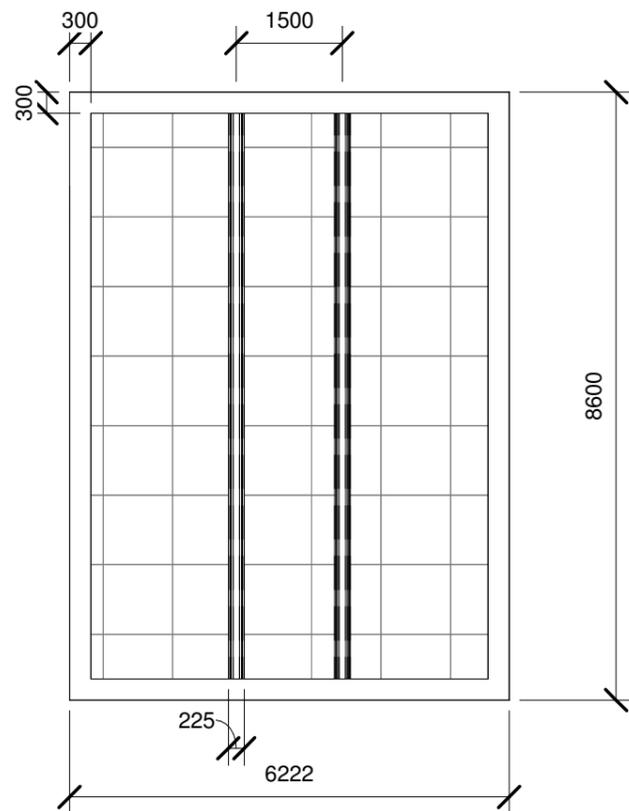
Número de proyecto	0001
Fecha	Julio 2021
Dibujado por	JGS
Comprobado por	ING

14	



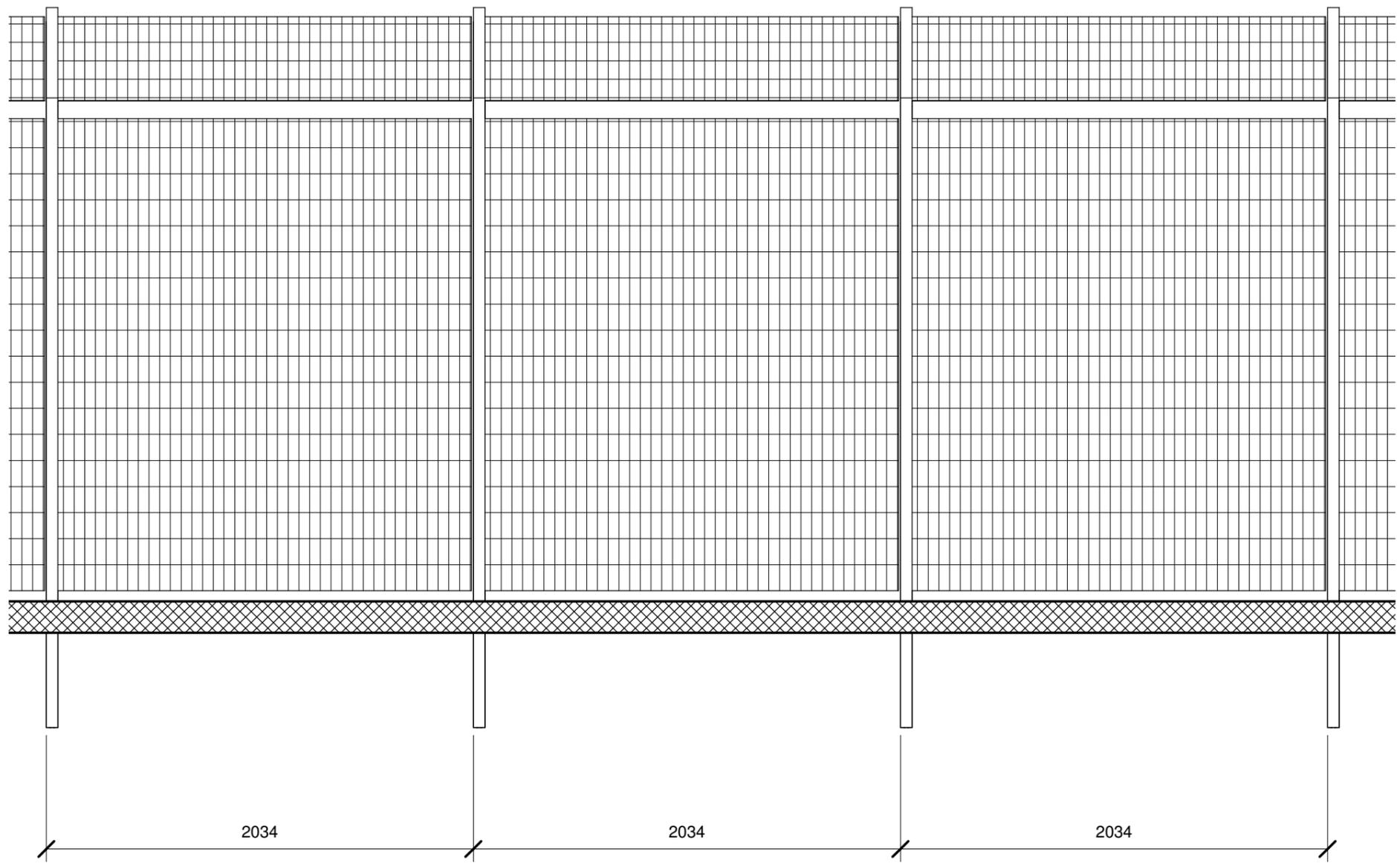
3 Foso Trafo 2
15 1 : 100

2 Foso Trafo 1
15 1 : 100

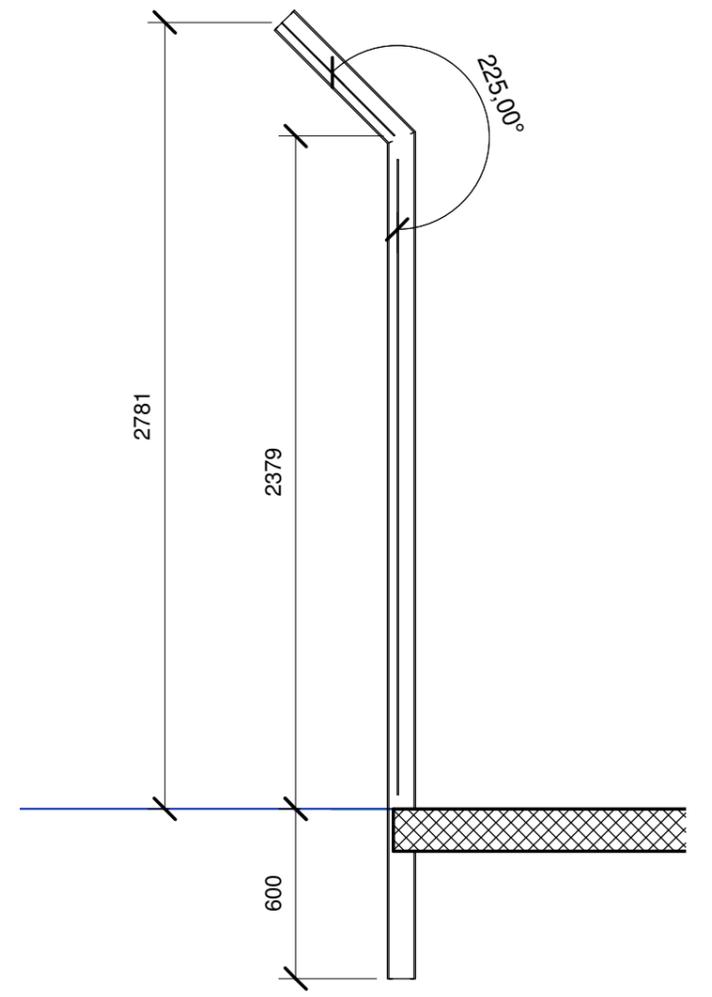


1 Foso Trafo
15 1 : 100

Nº	Descripción	Fecha



1 Cerramiento 1
16 1:25



2 Cerramiento 2
16 1:25

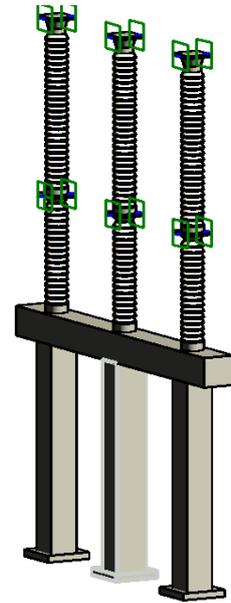
Nº	Descripción	Fecha

ANEXO II. – FICHAS DE FAMILIA

FICHA DE FAMILIA Nº1: INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Interruptor automático
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Automatic Overload Circuit
Número OmniClass	23.80.40.14.11
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

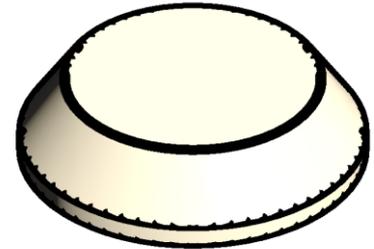


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	TIPO 2	UNIDADES
		132 kV	220 kV	
Tensión nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	132	220	KILOVOLTS
Tensión más elevada para el material (valor eficaz)	ELECTRICAL_POTENTIAL	145	245	KILOVOLTS
Tensión de mando de las bobinas de cierre apertura	ELECTRICAL_POTENTIAL	0.11	0.13	KILOVOLTS
Separacion patas	LENGTH	2880	7000	MILLIMETERS
R aislador	LENGTH	120	160	MILLIMETERS
Poder de corte nominal en cortocircuito	ELECTRICAL_CURRENT	31.5	40	KILOAMPERES
Poder de cierre nominal en cortocircuito	ELECTRICAL_CURRENT	100	80	KILOAMPERES
Pata central	OTHER	0	1	
Numero de polos	OTHER	3	3	
Material	OTHER	Acero, S 275	Acero, S 275	
Largo pata	LENGTH	310	400	MILLIMETERS
L travesaño	LENGTH	350	400	MILLIMETERS
Intensidad nominal de servicio continuo	ELECTRICAL_CURRENT	2.5	3.15	KILOAMPERES
HCimentacion	LENGTH	80	80	MILLIMETERS
H travesaño	LENGTH	350	300	MILLIMETERS
H aislador	LENGTH	70	90	MILLIMETERS
H Estructura	LENGTH	2550	4000	MILLIMETERS
H Botella 2	LENGTH	1820	1800	MILLIMETERS
H Botella 1	LENGTH	1190	1480	MILLIMETERS
Gas de Aislamiento	OTHER	SF6	SF6	
Frecuencia nominal	ELECTRICAL_FREQUENCY	50	50	HERTZ
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS
Duración nominal admisible de la corriente de cortocircuito	TIMEINTERVAL	3	3	SECONDS
AnchoCimentacion	LENGTH	500	1000	MILLIMETERS
Ancho pata	LENGTH	300	493.85	MILLIMETERS
Ancho Travesaño	LENGTH	3990	8000	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº2: AISLADOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Aislador
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / BOTELLA AISLADORES



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		AISLADOR	
MaterialAislador	OTHER	Porcelana	-
Haux	LENGTH	17.5	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Radioaux	LENGTH	90	MILLIMETERS
RadioAislador	LENGTH	120	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº3: BOTELLA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Botella
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / INTERRUPTOR AUTOMATICO

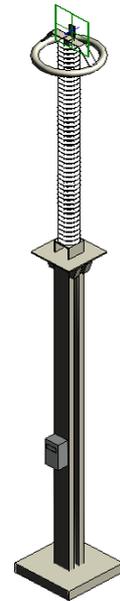


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 2	OTHER	26	-
N aisladores Botella 1	OTHER	17	-
Material	OTHER	Acero, S 275	-
L separador	LENGTH	72.91666667	MILLIMETERS
L conector	LENGTH	29.16666667	MILLIMETERS
L central	LENGTH	175	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
HBotella2	LENGTH	1820	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1190	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº4: AUTOVÁLVULA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Autoválvula
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Lightning protection
Número OmniClass	23.80.40.21
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

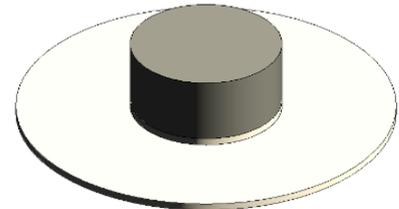


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	TIPO 2	UNIDADES
		Autoválvula 132 kV	Autoválvula 220 kV	
Tipo de servicio	OTHER	Continuo	Continuo	-
Tensión residual (10 kA)	ELECTRICAL_POTENTIAL	282	480	KILOVOLTS
Tensión máxima de servicio entre fases	ELECTRICAL_POTENTIAL	145	245	KILOVOLTS
Tensión nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	120	198	KILOVOLTS
Tensión máxima de servicio continuo	ELECTRICAL_POTENTIAL	92	152	KILOVOLTS
Posicion Caja	LENGTH	1000	1000	MILLIMETERS
Intensidad nominal de descarga (8/20 microsegundos)	ELECTRICAL_CURRENT	10	10	KILOAMPERES
Htotal	LENGTH	4570	5895	MILLIMETERS
Hpata	LENGTH	2800	2792	MILLIMETERS
HBotella	LENGTH	1770	3103	MILLIMETERS
HBase	LENGTH	80	71.1531664	MILLIMETERS
Frecuencia nominal	ELECTRICAL_FREQUENCY	50	50	HERTZ
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS
Clase de limitador de presión		65	65	
según CEI	ELECTRICAL_CURRENT	3	3	KILOAMPERES
Clase de descarga de larga duración según CEI	OTHER	500	500	
AnchoBase	LENGTH			MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº5: AISLADOR AUTOVÁLVULA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Aislador autoválvula
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / AUTOVÁLVULA

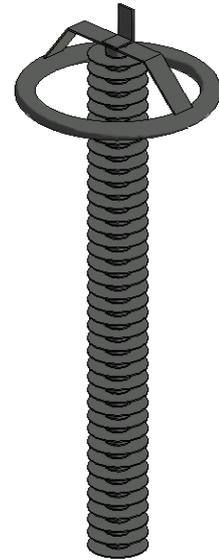


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
MaterialAislador	OTHER	Porcelana, lino	
Material	OTHER	Acero, S 275	
Haux	LENGTH	30	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Radioaux	LENGTH	30	MILLIMETERS
RadioAislador	LENGTH	75	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº6: BOTELLA AUTOVÁLVULA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Botella Autoválvula
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / AUTOVÁLVULA

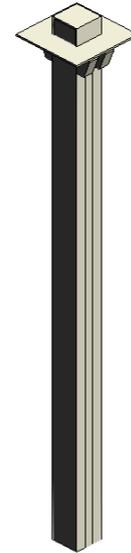


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
espesor	LENGTH	5	MILLIMETERS
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 1	OTHER	39	-
Ltubo	LENGTH	120.5203844	MILLIMETERS
L conector	LENGTH	30	MILLIMETERS
Hconector	LENGTH	100	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	40	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1560	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
DiametroInt_tubo	LENGTH	50	MILLIMETERS
Radio_Ext_tubo	LENGTH	226.9763315	MILLIMETERS
CabezaTT	LENGTH	400	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº7: ESTRUCTURA AUTOVÁLVULA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Estructura Autoválvula
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / AUTOVÁLVULA



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		EstructuraAutovalvula	
Wtotal	LENGTH	EstructuraAutovalvula	MILLIMETERS
Spatas	LENGTH	350	MILLIMETERS
Wpatas	LENGTH	50	MILLIMETERS
Material	OTHER	140	-
Hsoporte	LENGTH	Acero, S 275	MILLIMETERS
Hpata	LENGTH	100	MILLIMETERS
Espesorconector	LENGTH	2800	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	10	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº8: EMBARRADO

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Embarrado
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Power distribution
Número OmniClass	23.80.30.14
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

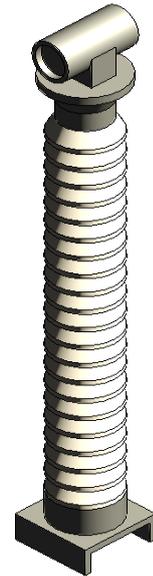


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		Embarrado 132 kV	Embarrado 220 kV	
Wpatas	LENGTH	200	200	MILLIMETERS
Wlarguero	LENGTH	400	400	MILLIMETERS
Sfases	LENGTH	2500	3500	MILLIMETERS
Separa_patas	LENGTH	3000	4000	MILLIMETERS
Perfil_patas	LENGTH	50	50	MILLIMETERS
Material	OTHER	Acero, S 275	Acero, S 275	-
L_larguero	LENGTH	5280	7320	MILLIMETERS
Hpatas	LENGTH	5310	5980	MILLIMETERS
Hlarguer	LENGTH	160	180	MILLIMETERS
HCimentacion	LENGTH	80	100	MILLIMETERS
Grosor_perfil	LENGTH	10	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS
AnchoCimentacion	LENGTH	800	800	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº9: BOTELLA EMBARRADO

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Botella Embarrado
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / EMBARRADO



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 1	OTHER	21	-
Ltubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
L conector	LENGTH	30	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1470	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
DiametroInt_tubo	LENGTH	120	MILLIMETERS
DiametroExt_tubo	LENGTH	150	MILLIMETERS
Alinear tubo	LENGTH	112	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº10: PÓRTICO

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Pórtico
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		PÓRTICO	
SepracionPatas	LENGTH	10000	MILLIMETERS
SeparacionFases	LENGTH	2500	MILLIMETERS
Material	OTHER	Acero, S 275	
HCimentacion	LENGTH	80	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
AnchoConector	LENGTH	67.43831469	MILLIMETERS
AnchoCimentacion	LENGTH	1000	MILLIMETERS
AlturaLinea	LENGTH	10250	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº11: CABALLETE

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Caballete
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / PORTICO

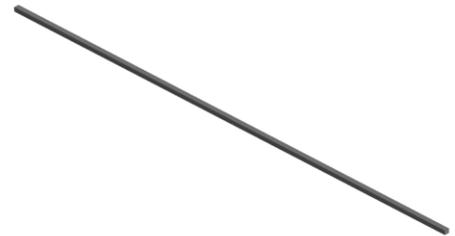


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		CABALLETE	
SeparacionTravesaños	LENGTH	2050	MILLIMETERS
NºTravesaños	OTHER	5	-
Material	OTHER	Acero, S 275	-
EspesorTop	LENGTH	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Angulo	ANGLE	5	DEGREES
AnchoTop	LENGTH	600	MILLIMETERS
AnchoPerfil	LENGTH	100	MILLIMETERS
AlturaTotal	LENGTH	12340	MILLIMETERS
AlturaLAT	LENGTH	10250	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº12: LARGUERO

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Larguero
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / PORTICO

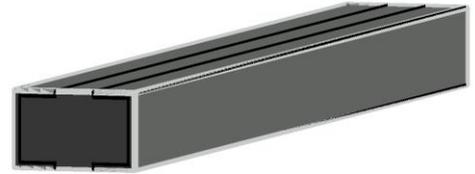


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 2	OTHER	26	-
N aisladores Botella 1	OTHER	17	-
Material	OTHER	Acero, S 275	-
L separador	LENGTH	72.91666667	MILLIMETERS
L conector	LENGTH	29.16666667	MILLIMETERS
L central	LENGTH	175	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
HBotella2	LENGTH	1820	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1190	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº13: SOPORTE CAJA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Soporte Caja
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / PORTICO

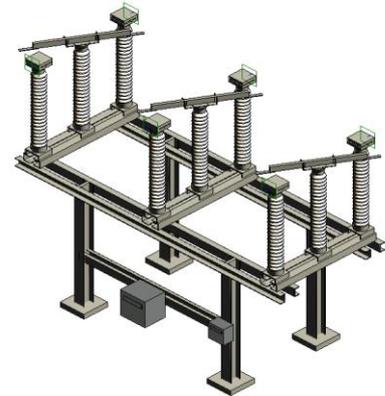


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		SOPORTE CAJA	
espesor	LENGTH	10	MILLIMETERS
Largo	LENGTH	2000	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Ancho	LENGTH	220	MILLIMETERS
Alto	LENGTH	150	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº14: SECCIONADOR PaT

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Seccionador PaT
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Mechanical swichtgear
Número OmniClass	23.80.30.24.11
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

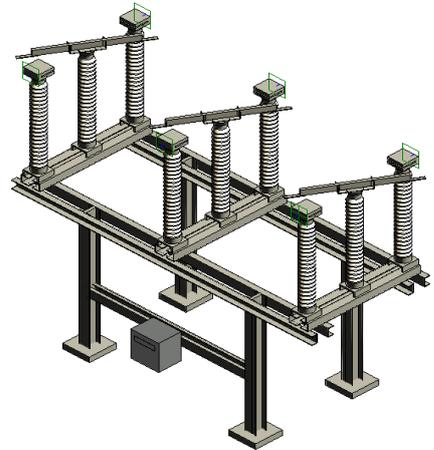


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		Seccionador PaT 132 kV	Seccionador PaT 220 kV	
Tensión máxima de servicio	ELECTRICAL_POTENTIAL	145	245	KILOVOLTS
Tension nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	132	220	KILOVOLTS
Ssoportes	LENGTH	1800	5600	MILLIMETERS
Spatas	LENGTH	3100	8000	MILLIMETERS
S_fases	LENGTH	2500	4000	MILLIMETERS
L_larguero	LENGTH	5605	10000	MILLIMETERS
L_Larguero de fase	LENGTH	2100	6000	MILLIMETERS
Tensión auxiliar para mando y motores	ELECTRICAL_POTENTIAL	0.11	0.125	KILOVOLTS
Intensidad nominal	ELECTRICAL_CURRENT	1.25	2	KILOAMPERES
Intensidad admisible de corta duración (1s)	ELECTRICAL_CURRENT	31.5	40	KILOAMPERES
Hpatas	LENGTH	2490	3325	MILLIMETERS
HBase	LENGTH	100	100	MILLIMETERS
H Caja PaT	LENGTH	0	0	MILLIMETERS
Frecuencia nominal	ELECTRICAL_FREQUENCY	50	50	HERTZ
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS
Duración nominal admisible de las corrientes de cortocircuito	TIMEINTERVAL	3	3	SECONDS
Ancho Base	LENGTH	500	1000	MILLIMETERS
Altura Botella	LENGTH	1470	2100	MILLIMETERS
Abierto	OTHER	1	1	-

FICHA DE FAMILIA Nº15: SECCIONADOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Seccionador
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Mechanical swichtgear
Número OmniClass	23.80.30.24.11
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		SECCIONADOR	
Tensión máxima de servicio	ELECTRICAL_POTENTIAL	145	KILOVOLTS
Tensión nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	132	KILOVOLTS
Tensión auxiliar para mando y motores	ELECTRICAL_POTENTIAL	0.11	KILOVOLTS
Ssoportes	LENGTH	1800	MILLIMETERS
Spatas	LENGTH	3100	MILLIMETERS
S_fases	LENGTH	2500	MILLIMETERS
Numero de Polos	OTHER	3	-
Material	OTHER	Acero, S 275	-
L_larguero	LENGTH	5605	MILLIMETERS
Intensidad nominal	ELECTRICAL_CURRENT	1.25	KILOAMPERES
Intensidad admisible de corta duración (1s)	ELECTRICAL_CURRENT	31.5	KILOAMPERES
Hpatas	LENGTH	2490	MILLIMETERS
Hbase	LENGTH	100	MILLIMETERS
H Caja PaT	LENGTH	0	MILLIMETERS
Frecuencia nominal	ELECTRICAL_FREQUENCY	50	HERTZ
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
AnchoBase	LENGTH	499.6383255	MILLIMETERS
Abierto	OTHER	1	-

FICHA DE FAMILIA Nº16: BOTELLA SECCIONADOR 1

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Botella Seccionador 1
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

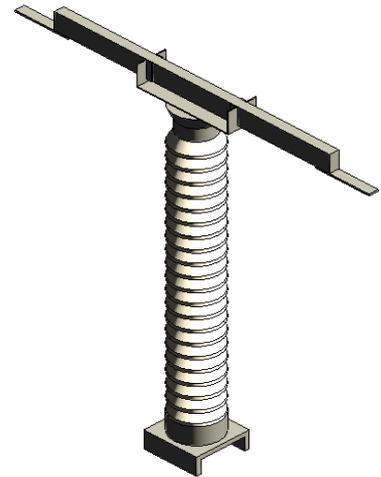


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 1	OTHER	21	-
Material	OTHER	Acero, S 275	-
Ltubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
Espesor conector	LENGTH	50	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1470	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
DiametroInt_tubo	LENGTH	80	MILLIMETERS
DiametroExt_tubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
CabezaConector	LENGTH	120	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº17: BOTELLA SECCIONADOR 2

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Botella Seccionador 2
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 1	OTHER	21	-
Ltubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
Espesor conector	LENGTH	50	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1470	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
DiametroInt_tubo	LENGTH	80	MILLIMETERS
DiametroExt_tubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
CabezaConector	LENGTH	120	MILLIMETERS
Angulo	ANGLE	0	DEGREES
Abierto	OTHER	0	-

FICHA DE FAMILIA Nº18: CONECTOR SECCIONADOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Conector Seccionador
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

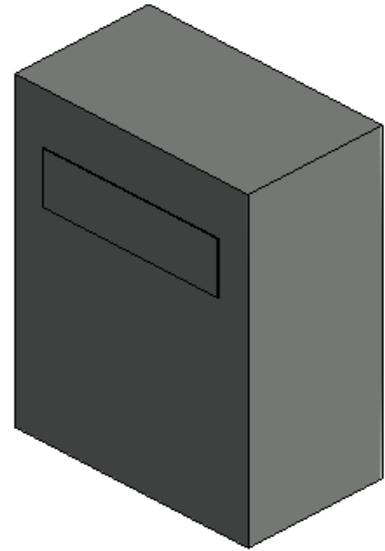


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		CONECTOR SECCIONADOR	
Material	OTHER	Acero, S 275	-
LargoEnchufeUtil	LENGTH	215	MILLIMETERS
LargoConector	LENGTH	1500	MILLIMETERS
Hconector	LENGTH	100	MILLIMETERS
EspesorEnchufe	LENGTH	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
AnchoConector	LENGTH	50	MILLIMETERS
LargoEnchufe	LENGTH	290	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº19: CAJA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Caja
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

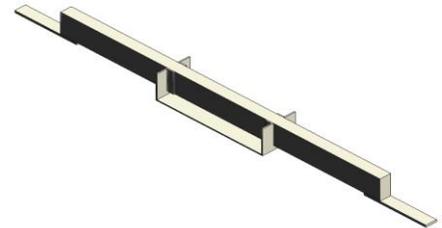


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		CAJA 1	CAJA 2	
espesor	LENGTH	2	25.01	MILLIMETERS
Wcaja	LENGTH	435	120	MILLIMETERS
Rotulo	LENGTH	326.25	90	MILLIMETERS
ProfundidadCaja	LENGTH	250	90	MILLIMETERS
Hcaja	LENGTH	635	220	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº20: CABEZA SECCIONADOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Cabeza Seccionador
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

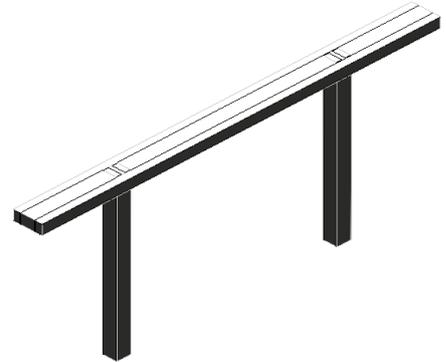


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		CABEZA SECCIONADOR	
Material	OTHER	Acero, S 275	-
Lgancho	LENGTH	500	MILLIMETERS
Anchoconector	LENGTH	50	MILLIMETERS
Hconector	LENGTH	100	MILLIMETERS
EspesorGancho	LENGTH	5	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
CabezaConector	LENGTH	120	MILLIMETERS
AnchoPestaña	LENGTH	30	MILLIMETERS
AnchoGancho	LENGTH	155	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº21: ESTRUCTURA SECCIONADOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Estructura Seccionador
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

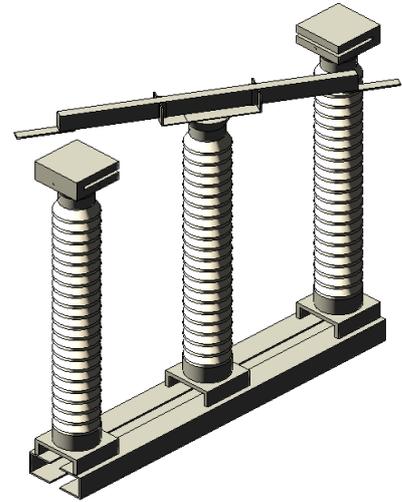


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		ESTRUCTURA SECCIONADOR	
Wpatas	LENGTH	200	MILLIMETERS
Wlarguero	LENGTH	400	MILLIMETERS
Sfases	LENGTH	2500	MILLIMETERS
Separa_patas	LENGTH	3100	MILLIMETERS
Perfil_patas	LENGTH	50	MILLIMETERS
Material	OTHER	Acero, S 275	-
L_larguero	LENGTH	5605	MILLIMETERS
Hpatas	LENGTH	2490	MILLIMETERS
Hlarguer	LENGTH	160	MILLIMETERS
Grosor_perfil	LENGTH	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº22: FASE SECCIONADOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Fase Seccionador
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

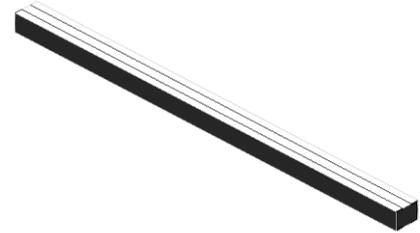


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		FASE SECCIONADOR	
SeparacionBotellas	LENGTH	900	MILLIMETERS
L_larguero	LENGTH	2100	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
AltoLarguero	LENGTH	140	MILLIMETERS
Abierto	OTHER	1	-

FICHA DE FAMILIA Nº23: SOPORTE CAJA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Soporte Caja
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

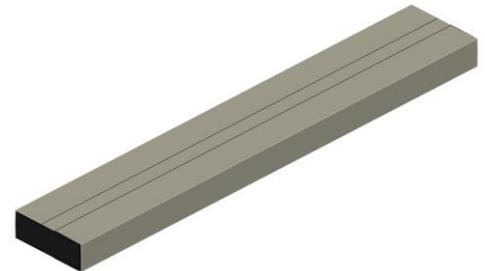


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		SOPORTE CAJA	
espesor	LENGTH	10	MILLIMETERS
Largo	LENGTH	3100	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Ancho	LENGTH	180	MILLIMETERS
Alto	LENGTH	150	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº24: SOPORTE FASE

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Soporte Fase
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / SECCIONADOR

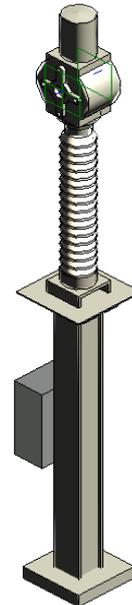


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		SOPORTE FASE	
espesor	LENGTH	10	MILLIMETERS
Largo	LENGTH	2100	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Ancho	LENGTH	350	MILLIMETERS
Alto	LENGTH	140	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº25: TRANSFORMADOR INTENSIDAD

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Transformador Intensidad
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Current Transformer
Número OmniClass	23.80.10.14.14
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

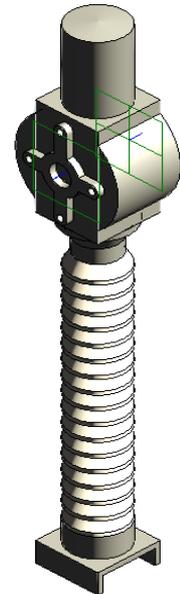


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		TRANSFORMADOR INTENSIDAD	
Tensión nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	132000	VOLTS
Tensión máxima de servicio	ELECTRICAL_POTENTIAL	145000	VOLTS
Posicion Caja	LENGTH	1000	MILLIMETERS
Nº de núcleos secundarios	OTHER	4	-
Intensidad nominal secundaria 1	ELECTRICAL_CURRENT	5	AMPERES
Intensidad nominal secundaria 2	ELECTRICAL_CURRENT	5	AMPERES
Intensidad nominal secundaria 3	ELECTRICAL_CURRENT	5	AMPERES
Intensidad nominal secundaria 4	ELECTRICAL_CURRENT	5	AMPERES
Intensidad nominal primaria 1	ELECTRICAL_CURRENT	100	AMPERES
Intensidad nominal primaria 2	ELECTRICAL_CURRENT	200	AMPERES
Intensidad límite térmica nominal	ELECTRICAL_CURRENT	120000	AMPERES
Intensidad límite dinámica para todas las relaciones	ELECTRICAL_CURRENT	100000	AMPERES
Intensidad de cortocircuito simétrico	ELECTRICAL_CURRENT	31500	AMPERES
Hbase	LENGTH	100	MILLIMETERS
Frecuencia nominal	ELECTRICAL_FREQUENCY	50	HERTZ
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
AnchoBase	LENGTH	500	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº26: BOTELLA T.I.

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Botella T.I.
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / TRANSFORMADOR INTENSIDAD

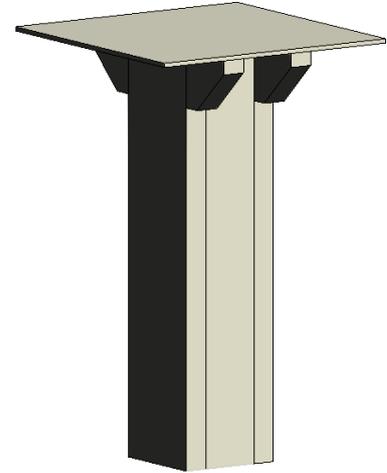


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
TornilloInt	LENGTH	30	MILLIMETERS
TornilloExt	LENGTH	60	MILLIMETERS
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 1	OTHER	17	-
Ltubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
L conector	LENGTH	30	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1190	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
DiametroInt_tubo	LENGTH	80	MILLIMETERS
DiametroExt_tubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
CabezaTI	LENGTH	500	MILLIMETERS
AuxCabzaTI	LENGTH	60	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº2 : ESTRUCTURA T.I.

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Estructura T.I.
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / TRANSFORMADOR INTENSIDAD

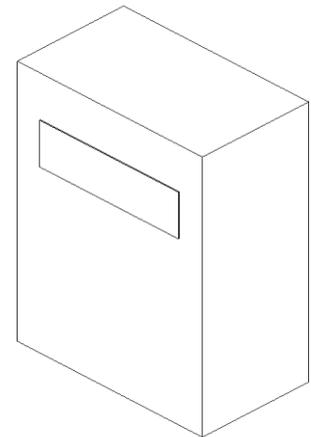


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		ESTRUCTURA TI	
Wtotal	LENGTH	560	MILLIMETERS
Spatas	LENGTH	50	MILLIMETERS
Wpatas	LENGTH	220	MILLIMETERS
Hpata	LENGTH	1000	MILLIMETERS
Espesorconector	LENGTH	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº28: CAJA T.I.

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Caja T.I.
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / TRANSFORMADOR INTENSIDAD



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		CAJA 1	CAJA 2	
espesor	LENGTH	2		MILLIMETERS
Wcaja	LENGTH	435		MILLIMETERS
Rotulo	LENGTH	326.25		MILLIMETERS
ProfundidadCaja	LENGTH	250		MILLIMETERS
Hcaja	LENGTH	635		MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0		MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº29: TRANSFORMADOR TENSIÓN

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Transformador Tensión
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Safety Transformer
Número OmniClass	23.80.10.14.17
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

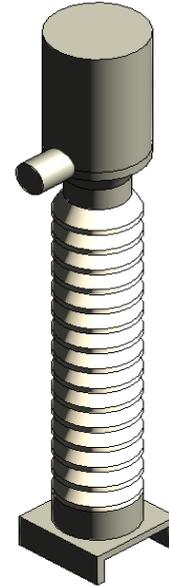


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		TRAFO TENSIÓN	
HBase	LENGTH	80	MILLIMETERS
AnchoBase	LENGTH	500	MILLIMETERS
Wpatas	LENGTH	200	MILLIMETERS
Wlarguero	LENGTH	400	MILLIMETERS
Sfases	LENGTH	2500	MILLIMETERS
Separa_patas	LENGTH	3000	MILLIMETERS
Perfil_patas	LENGTH	50	MILLIMETERS
L_larguero	LENGTH	5290	MILLIMETERS
Hpatas	LENGTH	5310	MILLIMETERS
Hlarguer	LENGTH	160	MILLIMETERS
Grosor_perfil	LENGTH	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº30: BOTELLA T.T.

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Botella T.T.
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / TRANSFORMADOR TENSIÓN

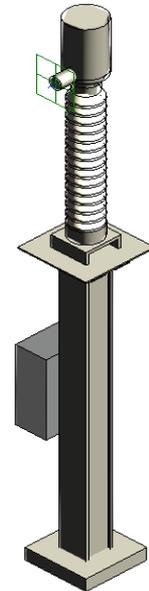


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Raislador	LENGTH	120	MILLIMETERS
R aux	LENGTH	144	MILLIMETERS
N aisladores Botella 1	OTHER	15	-
Ltubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
L conector	LENGTH	30	MILLIMETERS
Haislador	LENGTH	70	MILLIMETERS
HBotella1	LENGTH	1050	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
DiametroInt_tubo	LENGTH	80	MILLIMETERS
DiametroExt_tubo	LENGTH	100	MILLIMETERS
CabezaTT	LENGTH	400	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº31: TRANSFORMADOR T.T. LÍNEA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Transformador T.T. Línea
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Safety Transformer
Número OmniClass	23.80.10.14.17
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

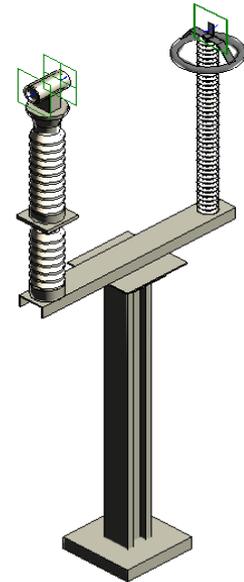


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		T.T. DE LÍNEA	
Tensión nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	132000	VOLTS
Tensión máxima de servicio entre fases	ELECTRICAL_POTENTIAL	145000	VOLTS
Intensidad de cortocircuito simétrico	ELECTRICAL_CURRENT	31500	AMPERES
Posicion Caja	LENGTH	1000	MILLIMETERS
Hbase	LENGTH	100	MILLIMETERS
Frecuencia nominal	ELECTRICAL_FREQUENCY	50	HERTZ
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
AnchoBase	LENGTH	500	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº32: AUTOVÁLVULA + SOPORTE AISLADORES

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Autoválvula + soporte aisladores
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Lightning protection
Número OmniClass	23.80.40.21
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

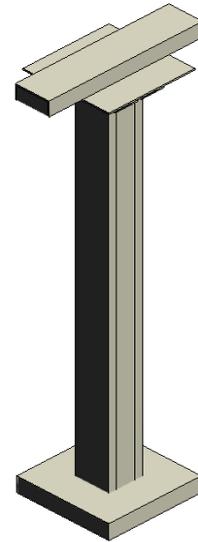


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		AUTOVÁLVULA + SOPORTE AISLADORES	
SeparacionEquipo	LENGTH	1500	MILLIMETERS
LongitudLarguero	LENGTH	1800	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº33: ESTRUCTURA AUT.+SOP

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Estructura Aut.+Sop
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / AUTOVALVULA + SOPORTE

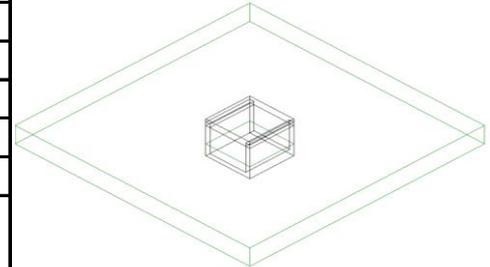


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		ESTRUCTURA	
Wtotal	LENGTH	560	MILLIMETERS
Spatas	LENGTH	50	MILLIMETERS
Wpatas	LENGTH	220	MILLIMETERS
L_larguero	LENGTH	1000	MILLIMETERS
Hsoporte	LENGTH	100	MILLIMETERS
Hpata	LENGTH	2650	MILLIMETERS
Espesorconector	LENGTH	10	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
AnchoBase	LENGTH	600	MILLIMETERS
AltoBase	LENGTH	105	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº34: CANAL DE CABLES

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Canal de cables
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelo genérico
Título OmniClass	Wireways
Número OmniClass	23.80.30.17.14
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

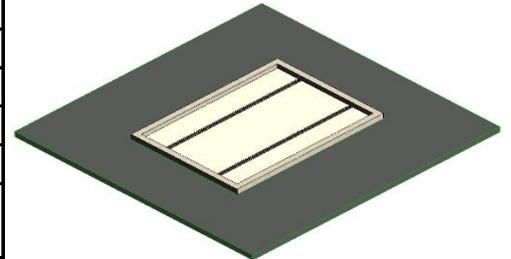


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		CANAL DE CABLES	
Longitud	LENGTH	750	MILLIMETERS
Espesor	LENGTH	70	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
DebajoSuelo	LENGTH	495	MILLIMETERS
Ancho	LENGTH	750	MILLIMETERS
AltoTapa	LENGTH	50	MILLIMETERS
Alto	LENGTH	550	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº35: FOSO DEL TRANSFORMADOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Foso del Transformador
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Modelo genérico
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

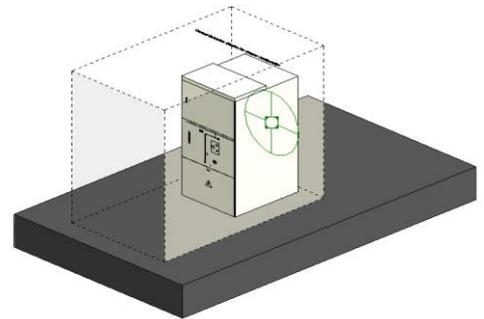


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		FOSO DEL TRANSFORMADOR	
Separacion Railes	LENGTH	3000	MILLIMETERS
Profundidad	LENGTH	1000	MILLIMETERS
MaterialCelosia	OTHER	Hormigón, paneles prefabricados	-
Material	OTHER	Hormigón, moldeado in situ	-
Largo	LENGTH	8600	MILLIMETERS
EspesorBase	LENGTH	300	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Capacidad del Foso	VOLUME	53.5092	CUBIC_METERS
AnchoBorde	LENGTH	300	MILLIMETERS
Ancho	LENGTH	6222	MILLIMETERS
Alto	LENGTH	300	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº36: CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Transformador T.T. Línea
Origen	Schneider Electric
Categoría de la familia	Equipos electricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

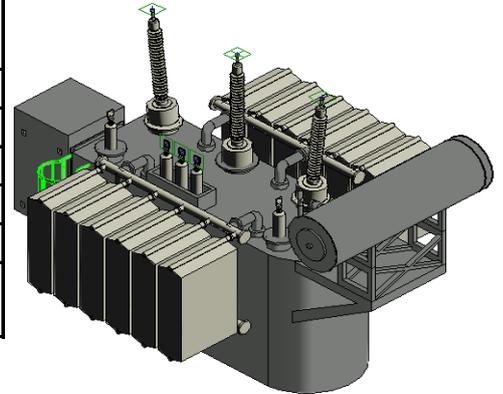


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Function	TEXT	Circuit Breaker	-
Enclosure Mounting	TEXT	Floor	-
Cable Entry	TEXT	Bottom	-
Panelling Colour	MATERIAL	RAL 9002	-
Short-time withstand current (Ik/tk)	TEXT	25kA/3 s - 31.5 kA/3 s	-
Short Circuit Making Current	TEXT	65/82 kA peak	-
Short Circuit Breaking Current	TEXT	25/31.5 Ka	-
Outgoing Rated Current (A)	TEXT	Current : 1600A	-
Rated Voltage	TEXT	Rated Voltage : 24 kV	-

FICHA DE FAMILIA Nº37: TRANSFORMADOR DE POTENCIA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Transformador de Potencia
Origen	GrabCAD
Categoría de la familia	Equipos eléctricos
Título OmniClass	Transformer
Número OmniClass	23.80.10.14
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

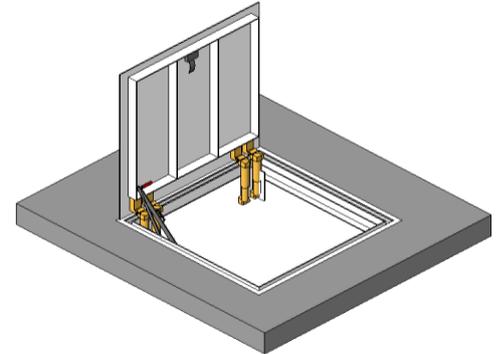


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		TRANSFORMADOR	
Profundidad	LENGTH	600	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Anchura	LENGTH	900	MILLIMETERS
Altura	LENGTH	900	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº38: TRAMPILLA SÓTANO DE CABLES

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Trampilla sótano de cables
Origen	Bilco
Categoría de la familia	Puertas
Título OmniClass	Access Doors
Número OmniClass	23.30.10.27.17
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

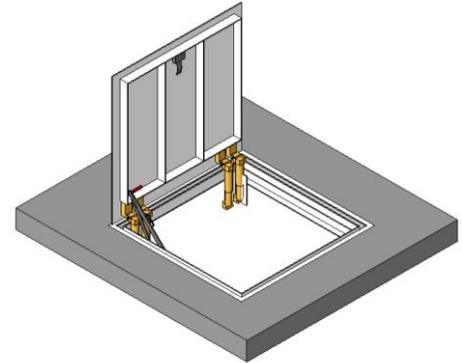


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Anchura	LENGTH	42	INCHES
URL	OTHER	http://www.bilco.com/	
Spring Tube Material	OTHER	Brass-Bilco-Satin	
Anchura aproximada	LENGTH	48	INCHES
Altura aproximada	LENGTH	48	INCHES
Rough Difference	LENGTH	3	INCHES
Product Page URL	OTHER		
Product Documentation Link	OTHER		
Modelo	OTHER	By Type""	
Fabricante	OTHER	Bilco	
Lifting Mechanism Location	LENGTH	5.125	INCHES
Length	LENGTH	42	INCHES
Altura	LENGTH	12.59375	INCHES
Hatch Open	OTHER	1	
Hatch Close	OTHER	0	
Has Tile Ending	OTHER	0	
Has Support Shelf	OTHER	1	
Has Single Lifting Mechanism	OTHER	1	
Has Double Lifting Mechanism	OTHER	0	
Has Arm Guide 2	OTHER	1	
Has Arm Guide 1	OTHER	0	
Hardware Material	OTHER	Stainless Steel-Bilco-316	
Función	OTHER	0	
Frame Material	OTHER	Aluminum-Bilco-Mill Finish	
Flooring Material	OTHER	<Por categoría>	
Descripción	OTHER	Floor Access Door	
Elevación por defecto	LENGTH	48	INCHES
Cover Width	LENGTH	46.625	INCHES
Cover Overlap	LENGTH	2.3125	INCHES

FICHA DE FAMILIA Nº38: TRAMPILLA SÓTANO DE CABLES

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Trampilla sótano de cables
Origen	Bilco
Categoría de la familia	Puertas
Título OmniClass	Access Doors
Número OmniClass	23.30.10.27.17
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

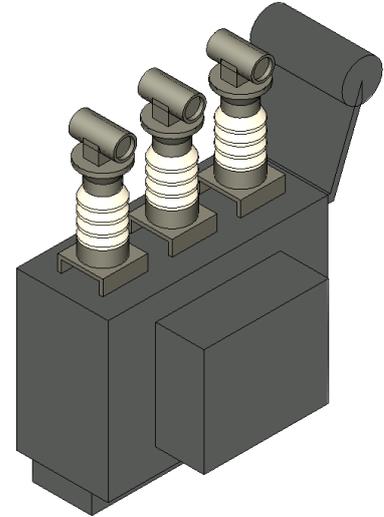


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		BOTELLA	
Cover Opening	ANGLE	90	DEGREES
Cover Material	OTHER	Aluminum-Bilco-Mill Finish	
Cover Length	LENGTH	46.625	INCHES
Tipo de construcción	OTHER		
Arm Guide Location	LENGTH	4.75	INCHES
Arm Guide GAP	LENGTH	0	INCHES

FICHA DE FAMILIA Nº39: REACTANCIA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Reactancia
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	Transformer Accesories
Número OmniClass	23.80.10.14.21
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / Reactancia de Puesta Tierra

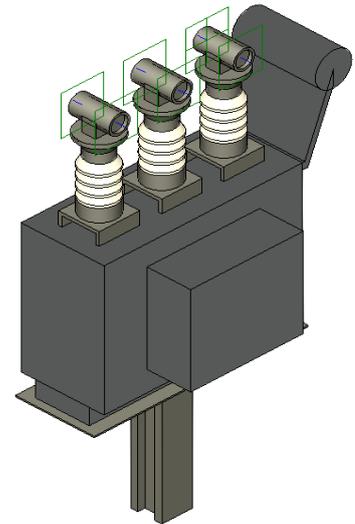


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		REACTANCIA	
Wsaliente	LENGTH	310	MILLIMETERS
Wcuerpo	LENGTH	590	MILLIMETERS
Wbase	LENGTH	380	MILLIMETERS
Radio	LENGTH	130	MILLIMETERS
Lsaliente	LENGTH	800	MILLIMETERS
Largo	LENGTH	1410	MILLIMETERS
Hsaliente	LENGTH	700	MILLIMETERS
Hcuerpo	LENGTH	1020	MILLIMETERS
Hbase	LENGTH	125	MILLIMETERS
W_separacion	LENGTH	220	MILLIMETERS
H_separacion	LENGTH	530	MILLIMETERS
Espesor	LENGTH	50	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº40: REACTANCIA PUESTA A TIERRA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Reactancia Puesta a Tierra
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	Transformer Accesories
Número OmniClass	23.80.10.14.21
¿Es una familia anidada?	SI
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

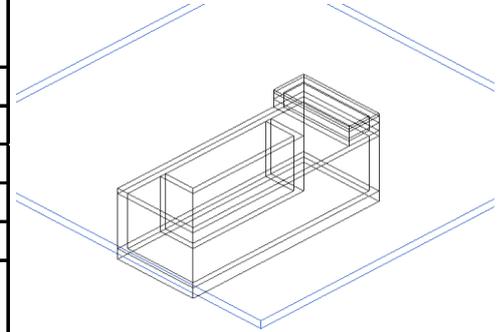


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		REACTANCIA PAT	
Tensión nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	20000	VOLTS
Frecuencia nominal	ELECTRICAL_FREQUENCY	50	HERTZ
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Costo	CURRENCY	4890	CURRENCY

FICHA DE FAMILIA Nº41: DEPÓSITO DE ACEITE

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Depósito de acetie
Origen	Juan García Sopeña
Categoría de la familia	Modelos genéricos
Título OmniClass	-
Número OmniClass	-
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

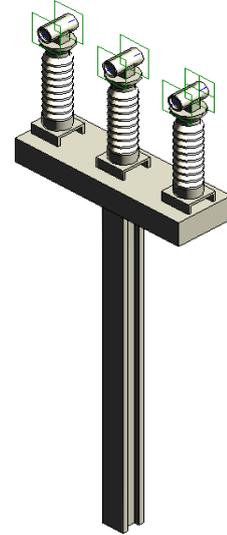


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		DEPÓSITO DE ACEITE	
Profundidad	LENGTH	3000	MILLIMETERS
Largo	LENGTH	7400	MILLIMETERS
Grosor1	LENGTH	200	MILLIMETERS
Grosor Suelo	LENGTH	400	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Ancho	LENGTH	3000	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº42: EMBARRADO 20 KV

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Embarrado 20 KV
Origen	Juan García Sopena
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	Power distribution
Número OmniClass	23.80.30.14
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	SI / Reactancia de Puesta Tierra

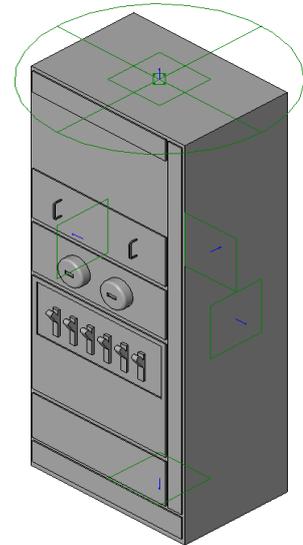


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		EMBARRADO 20 KV	
Tensión nominal	ELECTRICAL_POTENTIAL	20000	VOLTS
Separación fases	LENGTH	700	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Costo	CURRENCY	930	CURRENCY

FICHA DE FAMILIA Nº43: RECTIFICADOR BATERIA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Rectificador Batería
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

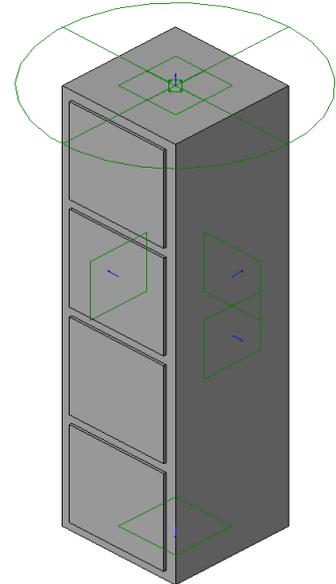


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		914x667mm	914x413mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	667	413	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	914	914	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Material de interruptor	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	1	1	AMPERES
Altura total	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Número de polos	OTHER	3	3	
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	Potencia	
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	457	457	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº44: CONVERTIDOR

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Convertidor
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

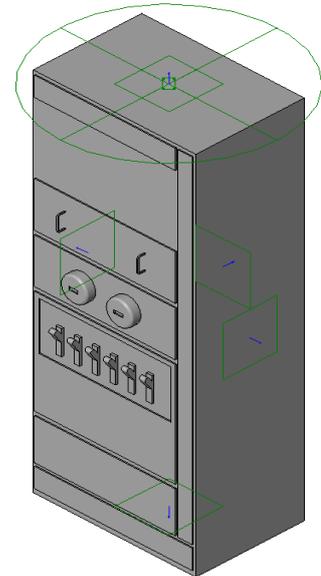


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		610mmx622 mm	762mmx927 mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	622	927	MILLIMETERS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	610	762	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Voltaje primario	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	480	VOLTS
Número de polos primario	OTHER	3	3	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	1	1	AMPERES
Longitud de panel	LENGTH	508.4	660.4	MILLIMETERS
Altura de panel	LENGTH	508	508	MILLIMETERS
Clasificación de carga	OTHER	Otros	Otros	
Longitud 1	LENGTH	610	762	MILLIMETERS
Altura 1	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	305	381	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº45: ARMARIO SSAA CA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Armario SSAA CA
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

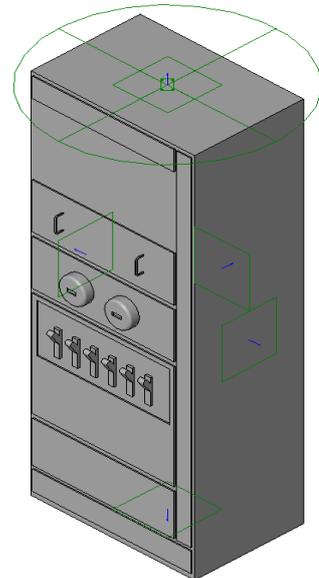


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		914mmx667 mm	914mmx413 mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	667	413	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	914	914	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Material de interruptor	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	1	1	AMPERES
Altura total	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Número de polos	OTHER	3	3	
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	Potencia	
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	457	457	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº46: ARMARIO SSAA CC

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Armario SSAA CC
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

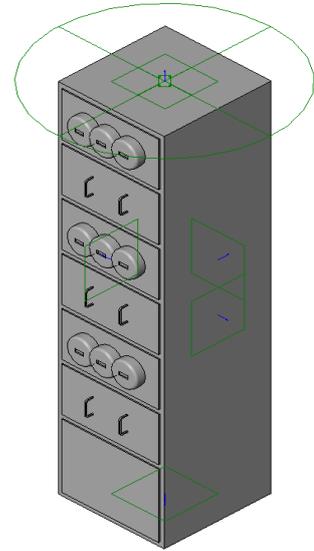


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		914mmx667 mm	914mmx413 mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	667	413	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	914	914	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Material de interruptor	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	1	1	AMPERES
Altura total	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Número de polos	OTHER	3	3	
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	Potencia	
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	457	457	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº47: ARMARIO PROTECCIÓN

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Armario Protección
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

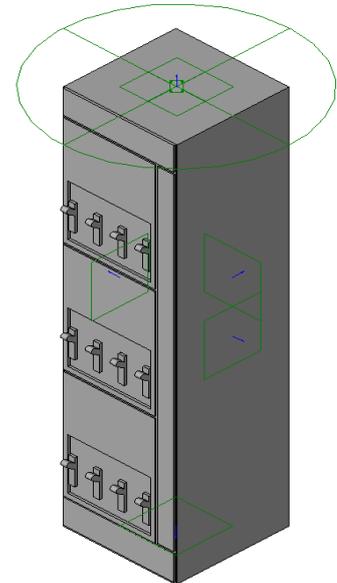


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		1219mmx1276mm	1219mmx1276mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	1276	1276	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	1219	1219	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Número de polos	OTHER	3	3	
Visibilidad de medidor	OTHER	1	1	
Material de medidor	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Recuento de contadores	OTHER	3	3	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	800	800	AMPERES
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	Potencia	
Visibilidad de tirador	OTHER	1	1	
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	609.5	609.5	MILLIMETERS
Media distancia de tirador	LENGTH	352.425	352.425	MILLIMETERS
Media distancia	LENGTH	254	254	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS
Recuento	OTHER	3	3	
Visibilidad de medidor central	OTHER	0	0	

FICHA DE FAMILIA Nº48: ARMARIO MURAL MEDIDA FISCAL

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Armario Mural de Medida Fiscal
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

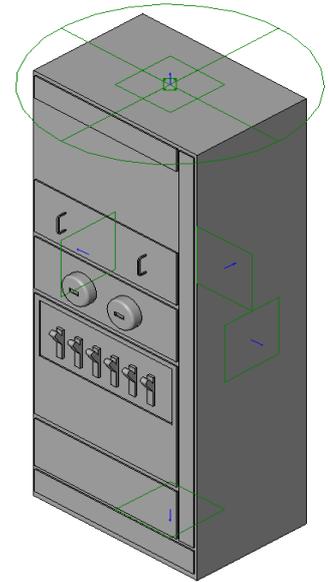


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		762mmx965mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	965	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	762	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	MILLIMETERS
Visibilidad de interruptor	OTHER	1	
Material de interruptor	OTHER	<Por categoría>	
Recuento de interruptores	OTHER	5	
Número de polos	OTHER	3	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	600	AMPERES
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	
Longitud	LENGTH	15.875	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº49: ARMARIO MURAI ACOMETIDA ALTERNA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Armario Mural Acometida de Alterna
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

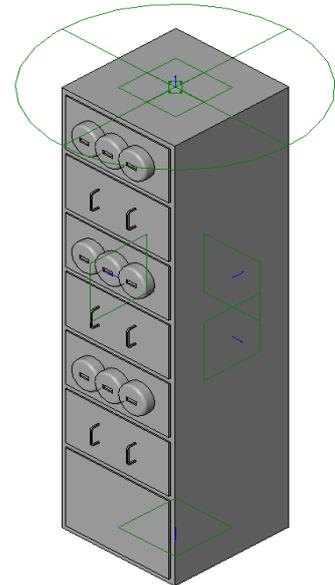


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		914mmx667 mm	914mmx413 mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	667	413	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	914	914	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Material de interruptor	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	1	1	AMPERES
Altura total	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Número de polos	OTHER	3	3	
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	Potencia	
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	457	457	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº50: ARMARIO TELECONTROL

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Armario Telecontrol
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

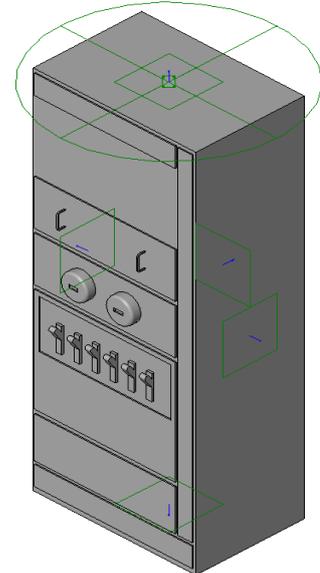


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		1067mmx667mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	667	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	1067	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	MILLIMETERS
Número de polos	OTHER	3	
Visibilidad de medidor	OTHER	1	
Material de medidor	OTHER	<Por categoría>	
Recuento de contadores	OTHER	3	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	600	AMPERES
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	
Visibilidad de tirador	OTHER	1	
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	533.5	MILLIMETERS
Media distancia de tirador	LENGTH	352.425	MILLIMETERS
Media distancia	LENGTH	254	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	MILLIMETERS
Recuento	OTHER	3	
Visibilidad de medidor central	OTHER	0	

FICHA DE FAMILIA Nº51: ARMARIO DE COMUNICACIONES

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Armario de Comunicaciones
Origen	REVIT Library - Modificada por Juan GS
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO

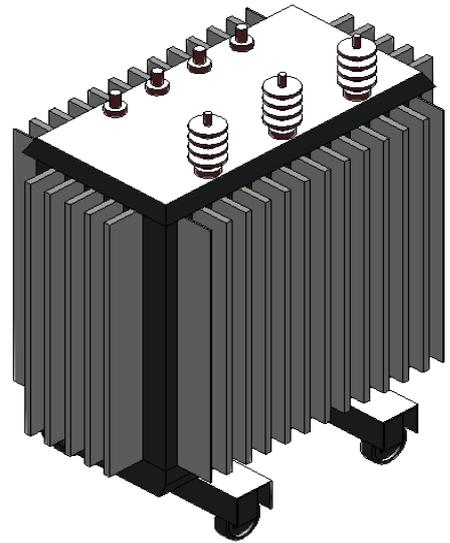


NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1		UNIDADES
		914mmx667 mm	914mmx413 mm	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	-1	
Número máx. de circuitos	OTHER	0	0	
Anchura de cuadro conmutador	LENGTH	667	413	MILLIMETERS
Voltaje de cuadro conmutador	ELECTRICAL_POTENTIAL	480	480	VOLTS
Material de cuadro conmutador	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Longitud de cuadro conmutador	LENGTH	914	914	MILLIMETERS
Altura de cuadro conmutador	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Material de interruptor	OTHER	<Por categoría>	<Por categoría>	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	1	1	AMPERES
Altura total	LENGTH	2286	2286	MILLIMETERS
Número de polos	OTHER	3	3	
Clasificación de carga	OTHER	Potencia	Potencia	
Media longitud de cuadro conmutador	LENGTH	457	457	MILLIMETERS
Elevación por defecto	LENGTH	0	0	MILLIMETERS

FICHA DE FAMILIA Nº52: TRANSFORMADOR SSAA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

Nombre de la familia	Transformador SSAA
Origen	Siemens
Categoría de la familia	Equipos Eléctricos
Título OmniClass	
Número OmniClass	
¿Es una familia anidada?	NO
¿Forma parte de una familia anidada mayor?	NO



NOMBRE DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	TIPO 1	UNIDADES
		FITformer Eco 100kVA	
Width mm	LENGTH	700	MILLIMETERS
Vector group	OTHER	Dyn5	
Terminales de subalimentación	OTHER	-1	
Terminales de alimentación	OTHER	-1	
Rated voltage LV kV	OTHER	0.4	
Sound power level dB	OTHER	40	
Rad1	LENGTH	315	MILLIMETERS
Rated voltage HV kV	OTHER	20	
Potencia de disyuntor principal	ELECTRICAL_CURRENT	1	AMPERES
Modelo	OTHER	FITformer Eco 100kVA	
Mi_Zyl	LENGTH	180	MILLIMETERS
Losses	OTHER	-	
Length mm	LENGTH	1150	MILLIMETERS
No-load loss P0 W	OTHER	0,13	
Ri_L	LENGTH	120	MILLIMETERS
L_2	LENGTH	575	MILLIMETERS
L	LENGTH	1150	MILLIMETERS
Short-circuit loss Pk75 W	OTHER	1,25	
Kuo_luft_h	LENGTH	25	MILLIMETERS
Iso_h	LENGTH	250	MILLIMETERS
Fabricante	OTHER	Siemens AG	
Height mm	LENGTH	1400	MILLIMETERS
H	LENGTH	1400	MILLIMETERS
G	LENGTH	40	MILLIMETERS
E	LENGTH	520	MILLIMETERS
Clearance operation	OTHER	0	
Clearance flashover	OTHER	1	
Apparent power kVA	OTHER	100	
Rated short circuit voltage %	OTHER	4	
B	LENGTH	700	MILLIMETERS

ANEXO III. – TABLAS DE PLANIFICACIÓN

Tabla de planificación Salas Edificio de Control				
Número	Nombre	Nivel	Área	Volumen
1	Almacén	Nivel 1	50 m ²	121,37 m ³
2	Sala de Celdas	Nivel 1	36 m ²	88,70 m ³
3	Sala de Control de la Subestación	Nivel 1	40 m ²	97,92 m ³
4	Sala de Control Eólico	Nivel 1	34 m ²	82,17 m ³
5	Cocina	Nivel 1	7 m ²	17,73 m ³
6	Grupo Electrónico	Nivel 1	14 m ²	33,09 m ³
7	Baño	Nivel 1	2 m ²	4,58 m ³
8	Baño	Nivel 1	1 m ²	3,51 m ³
9	Aseo	Nivel 1	5 m ²	13,18 m ³
10	Aseo	Nivel 1	3 m ²	7,24 m ³

Tabla de planificación de conductores		
Tipo	Longitud	Recuento
Embarrado Rígido	29280	3
LA-280	114127	191
Tubo de Cobre	16840	23

Tabla de planificación de equipos eléctricos

Familia	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Tensión más elevada para el material (valor eficaz)	Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz)	Recuento	Costo
Autovalvula	Lightning Protection	23.80.40.21	132 kV	145 kV	10 kA	3	3240,00
Autovalvula+Soporte			132 kV	145 kV	32 kA	3	3240,00
Embarrado	Power Distribution	23.80.30.14	132 kV		32 kA	2	16200,00
Interruptor AT	Automatic Overload Circuit Breakers	23.80.40.14.11	132 kV	145 kV	32 kA	2	32400,00
Seccionador	Mechanical Switchgear	23.80.30.24.11	132 kV	145 kV	32 kA	2	14763,20
Seccionador PaT	Mechanical Switchgear	23.80.30.24.11	132 kV	145 kV	32 kA	1	15160,00
Trafo Intensidad	Current Transformers	23.80.10.14.14	132 kV	145 kV	32 kA	6	10587,00
Trafo Tension	Safety Transformers	23.80.10.14.17	132 kV	145 kV	32 kA	1	8670,00
Trafo Tension Linea	Transformers	23.80.10.14	132 kV	145 kV	32 kA	3	8670,00
Embarrado 20 kV	Power Distribution	23.80.30.14	20 kV			2	930,00
Reactancia de Puesta a Tierra	Transformer Accessories	23.80.10.14.21	20 kV			1	4890,00
Armario de Comunicaciones	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Armario Mural Acometida Alterna	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Armario Mural de Medida Fiscal	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Armario Protección	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Armario SSAA CA	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Armario SSAA CC	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Armario Telecontrol	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Convertidor	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				1	
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated-CBGS-0 IEC						6	
M_Generador de energía de emergencia diésel	Engine Generators	23.80.10.11.11.11				1	
Rectificador Batería	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17				2	
Siemens_transformer_FITformer						1	
Transformer_Quintanilla	Transformers	23.80.10.14				1	367400,00

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Armario de Comunicaciones					
Armario de Comunicaciones	914mmx667mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Armario Mural Acometida Alterna					
Armario Mural Acometida Alterna	914mmx667mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Armario Mural de Medida Fiscal					
Armario Mural de Medida Fiscal	610mmx660mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Armario Protección					
Armario Protección	1067mmx972mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Armario SSAA CA					
Armario SSAA CA	914mmx667mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Armario SSAA CC					
Armario SSAA CC	914mmx667mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Armario Telecontrol					
Armario Telecontrol	1067mmx972mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Autovalvula					
Autovalvula	Autoválvula 132 kV	Lightning Protection	23.80.40.21	132 kV	3240,00
Autovalvula	Autoválvula 132 kV	Lightning Protection	23.80.40.21	132 kV	3240,00
Autovalvula	Autoválvula 132 kV	Lightning Protection	23.80.40.21	132 kV	3240,00
Autovalvula+Soporte					
Autovalvula+Soporte	Autovalvula+Soporte			132 kV	3240,00
Autovalvula+Soporte	Autovalvula+Soporte			132 kV	3240,00
Autovalvula+Soporte	Autovalvula+Soporte			132 kV	3240,00
Canal de Cables					
Canal de Cables	Canal de Cables				

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables Tipo2				
Canal de Cables	Canal de Cables				
Canal de Cables	Canal de Cables				
Convertidor					
Convertidor	610mmx622mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Cubeta de ducha - Desagüe centrado					
Cubeta de ducha - Desagüe centrado	900 x 900 mm				
Cubeta de ducha - Desagüe centrado	900 x 900 mm				
Deposito Aceite					
Deposito Aceite	Deposito Aceite				
Door-Floor_Access-Bilco-Single_Leaf					
Door-Floor_Access-Bilco-Single_Leaf	(See Type Catalog)	Access Doors	23.30.10.27.17		
Door-Floor_Access-Bilco-Single_Leaf	(See Type Catalog)	Access Doors	23.30.10.27.17		
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated- CBGS-0 IEC					

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated- CBGS-0 IEC	Load Break Switch				
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated- CBGS-0 IEC	Load Break Switch				
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated- CBGS-0 IEC	Load Break Switch				
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated- CBGS-0 IEC	Load Break Switch				
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated- CBGS-0 IEC	Load Break Switch				
Electrical - Switchgear_Schneider Electric-Medium Voltage Gas Insulated- CBGS-0 IEC	Load Break Switch				
Embarrado					
Embarrado	Embarrado 132 kV	Power Distribution	23.80.30.14	132 kV	16200,00
Embarrado	Embarrado 132 kV	Power Distribution	23.80.30.14	132 kV	16200,00
Embarrado 20 kV					
Embarrado 20 kV	Embarrado 20 kV	Power Distribution	23.80.30.14	20 kV	930,00
Embarrado 20 kV	Embarrado 20 kV	Power Distribution	23.80.30.14	20 kV	930,00
FosoTransformador					

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
FosoTransformador	FosoTransformador				
Grifo					
Grifo	Grifo	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Grifo	Grifo	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Grifo	Grifo	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Inodoro con mochila-3D					
Inodoro con mochila-3D	Estándar	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Inodoro con mochila-3D	Estándar	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Interruptor AT					
Interruptor AT	132 kV	Automatic Overload Circuit Breakers	23.80.40.14.11	132 kV	32400,00
Interruptor AT	132 kV	Automatic Overload Circuit Breakers	23.80.40.14.11	132 kV	32400,00
L&E POST TOP PTL209 L200					
L&E POST TOP PTL209 L200	65W LED-COB 4000K Symmetrical wide beam	Lighting	23.80.70.00		
L&E POST TOP PTL209 L200	65W LED-COB 4000K Symmetrical wide beam	Lighting	23.80.70.00		
L&E POST TOP PTL209 L200	65W LED-COB 4000K Symmetrical wide beam	Lighting	23.80.70.00		
L&E POST TOP PTL209 L200	65W LED-COB 4000K Symmetrical wide beam	Lighting	23.80.70.00		
L&E POST TOP PTL209 L200	65W LED-COB 4000K Symmetrical wide beam	Lighting	23.80.70.00		
L&E POST TOP PTL209 L200	65W LED-COB 4000K Symmetrical wide beam	Lighting	23.80.70.00		
L&E POST TOP PTL209 L200	65W LED-COB 4000K Symmetrical wide beam	Lighting	23.80.70.00		
Lavamanos suspendido-3D					

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Lavamanos suspendido-3D	450 x 390mm	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Lavamanos suspendido-3D	450 x 390mm	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Lavamanos suspendido-3D	450 x 390mm	Sanitary, Laundry, and Cleaning Equipment	23.45.00.00		
Lighting_Other- Lighting_Martin_Exterior-Projection- 1000					
Lighting_Other- Lighting_Martin_Exterior-Projection- 1000	Wide	Specialized Lighting by Location or Use	23.80.70.11.17		
Lighting_Other- Lighting_Martin_Exterior-Projection- 1000	Wide	Specialized Lighting by Location or Use	23.80.70.11.17		
Lighting_Other- Lighting_Martin_Exterior-Projection- 1000	Wide	Specialized Lighting by Location or Use	23.80.70.11.17		
Lighting_Other- Lighting_Martin_Exterior-Projection- 1000	Wide	Specialized Lighting by Location or Use	23.80.70.11.17		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC					
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Codo de tubo - Sin uniones - RMC	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
M_Cuerpo de tubo - Tipo T - Aluminio	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Cuerpo de tubo - Tipo T - Aluminio	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Cuerpo de tubo - Tipo T - Aluminio	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Cuerpo de tubo - Tipo T - Aluminio	Estándar	Conduits	23.80.30.17.11		
M_Escalera					
M_Escalera	Estándar	Ladders	23.30.70.17		
M_Escalera	Estándar	Ladders	23.30.70.17		
M_Generador de energía de emergencia diésel					
M_Generador de energía de emergencia diésel	200 kW	Engine Generators	23.80.10.11.11.11		
M_Mesa-Rectangular					
M_Mesa-Rectangular	1830 x 0762mm	Residential Tables and Cabinets	23.40.20.14.17		
M_Mesa-Rectangular	1830 x 0762mm	Residential Tables and Cabinets	23.40.20.14.17		
M_Plafón - Cuadrado parabólico					
M_Plafón - Cuadrado parabólico	0600 x 0600 mm (4 Lámparas) - 277 V	Downlights	23.80.70.11.14.11		
M_Plafón - Cuadrado parabólico	0600 x 0600 mm (4 Lámparas) - 277 V	Downlights	23.80.70.11.14.11		
M_Plafón - Cuadrado parabólico	0600 x 0600 mm (4 Lámparas) - 277 V	Downlights	23.80.70.11.14.11		
M_Plafón - Cuadrado parabólico	0600 x 0600 mm (4 Lámparas) - 277 V	Downlights	23.80.70.11.14.11		
M_Plafón - Cuadrado parabólico	0600 x 0600 mm (4 Lámparas) - 277 V	Downlights	23.80.70.11.14.11		
M_Plafón - Cuadrado parabólico	0600 x 0600 mm (4 Lámparas) - 277 V	Downlights	23.80.70.11.14.11		

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
M_Puerta-Exterior-Doble					
M_Puerta-Exterior-Doble	1800 x 2000mm	Doors	23.30.10.00		
M_Puerta-Exterior-Doble	1800 x 2000mm	Doors	23.30.10.00		
M_Puerta-Exterior-Doble	1800 x 2000mm	Doors	23.30.10.00		
M_Puerta-Exterior-Doble	1800 x 2000mm	Doors	23.30.10.00		
M_Silla-Oficina (brazos)					
M_Silla-Oficina (brazos)	M_Silla-Oficina (brazos)	Chairs	23.40.20.14.14.11		
M_Silla-Oficina (brazos)	M_Silla-Oficina (brazos)	Chairs	23.40.20.14.14.11		
M_Zapata-Rectangular					
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Autovalvula	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Autovalvula	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Autovalvula	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Portico	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Portico	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Seccionador	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Seccionador	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Seccionador	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Seccionador	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Seccionador	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Seccionador	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TI	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TI	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TI	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TI	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TI	Shallow Foundations	23.25.05.17		

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TI	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Interruptor	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Interruptor	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Embarrado	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Embarrado	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Embarrado	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Embarrado	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TT	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TT	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TT Linea	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TT Linea	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion TT Linea	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Autovalvula	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Autovalvula	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Autovalvula	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Embarrado MT	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Embarrado MT	Shallow Foundations	23.25.05.17		
M_Zapata-Rectangular	Cimentacion Reactancia	Shallow Foundations	23.25.05.17		
Mesa con Sillas Reuniones					
Mesa con Sillas Reuniones	1200 x 1700 mm				
Portico					
Portico	Portico	Power Distribution	23.80.30.14		
Puerta abatible 1					
Puerta abatible 1	80 x 210 cm				
Puerta abatible 1	80 x 210 cm				

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Puerta abatible 1	80 x 210 cm				
Puerta abatible 2					
Puerta abatible 2	62.5 x 203 cm				
Puerta abatible 2	62.5 x 203 cm				
Puerta abatible 2	62.5 x 203 cm				
Puerta abatible 2	62.5 x 203 cm				
Puerta abatible 2	62.5 x 203 cm				
Reactancia de Puesta a Tierra					
Reactancia de Puesta a Tierra	Reactancia de Puesta a Tierra	Transformer Accessories	23.80.10.14.21	20 kV	4890,00
Rectificador Batería					
Rectificador Batería	914mmx667mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Rectificador Batería	914mmx667mm	Distribution Boards and Control Panels	23.80.30.11.17		
Seccionador					
Seccionador	Seccionador	Mechanical Switchgear	23.80.30.24.11	132 kV	14763,20
Seccionador	Seccionador	Mechanical Switchgear	23.80.30.24.11	132 kV	14763,20
Seccionador PaT					
Seccionador PaT	Seccionador PaT 132 kV	Mechanical Switchgear	23.80.30.24.11	132 kV	15160,00
Siemens_transformer_FITformer					
Siemens_transformer_FITformer	FITformer Eco 100kVA 20kV				
silla					
silla	silla				
silla	silla				
silla	silla				
silla	silla				
Trafo Intensidad					

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Trafo Intensidad	Trafo Intensidad	Current Transformers	23.80.10.14.14	132 kV	10587,00
Trafo Intensidad	Trafo Intensidad	Current Transformers	23.80.10.14.14	132 kV	10587,00
Trafo Intensidad	Trafo Intensidad	Current Transformers	23.80.10.14.14	132 kV	10587,00
Trafo Intensidad	Trafo Intensidad	Current Transformers	23.80.10.14.14	132 kV	10587,00
Trafo Intensidad	Trafo Intensidad	Current Transformers	23.80.10.14.14	132 kV	10587,00
Trafo Intensidad	Trafo Intensidad	Current Transformers	23.80.10.14.14	132 kV	10587,00
Trafo Tension					
Trafo Tension	Trafo Tension	Safety Transformers	23.80.10.14.17	132 kV	8670,00
Trafo Tension Linea					
Trafo Tension Linea	Trafo Tension Linea	Transformers	23.80.10.14	132 kV	8670,00
Trafo Tension Linea	Trafo Tension Linea	Transformers	23.80.10.14	132 kV	8670,00
Trafo Tension Linea	Trafo Tension Linea	Transformers	23.80.10.14	132 kV	8670,00
Transformer_Quintanilla					
Transformer_Quintanilla	Transformer_Quintanilla	Transformers	23.80.10.14		367400,00
Tubo sin uniones					
Tubo sin uniones	Embarrado Rigido				
Tubo sin uniones	Embarrado Rigido				
Tubo sin uniones	Embarrado Rigido				
Tubo sin uniones	Embarrado Rigido				
Tubo sin uniones	Embarrado Rigido				
Tubo sin uniones	Embarrado Rigido				
Tubo sin uniones	LA-280				
Tubo sin uniones	LA-280				
Tubo sin uniones	LA-280				
Tubo sin uniones	LA-280				

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Tubo sin uniones	Tubo de Cobre				
Tubo sin uniones	Tubo de Cobre				
Tubo sin uniones	Tubo de Cobre				
Tubo sin uniones	Tubo de Cobre				
Tubo sin uniones	Tubo de Cobre				
Tubo sin uniones	Tubo de Cobre				
Windows_Gealan_S9000_Two-Piece-Window-Turn-Tilt					
Windows_Gealan_S9000_Two-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows_Gealan_S9000_Two-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows	23.30.20.00		
Windows_Gealan_S9000_Two-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows_Gealan_S9000_Two-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows	23.30.20.00		
Windows_Gealan_S9000_Two-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows_Gealan_S9000_Two-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows	23.30.20.00		
Windows_Opening-Hinge_S9000_Three-Piece-Window-Turn-Tilt					
Windows_Opening-Hinge_S9000_Three-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows_Opening-Hinge_S9000_Three-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows	23.30.20.00		

Tabla de planificación de multicategoría

Familia	Tipo	Título OmniClass	Número OmniClass	Tensión nominal	Costo
Windows_Opening-Hinge_S9000_Three-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows_Opening-Hinge_S9000_Three-Piece-Window-Turn-Tilt	Windows	23.30.20.00		
Total general: 605					