

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM-VDC
UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS REVIT Y REVIZTO
PARA LA COMPATIBILIZACIÓN Y GESTIÓN DE
INFORMACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO –
RECUPERACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL
HOSPITAL APOYO CASMA II-1”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Juan Pablo Gonzales Saenz

Asesor:

Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto

<https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Lima - Perú

INFORME DE SIMILITUD



Página 2 of 172 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:2997029649




13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
0 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi padre, por sus enseñanzas, su amor y apoyo en cada etapa de mi vida

A mi madre, por el amor, ternura y motivación en cada uno de mis pasos

A mis hermanos, por su apoyo y aporte en mi desarrollo profesional

AGRADECIMIENTO

A Dios por su compañía y permitir todas mis experiencias para crecimiento personal y profesional.

A mi familia, quienes me brindaron aprecio, apoyo y comprensión en todo momento, entendiendo mis ausencias y preocupaciones. Su cariño fue la fuerza que me impulsó a seguir adelante. A mi esposa Adriana Tarazona Ñaupá, por su amor incondicional y su apoyo constante, que ha sido fundamental en cada paso de este camino.

A mis amigos y personas quienes contribuyeron en la realización de este trabajo, con quienes tuve la ocasión de cooperar en las iniciativas en las que participé, donde me brindaron su aporte a través de sus experiencias.

A mi asesor de tesis, Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto por su guía, paciencia, y apoyo incondicional a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus comentarios, sugerencias y críticas constructivas fueron fundamentales para que este trabajo sea posible.

TABLA DE CONTENIDO

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	64
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	120
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	156
REFERENCIAS	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz FODA de Consorcio Suyay II.....	15
Tabla 2 Los hitos de Plan BIM Perú.....	26
Tabla 3 Comparativa entre reuniones normales y sesiones ICE	54
Tabla 4 Issues del Expediente técnico, detectadas aplicando el software Revitzo.....	124
Tabla 5 Cantidad del tipo de deficiencias de nuestro Expediente Técnico	134
Tabla 6 Ahorro en Issues de prioridad crítica.....	150
Tabla 7 Ahorro en Issues de prioridad mayor	151
Tabla 8 Ahorro en Issues de prioridad menor	151
Tabla 9 Ahorro total del proyecto.....	153
Tabla 10 Ahorro en días por solución temprana de Issues	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama del área del CONSORCIO SUYAY II.....	17
Figura 2 Ciclo de vida de un activo.....	20
Figura 3 Logo de la plataforma Revizto.....	20
Figura 4 Logo de la herramienta de modelado BIM Revit.....	21
Figura 5 Implementación del sistema BIM a nivel mundial	23
Figura 6 Nivel de adopción BIM en Chile	24
Figura 7 Esquema de resumen de acciones Plan BIM Perú	29
Figura 8 Nivel de implementación de la metodología BIM en proyectos constructivos llevados a cabo en las jurisdicciones de Lima Metropolitana y Callao.....	30
Figura 9 Análisis comparativo de la implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción de Lima Metropolitana y Callao entre los años 2017-2020.	31
Figura 10 Nivel de adopción BIM.....	35
Figura 11 Ruta para la admisión, desarrollo y acompañamiento de proyectos	41
Figura 12 Idea de BIM	43
Figura 13 Las 7 dimensiones de BIM	45
Figura 14 Digitalización de la construcción.....	46
Figura 15 Desarrollo de la información según la EN-ISO 10560-1	48
Figura 16 Fases de la implementación BIM para un proyecto.....	49
Figura 18 Ventajas de la implementación CDE	56
Figura 19 Flujo de estados de trabajo del CDE.....	57
Figura 20 Articulación de los requisitos de información y los entregables de información	58
Figura 21 Modelo BEP.....	62
Figura 22 Ubicación geográfica del proyecto	65
Figura 23 Ubicación geográfica del proyecto	66
Figura 24 Captura del punto geodésico	69
Figura 25 Fotografía del punto geodésico físico del proyecto	70
Figura 26 Plantillas de la herramienta Revit	71
Figura 27 Vista del emplazamiento	72
Figura 28 Unidades del proyecto.....	73
Figura 29 Vincular formatos CAD.....	74

Figura 30	Curvas topográficas del proyecto.....	75
Figura 31	Vista alzado Este.....	76
Figura 32	Vista propiedades.....	77
Figura 33	Punto de reconocimiento activado para movimiento.....	78
Figura 34	Proceso de adquirir coordenadas.....	79
Figura 35	Confirmación del Revit de las coordenadas adquiridas.....	79
Figura 36	Proceso de adquirir coordenadas.....	80
Figura 37	Punto movido al punto geodésico.....	81
Figura 38	Punto bloqueado de movimiento.....	82
Figura 39	Punto base del proyecto y ángulo girado.....	83
Figura 40	Posicionamiento del proyecto.....	83
Figura 41	Creación del perfil topográfico.....	84
Figura 42	Generación del perfil topográfico.....	85
Figura 43	Creación del modelo arquitectura.....	85
Figura 44	Vinculación del archivo topográfico.....	86
Figura 45	Modelo de elementos representativos.....	87
Figura 46	Comparativo de Revizto VS Navisworks.....	89
Figura 47	Página para descargar Revizto.....	90
Figura 48	Revizto en software Revit.....	91
Figura 49	Vista en 3D en Revit.....	91
Figura 50	Configuración de publicación.....	92
Figura 51	Modelo en plataforma Revizto.....	93
Figura 52	Vista inicial Revizto.....	94
Figura 53	Configuración de Revizto.....	95
Figura 54	Configuración de Revizto.....	96
Figura 55	Seguimiento de Issues en Revizto.....	97
Figura 56	Vista en 2D en Revizto.....	98
Figura 57	Vista en 3D en Revizto.....	99
Figura 58	Vista en 3D en Revizto.....	100
Figura 59	Solución de Issue entre ACI vs Sanitarias.....	101
Figura 60	Solución de Issue entre Mecánicas vs Arquitectura.....	102
Figura 61	Vista 3D del proyecto.....	103
Figura 62	Sesión ICE del Consorcio.....	104
Figura 63	Proceso de intercambio de información.....	105

Figura 64	Proceso de intercambio de información.....	106
Figura 65	Proceso de coordinación con el subcontratista	108
Figura 66	Guía de uso de Revizto	109
Figura 67	Pasos para creación de Issue en Revizto.....	110
Figura 68	Características de los sellos de un Issue.....	111
Figura 69	Ejemplo de sello usado en el proyecto.....	112
Figura 70	Ejemplo de sello usado en el proyecto.....	112
Figura 71	Asignación de estado y prioridad a un Issue.....	114
Figura 72	Lista de Issue con prioridad crítica	115
Figura 73	Lista de Issue con prioridad mayor	115
Figura 74	Creación y edición de Mark Up en Issues.....	116
Figura 75	Ubicación del botón chat en Revizto	117
Figura 76	Funciones del chat Revizto	118
Figura 77	Historial del chat de un Issue	119
Figura 78	Modelo de arquitectura vista 3D.....	122
Figura 79	Modelo Estructuras vista 3D.....	123
Figura 80	Porcentaje de deficiencias detectadas empleando BIM	135
Figura 81	Porcentaje de Issues según especialidad	136
Figura 82	Porcentaje de Issues de especialidad.....	136
Figura 83	Lista de Issues de Arquitectura	137
Figura 84	Prioridad de Issues de Arquitectura	138
Figura 85	Proceso de desarrollo de una Issue	139
Figura 86	Lista de Issue de Estructuras.....	140
Figura 87	Proceso de desarrollo de un Issue de estructuras	141
Figura 88	Estado de las Issues de Instalaciones Sanitarias	142
Figura 89	Lista de Issues de Instalaciones Sanitarias.....	142
Figura 90	Proceso de desarrollo de una Issue de Sanitarias.....	143
Figura 91	Estado de las Issues de Instalaciones Eléctricas	144
Figura 92	Lista de Issues de Instalaciones Eléctricas.....	144
Figura 93	Prioridad de los Issues de Instalaciones Eléctricas	145
Figura 94	Proceso de desarrollo de una Issue de Instalaciones Eléctricas	146
Figura 95	Proceso de desarrollo de una Issue de Instalaciones Eléctricas.....	147
Figura 96	Estado de las Issues de Instalaciones Mecánicas	147
Figura 97	Lista de Issues de Instalaciones Mecánicas	148

Figura 98 Proceso de desarrollo de una Issue de Instalaciones Mecánicas.....	149
Figura 99 Formato de reportes diarios del Proyecto	150
Figura 100 Porcentaje ahorrado en los 2 primeros años.....	152
Figura 101 Porcentaje total ahorrado en el proyecto.....	153
Figura 102 Mejora de tiempo con BIM.....	155

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito principal del proyecto de suficiencia profesional es promover y dar a conocer el uso del Software como una herramienta BIM, para la compatibilización y la gestión de la información de todo el expediente técnico del proyecto de servicio de salud hospital de Casma II-1 en el Distrito de Casma, Provincia de Casma, Departamento de Ancash, este expediente fue realizado por la empresa CONSORCIO SUYAY II aplicando la metodología BIM y utilizando las herramientas Revit para el desarrollo de los modelos y Revizto, para la gestión de la información como una plataforma centralizada. Se realizó la transferencia de información de los planos y modelos, mediante un aplicativo desde la herramienta Revit a la plataforma de Revizto de manera directa. Revizto al ser una plataforma colaborativa integrada, optimiza los procesos a lo largo de todo el proyecto al proporcionar una perspectiva global para todas las partes involucradas. Esta plataforma facilita la coordinación BIM y la revisión en tiempo real del proyecto en 2D y 3D, además, esta herramienta es versátil, ya que puede utilizarse tanto en línea como fuera de línea. Gracias a su rastreador de incidencias, los integrantes del equipo pueden identificar y gestionar problemas basados en modelo 3D y hojas 2D.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La metodología BIM-VDC se erige como una herramienta estratégica para optimizar la gestión de la información contenida en el expediente técnico del Hospital Apoyo Casma II-1, en el marco de los esfuerzos por restablecer los servicios de salud en esta institución. Esta metodología BIM-VDC, que fusiona la modelización de información de la construcción (BIM) con el diseño y construcción virtual (VDC), facilita la integración y coordinación de todos los aspectos del proyecto en un entorno colaborativo virtual, optimizando así los procesos constructivos. El uso de estas herramientas específicas como Revit y Revizto potencia y simplifica la compatibilización y el manejo de datos, mejorando la comunicación entre los diversos participantes en el proyecto y reduciendo los errores y retrabajos durante la ejecución de la obra. Tiene como objetivo principal la implementación de la metodología BIM-VDC, mediante el empleo de las herramientas informáticas Revit y Revizto, en el proyecto de recuperación de los servicios de salud del Hospital Apoyo Casma II-1. En este sentido, se detallarán las funcionalidades y aplicaciones de dichas herramientas en el desarrollo del proyecto. Además, se identificarán las ventajas de la aplicación de la metodología BIM-VDC en el proyecto a tratar, así como las lecciones adquiridas y sugerencias para futuras implementaciones. A través de este trabajo se pretende divulgar las buenas prácticas asociadas a la adopción de la metodología BIM-VDC en proyectos de infraestructura sanitaria, con especial énfasis en aquellos que buscan restablecer servicios esenciales para la comunidad. Se prevé que esta investigación sirva como fundamento para el desarrollo de futuras investigaciones en este campo, sentando las bases para el avance del conocimiento en la materia.

El Consorcio Suyay II, que figura con el número de Registro Único de Contribuyentes (RUC) 20607966991, está catalogado como contribuyente bajo el régimen

de 40 contratos de Colaboración empresarial. Fue inscrito oficialmente el 15 de mayo de 2021 y comenzó sus operaciones el 13 de mayo de 2021. Su estado tributario es activo y está asignado a la dependencia 0023 de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) en Lima. La dirección fiscal del consorcio se ha validado y está catalogada como habilitado.

El Consorcio Suyay II está integrado por las empresas GCZ e IBT, compañías con una destacada trayectoria en el sector de la construcción, que cuentan con entre 18 y 40 años de experiencia en la ejecución de proyecto. Estas empresas se destacan por su capacidad para adaptarse a diversas áreas y fases de un proyecto, ofreciendo valores diferenciales. Con un amplio conocimiento técnico, respaldo financiero internacional y experiencia en la construcción de centrales hidroeléctricas, el consorcio fue creado con el objetivo de llevar a cabo proyectos con altos estándares de calidad, productividad, innovación, responsabilidad social y uso de tecnología avanzada. Entre sus proyectos actuales, se incluyen el diseño y construcción del hospital de Recuay, de categoría II-1, en el distrito y provincia de Recuay, Áncash, con un presupuesto de S/. 94,558,409.99 y un plazo de 18 meses bajo un contrato NEC3; la construcción del hospital de Casma, de categoría II-1, en la provincia de Casma, Áncash, con un presupuesto de S/. 110,070,992.86 y un plazo de 18 meses; el centro de salud Yungar, de categoría I-1, en el distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Áncash, con un presupuesto de S/. 11,425,252.90 y un plazo de 11 meses; el hospital de Caraz, de categoría II-1, en el distrito de Caraz, provincia de Huaylas, Áncash, con un presupuesto de S/. 108,122,295.92 y un plazo de 17 meses; y el hospital de San Nicolás, de categoría I-4, en el distrito de San Nicolás, provincia de Fitzcarrald, Áncash, con un presupuesto de S/. 14,612,049.15 y un plazo de 11 meses. Por último, se menciona el proyecto ubicado en el departamento de La libertad que tiene por nombre Diseño y construcción del Hospital de Cascas de categoría II - 1, distrito de Cascas, provincia de Gran Chimú con el monto S/.

82,507,481.28, el plazo de 17 meses. Todos estos proyectos mencionados previamente son con un tipo de contrato NEC3.

La misión del Consorcio es proporcionar soluciones de infraestructura sanitaria de alta calidad, cumpliendo con los más altos estándares de la industria y asegurando la satisfacción total del cliente en cada etapa del proyecto. Se compromete a respetar los estándares de calidad y los plazos establecidos, procurando la satisfacción de sus clientes mediante una rigurosa supervisión de calidad de sus productos terminados.

La visión del consorcio es posicionarse como líder en el sector construcción, distinguiéndose por ofrecer el servicio e innovación más destacados en todos sus proyectos. Aspira a ser reconocido por su excelencia operacional, trabajando siempre con ética y siendo una empresa de confianza para sus clientes. Además, se muestra firmemente comprometido con el bienestar y desarrollo de sus colaboradores.

Los valores principales del consorcio son los siguientes:

- Calidad.
- Responsabilidad.
- Competitividad.
- Sostenibilidad.

El análisis FODA (Oportunidades, Debilidades, Fortalezas y Amenazas) permite analizar la situación de la empresa mediante factores internos y externos de una forma directa. En la tabla 1 se indica la matriz de FODA del Consorcio Suyay II en esta se mencionan las fortalezas y las oportunidades que tiene el consorcio, así como también se muestran sus debilidades y amenazas.

Tabla 1

Matriz FODA de Consorcio Suyay II

Fortalezas	Oportunidades
Experiencia en la construcción de proyectos hospitalarios, tanto dentro como fuera del país.	Reconocimiento a nivel nacional gracias a la utilización de la metodología BIM.
Especialistas en proyectos en el desarrollo de proyectos de Restauración y en la puesta en valor de edificios Históricos.	Recomendaciones por Clientes satisfechos con los proyectos entregados.
En cada proyecto se tienen objetivos en un desarrollo sostenible para mejorar las poblaciones involucradas, preocupándose por preservar el medio Ambiente.	Accesibilidad a cualquier tipo de crédito en los bancos, por su desempeño laboral y experiencia en la construcción.
Se adhieren a los estándares de calidad y plazos establecidos por éste, dando satisfacción y confianza a sus clientes.	Reconocimiento por el cumplimiento estricto de todos los requisitos legales y reglamentarios, dándose paso a nuevos y grandes proyectos con confiabilidad y seguridad.
Debilidades	Amenazas
Pocos empleados desconocen los valores corporativos, misión y visión de la empresa.	Paralización de obras por fuerzas externas como paros nacionales, sindicato de construcción.
Limitación de publicidad digital como (Facebook, WhatsApp, Pagina Web);	Fenómenos naturales que puede generarse, como; Fenómeno del niño, Yacu, etc. Que impiden el avance de la ejecución de la obra.
Falta de mantenimiento de los equipos de trabajo que provoca el retraso del proyecto.	Saturación del mercado por creación de nuevas empresas del mismo rubro.

Clientes que no respetan el tiempo de las etapas del proceso del proyecto por la desinformación sobre el desarrollo de la tecnología BIM.

Nota. Esta matriz FODA fue elaborada con base en un análisis interno de la organización del Consorcio Suyay II realizado en 2021.

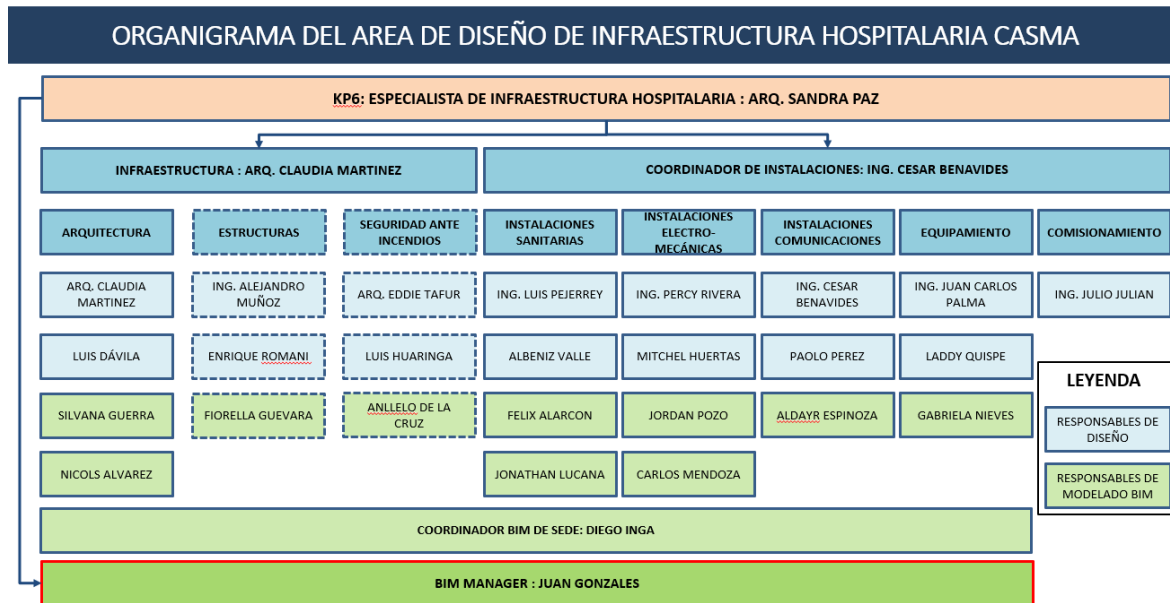
Según la cláusula 24.1 de este contrato “el contratista deberá proveer personal competente y con experiencia adecuada para desempeñar las funciones del personal clave”.

Los siguientes integrantes son designados como parte del equipo clave del proyecto:

- KP1- director de proyecto.
- KP2- responsables de sitio (residente).
- KP3- responsables de procura.
- KP4- responsables de costo y presupuesto.
- KP5- responsables de control de calidad.
- KP6- especialista en infraestructura hospitalaria.
- KP7- especialista en equipamiento hospitalario.
- KP8- especialista en planeamiento y programación.
- KP9- jefe de producción
- KP10- responsable de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (SSOMA).

La figura 1 muestra el organigrama del área de diseño de infraestructura hospitalaria en Casma, destacando la distribución de roles y la jerarquía dentro del equipo. La responsabilidad del diseño de infraestructura recae tanto en el especialista de infraestructura (KP6) como en el BIM Manager. Este esquema organizativo ha sido adaptado del Consorcio Suyay II.

Figura 1
Organigrama del área del CONSORCIO SUYAY II



Nota. La figura 1 se visualiza el organigrama del área de diseño de infraestructura hospitalaria, resaltando la distribución de roles y la jerarquía. Donde se ubica el KP6, especialista de infraestructura hospitalaria, quien es una de las diez personas claves que el bajo el contrato NEC 3 opción F. Adaptado de Consorcio Suyay II.

A lo largo de mi carrera profesional, he adquirido una amplia experiencia en el campo de la construcción y la ingeniería, especialmente en la utilización de la metodología BIM (Building Information Modeling). Comencé en 2010 como practicante dibujante CAD, aprendiendo a desarrollar planos para moldes de inyección de plástico, adicionalmente trabajé desarrollando planos estructurales para la empresa Gramsa S.A.C. Posteriormente, en 2012, ingresé a COSAPI S.A., donde me desempeñé como modelador BIM, participando en proyectos de modelado 3D y en la creación de plantillas básicas. En 2015, utilicé la metodología BIM para detección de interferencias y participé en sesiones ICE (Integrated Concurrent Engineering) con subcontratistas. En 2017, colaboré en el proyecto Colegio Roosevelt y Centro Peruano de Audición Lenguaje y Aprendizaje (CPAL) como

Coordinación BIM, especializándome en coordinación de proyectos y capacitación de coordinadores. En 2017, trabajé en el proyecto Remodelación y Ampliación de Villa Deportiva la Videna (LIMA 2019) como especialista BIM, donde implementé estrategias innovadoras para la ejecución efectiva del proyecto. Participé en la integración de más de 107 subcontratistas y 222 proveedores, así como en la coordinación con el cliente Lima 2019 y sus asesores MACE y ARUP. Desde mayo de 2019 hasta julio de 2021, trabajé en el proyecto Mejoramiento y Ampliación de Hospital Llata, como encargado del área BIM en la fase de construcción. Donde fui participe en la implementación de la metodología Virtual Design and Construction (VDC) junto con mentores de la Universidad de Lima y de Stanford. Desde el año 2021, me desempeño en el Consorcio Suyay II S.A en los proyectos Hospital de Casma, Hospital de Recuay y Centro de Salud Yungar como BIM Manager. Me especializo en aplicar la metodología BIM con estándares locales, británicos y el ISO 19650, integrando procesos a través de plataformas colaborativas en coordinación con el cliente ARCC y UKDT.

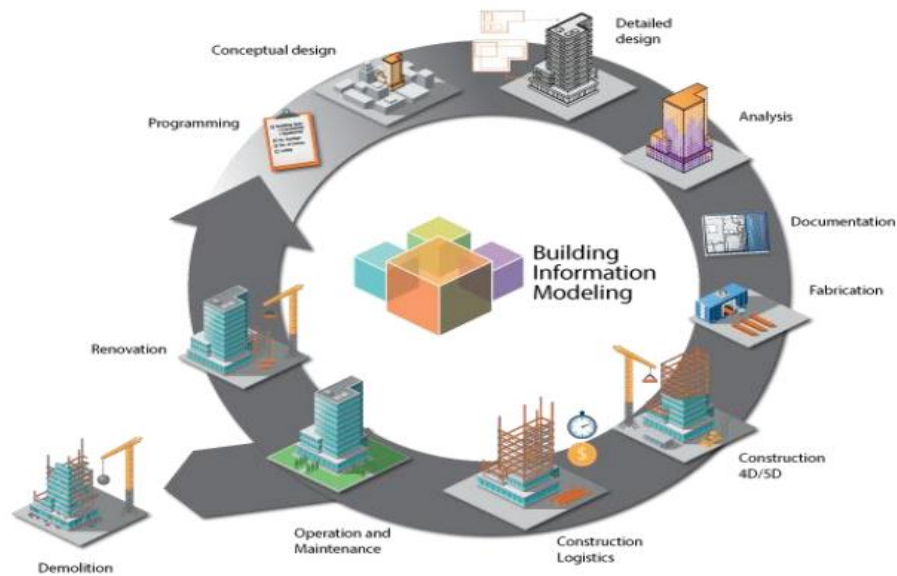
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del uso de la metodología BIM.

La metodología BIM representa un método de trabajo donde se utiliza los modelos virtuales e información para gestionar el proceso completo de un proyecto. Implica que diferentes profesionales, como ingenieros, arquitectos, constructores y otros, puedan y deban saber en qué consiste y cómo usar las herramientas BIM para cumplir con sus funciones en el proyecto (Gómez et al.,2023).

La figura 2 representa el ciclo de vida del Modelado de Información de Construcción (BIM) y destaca las diferentes etapas del proceso. Comienza con el diseño conceptual, seguido de la programación y el diseño detallado. Posteriormente, se realiza el análisis y la documentación, antes de pasar a la fabricación. Luego, la construcción se lleva a cabo utilizando técnicas de construcción 4D/5D y logística de construcción. Después de la construcción, el edificio entra en la fase de operación y mantenimiento. Finalmente, el ciclo concluye con la renovación o demolición del edificio. Este enfoque integral de BIM asegura una gestión eficiente y sincronizada a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto de edificación.

Figura 2
Ciclo de vida de un activo



Nota. Se muestra la figura de involucramiento del BIM en diferentes ciclos de vida de una edificación. Adaptado de *Autodesk*.

La figura 3 muestra el logo del software Revizto la cual es una plataforma colaborativa integrada que permite maximizar las dinámicas de trabajo durante todo el ciclo de vida del proyecto., proporcionando una visión única del mismo, para todas las partes interesadas. Con su uso se facilita la coordinación BIM, así como la revisión del proyecto en tiempo real tanto como las informaciones de 2D y 3D como en realidad virtual.

Figura 3
Logo de la plataforma Revizto



Nota. Se muestra la figura el logo de la plataforma de Revizto que forma parte de la herramienta BIM. Adaptado de *Revizto*.

Autodesk Revit es un software de diseño avanzado que forma parte de las herramientas BIM para arquitectura e ingeniería. Esta herramienta facilita el proceso de

diseño de proyectos y la colaboración en equipo. Una de sus características más notables es que todo lo que se modela se realiza a través de objetos inteligentes, llamados familias paramétricas, que se representan en 3D a medida que avanza el proyecto, desde la planta baja hasta las plantas más altas. Revit, como herramienta de modelado de información para la construcción (BIM), fomenta una metodología de trabajo colaborativa que se basa en la creación de modelos paramétricos de los elementos constructivos de un edificio (Acosta et al., 2022).

La Figura 4 muestra el logotipo de Autodesk Revit, un software de modelado de información para la construcción (BIM) que faculta a arquitectos, ingenieros y constructores a desarrollar representaciones digitales detalladas y exactas de edificaciones y estructuras. Revit, una avanzada herramienta BIM, permite la visualización tridimensional de proyectos arquitectónicos, lo que facilita una gestión integral de la información constructiva. Esta capacidad optimiza los procesos de diseño, construcción y mantenimiento de edificios, garantizando una mayor eficiencia y calidad en los resultados finales.

Figura 4

Logo de la herramienta de modelado BIM Revit



Nota. Se muestra la imagen del logo de la herramienta de modelado BIM Revit. Adaptado de Autodesk.

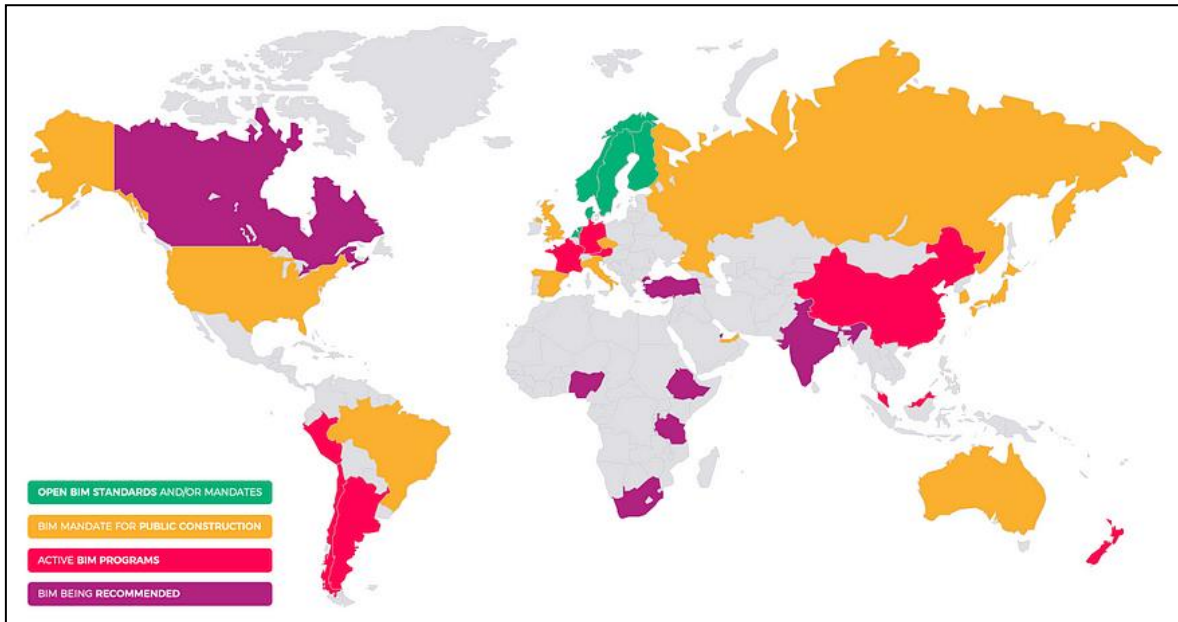
2.1.1. Implementación de la metodología BIM en el mundo.

A nivel mundial, los países que han adoptado la metodología BIM en el ámbito gubernamental han establecido sus propios estándares. Según Zúñiga y Abdelnour (2020),

naciones como Japón, Canadá, Estados Unidos y Corea del Sur han comenzado a desarrollar habilidades específicas para que los entornos laborales se ajusten progresivamente a las nuevas demandas, reduciendo así la resistencia al cambio y los impactos negativos durante la implementación del método BIM. En América Latina, países como Chile, Brasil, México, Argentina, Uruguay y Perú también están avanzando en esta área, con Chile a la vanguardia en la promoción del BIM en la región mediante el "BIM Forum Chile", un entorno que promueve la difusión de conocimientos y el crecimiento de dicha tecnología en la construcción. (p. 36). Según Eischet y Kaduma (2022), indica el crecimiento acelerado y la expansión del acceso a tecnologías digitales en los últimos dos o tres décadas, junto con las políticas gubernamentales que juegan un rol fundamental que merece nuestra atención. Por ello la siguiente figura 2 muestra un panorama sobre cómo se está adoptando el BIM en distintos países del mundo.

La figura 5 muestra un mapa mundial que ilustra la adopción del Modelado de Información de Construcción (BIM) en diferentes países. Los países en verde, como Finlandia y Noruega, tienen estándares y mandatos abiertos de BIM. Los países en amarillo, incluyendo Estados Unidos, Canadá, Brasil, Australia y China, han implementado mandatos de BIM para la construcción pública. Los países en rosa, como el Reino Unido, Alemania y Rusia, tienen programas activos de BIM. Finalmente, los países en morado, como México, Argentina y algunos países europeos, están recomendando el uso de BIM. Este mapa refleja el grado de implementación y recomendación de BIM a nivel global, destacando su creciente importancia en el sector constructor.

Figura 5
Implementación del sistema BIM a nivel mundial



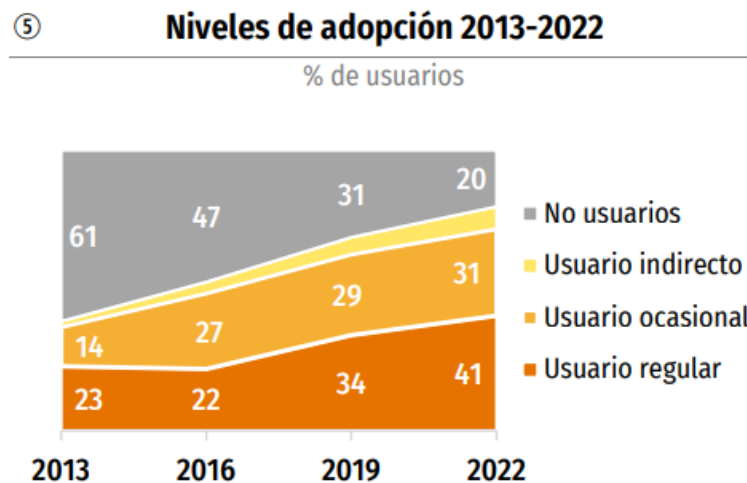
Nota. En la figura se muestra la implementación BIM a nivel mundial, donde el color verde indica países con estándares y/o mandatos abiertos de BIM, naranja con mandatos de BIM para la construcción pública, rojo con programas activos de BIM y fucsia países donde se recomienda el uso de BIM. Adaptado de *Eischet y Kaduma, 2022, Medium.*

Un desafío significativo en los proyectos de construcción global es la división y una escasa integración entre las distintas etapas de la existencia. La deficiente integración resulta en una reducción en la calidad, incrementa los gastos al construir y, en consecuencia, está la pérdida de la posibilidad por crear valor para todas las partes involucradas (Murguía et al., 2021). En la ciudad de Stavanger, Noruega, se está avanzando en la construcción del nuevo Hospital Universitario, que ocupa una superficie de 130,000 metros cuadrados. En este proyecto se ha adoptado el uso de escaneo 3D y tecnologías de inteligencia artificial para monitorear la calidad de la obra. Estas tecnologías han reemplazado las inspecciones manuales, que normalmente requerirían días o semanas, con inspecciones digitales rápidas del sitio de trabajo, permitiendo que el equipo acceda a los resultados inmediatamente.

Además, el BIM se ha utilizado para examinar y analizar los escaneos 3D con el fin de detectar cualquier error de construcción antes de proceder a la siguiente fase del proceso constructivo (López, 2023). En Chile según la cámara chilena en la encuesta nacional BIM de 2022 “Análisis sobre el uso de la metodología en el sector” indica “En los últimos nueve años, se ha observado un fuerte aumento en la adopción de BIM en la industria. El número de profesionales con alguna experiencia en BIM se duplicó, pasando del 39% al 80% (Loyola, 2022).

La figura 6 muestra los niveles en la adopción del BIM, para no usuarios hubo una disminución pasando del 61% al 20% y para el caso del usuario regular hubo un incremento del 23% al 41% en un periodo del 2013 al 2022. Los datos antes mencionados fueron obtenidos de la encuesta nacional del BIM periodo 2022 país Chile.

Figura 6
Nivel de adopción BIM en Chile



Nota. La figura 6 muestra que los usuarios regulares aumentaron del 23% al 41%, los profesionales del 14% al 31%; por otro lado, la cantidad de profesionales sin experiencia en BIM disminuyó significativamente, pasando del 61% en 2013 al 20% en 2022”. Adaptado de *Encuesta Nacional BIM 2022*, por Loyola, M., (2022). Universidad de Chile.

En el Perú, una investigación realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú indica que se ha producido un avance notable en la aceptación del BIM en comparación con la investigación inicial del año 2017. La implementación en proyectos de edificación ha experimentado un incremento del 25% en 2017 al 39% en 2020. Además, se ha detectado por primera vez la utilización del concepto llamado “Entorno Común de Datos”. Esto indica que el nivel de desarrollo del BIM está evolucionando desde la representación mediante objetos hacia una cooperación fundamentada en modelos (Murguía et al., 2021).

2.1.2. Implementación de la metodología BIM en el Perú.

A través de los Decretos Supremos N° 237-2019-EF y N° 289-2019-EF, publicados en el Diario Oficial El Peruano el 28 de julio de 2019, el Gobierno peruano estableció un marco normativo sólido para la implementación gradual de la metodología Building Information Modeling (BIM) en todos los proyectos de inversión pública. Con el objetivo de mejorar la eficiencia, transparencia y sostenibilidad de la infraestructura nacional, el Proyecto BIM Perú ha fijado el año 2030 como horizonte para alcanzar una adopción plena de esta tecnología. Esta iniciativa permitirá optimizar la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de las obras públicas, generando así un mayor ahorro económico, reduciendo los plazos de ejecución y minimizando los riesgos asociados a los proyectos. (Ministerio de Economía y Finanzas, Decreto Supremo 289-2019-EF, Artículo 2).

La tabla 2 presenta los hitos y plazos en el Perú para la adopción del BIM. Inicialmente, entre 2019 y 2020, el enfoque se centró en la regulación y planificación del BIM. Hasta julio de 2021, se establecieron los estándares BIM, se implementaron proyectos piloto y se comenzó a capacitar a los recursos humano. Para julio de 2025, el BIM se aplicará en proyectos gubernamentales y se desarrollará una plataforma tecnológica. Finalmente, hasta julio de 2030, se implementará una plataforma tecnológica para todo el sector público y se establecerá la obligatoriedad del BIM.

Tabla 2

Los hitos de Plan BIM Perú

Hito 1	Hasta Julio-2021	Hasta julio-2025	Hasta julio-2030
Proyecto de decreto supremo que regula el BIM (setiembre-2019).	Estándares y requerimientos BIM elaborados .	BIM aplicado en proyectos del Gobierno Nacional y Gobiernos regionales en tipologías seleccionadas.	Plataforma tecnológica habilitante para todo el sector público.
Plan de implementación y hoja de ruta del plan BIM (marzo-2020)	Proyecto piloto aplicando la metodología BIM .	Macro regulatorio para la aplicación del BIM en el sector público y articulación con sistemas administrativos aprobado .	Obligatoriedad del BIM en todo el sector público normada.
	Estrategia de formación de capital humano para el uso del BIM iniciada .	Plataforma tecnología habilitante para sectores prioritizados del Gobierno Nacional.	

Nota. Esta tabla detalla los hitos y plazos para la adopción del BIM. Durante el período de 2019 a 2020, se enfocó en la regulación y planificación del BIM. Hasta julio de 2021, se definieron los estándares BIM, se llevaron a cabo proyectos piloto y se comenzó la formación de recursos humanos. Para julio de 2025, el BIM se aplicará en proyectos gubernamentales y se desarrollará una plataforma tecnológica. Finalmente, para julio de 2030, se implementará una plataforma tecnológica en todo el sector público y se establecerá la obligatoriedad del BIM.

El objetivo primordial de este proceso es alcanzar una gestión integral de los proyectos de inversión pública en el sector de la construcción e infraestructura, maximizando la eficiencia en el uso de los recursos y garantizando el cumplimiento riguroso de los estándares de calidad, tiempo y presupuesto establecidos. Mediante la implementación de metodologías de gestión basadas en procesos y el aprovechamiento de las tecnologías de la información, se busca optimizar la sostenibilidad de las obras. (Ministerio de Economía y Finanzas, Decreto Supremo 289-2019-EF).

Además, el Proyecto BIM Perú busca promover una adopción integral de la metodología BIM en el sector público, fomentando la colaboración entre los sectores público, privado y académico. Con el objetivo de alcanzar una implementación exitosa en 2030 (MEF, 2023):

Constituir una instancia de liderazgo público; priorizar el fortalecimiento del programa político Plan BIM Perú, para luego garantizar la continua adopción de BIM e implementar progresivamente esta metodología. Los objetivos específicos relacionados con el fortalecimiento del programa de política Plan BIM Perú son:

Aprobar un documento marco que establezca una hoja de ruta clara para su implementación en los procesos de inversión, con el fin de fomentar la adopción progresiva de la metodología BIM en el sector público. Asimismo, se plantea establecer alianzas estratégicas con instituciones académicas para validar las herramientas y estrategias desarrolladas, y promover la participación activa en redes de colaboración nacionales e internacionales que impulsen la adopción de BIM en el ámbito de la construcción.

Los objetivos específicos para asegurar la persistencia al adoptar BIM son:
Con el objetivo de garantizar una implementación exitosa y progresiva de la metodología BIM en el sector público, se llevarán a cabo acciones estratégicas que incluyen la

planificación detallada de las etapas de implementación, el seguimiento constante del avance de los proyectos BIM, y la verificación del cumplimiento riguroso del Plan de Implementación y la Hoja de Ruta del Plan BIM Perú (MEF, 2023).

Los objetivos específicos relacionados con la implementación gradual de BIM son: Establecer un marco de referencia que permita medir de manera objetiva los resultados obtenidos con el objetivo de facilitar el seguimiento y evaluación de los avances en la implementación de BIM, se propone establecer un marco de referencia que permita medir de manera objetiva los resultados obtenidos. Asimismo, se priorizará la adopción de BIM a nivel institucional en las entidades públicas (MEF, 2023)

El diseño del sistema de cooperación conjunta del Plan BIM Perú se centra en la creación de un marco técnico y el fortalecimiento del marco legal vigente para la adopción del BIM en el ámbito gubernamental, asegurando una aplicación uniforme a nivel nacional, regional y local. Además, se busca incrementar la capacidad de la industria a través del desarrollo de competencias de profesionales y organizaciones, mediante un plan de capacitación integral y la integración del BIM en los planes educativos, así como la creación de plataformas tecnológicas y académicas para fomentar la colaboración en el sector. La estrategia de comunicación del plan se fundamenta en promover una visión coherente y sólida del BIM, posicionándolo como un referente nacional, impulsando la sinergia entre los sectores público, privado y académico para una implementación exitosa y continua de esta metodología (MEF, 2023).

La figura 7 muestra el "Resumen de Acciones del Plan BIM Perú" y detalla los hitos y plazos para la adopción de BIM entre 2020 y 2030. Para 2020-2021, se establece el liderazgo público y se inicia la construcción de un marco colaborativo, incluyendo la creación de documentos BIM y la formación de capital humano. Para 2025, se prevé la

implementación de mejoras en el marco legal, la estandarización de herramientas tecnológicas y la aplicación de BIM en proyectos públicos. Finalmente, para 2030, se espera culminar la ejecución del plan, operando una plataforma tecnológica para la adopción de BIM en el sector público y difundiendo los logros obtenidos tanto a nivel nacional como internacional.

Figura 7
Esquema de resumen de acciones Plan BIM Perú



Nota. El Plan BIM Perú tiene como objetivo establecer el liderazgo público, fomentar la colaboración, fortalecer las capacidades de la industria y comunicar la visión de BIM en el país. Desde 2020 hasta 2021, se forman equipos y se inicia la implementación del BIM. Para 2025, se regulan proyectos y se desarrollan plataformas tecnológicas. En 2030, se logra la obligatoriedad del BIM y la integración completa en el sector de público. Adaptado de *BIM, H. D. R. D. P., 2021. MEF.*

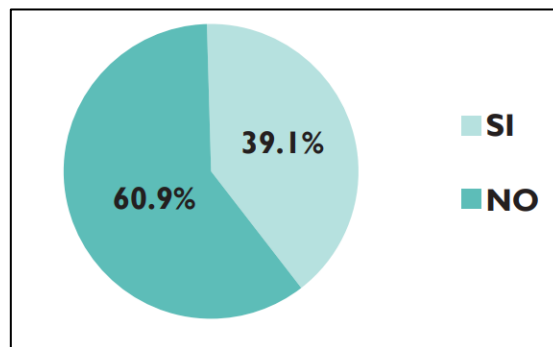
2.1.2.1. Adopción BIM en Lima.

La figura 8 indica hasta el año 2020, la adopción de la metodología BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao mostró un progreso significativo, aunque aún parcial. El 39.1% de los proyectos analizados habían implementado BIM,

mientras que el 60.9% restante aún no había incorporado esta tecnología en sus procesos constructivos. Esta información se basa en el Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao, elaborado por Murguía et al. en 2021, del Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (Murguía et al., 2021).

Figura 8

Nivel de implementación de la metodología BIM en proyectos constructivos llevados a cabo en las jurisdicciones de Lima Metropolitana y Callao

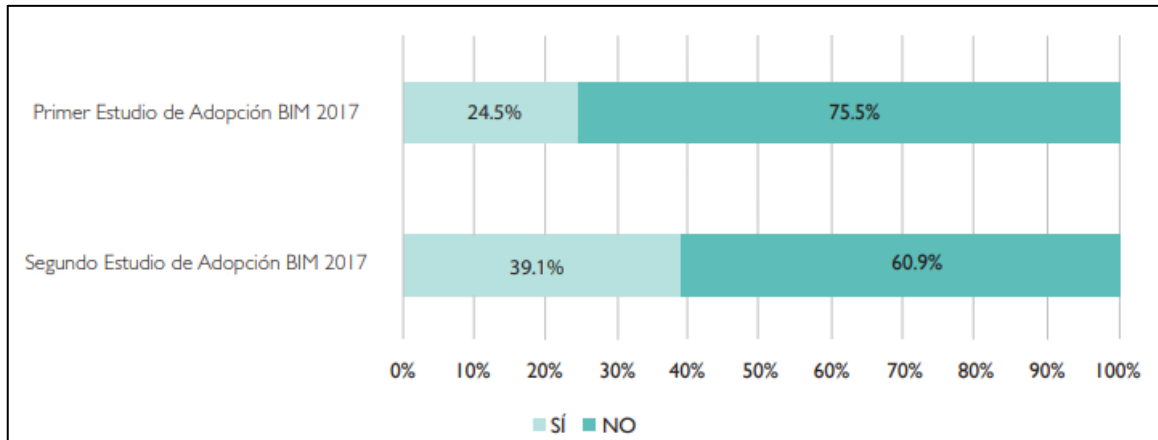


Fuente: Murguía et al., (2021)

Según la figura 9, entre 2017 y 2020, la adopción de la metodología BIM en Lima Metropolitana y Callao mostró un incremento, subiendo del 24.5% al 39.1%. Este incremento del 14.6% en el uso de BIM en proyectos de construcción urbana se basa en el Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao, realizado por Murguía et al. en 2021, del Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima Murguía et al., (2021).

Figura 9

Análisis comparativo de la implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción de Lima Metropolitana y Callao entre los años 2017-2020.



Fuente: Murguía et al., (2021)

2.1.2.2. Guía Nacional BIM.

Con el propósito de garantizar una implementación efectiva de la metodología BIM en nuestros proyectos, adoptaremos como referente la 'Guía Nacional BIM' emitida por el Ministerio de Economía y Finanzas. Este documento, que proporciona un marco de trabajo exhaustivo para la gestión de la información en inversiones basadas en BIM, será fundamental para el éxito de nuestras iniciativas.

2.1.2.3. Definición BIM en el Perú.

El Plan BIM Perú presenta un enfoque integral para la implementación de la metodología BIM en el sector público peruano, con el horizonte puesto en el año 2030. Este plan estratégico busca optimizar la gestión de proyectos de inversión pública, mejorando su calidad, eficiencia y transparencia, y contribuyendo así al desarrollo sostenible del país. (MEF, 2023)

BIM engloba la totalidad de la información de una inversión, tanto gráfica como no gráfica, en un modelo digital que evoluciona de manera paralela a las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto, desde su concepción en la programación multianual hasta su operación, asegurando así una gestión integral de la información. El modelo de información

se comparte y elabora en conjunto con cada equipo de forma cooperativa, haciendo efectivo el cruce de la información y la comunicación, sin considerar su complejidad o de qué magnitud sea la inversión (MEF, 2023).

La metodología BIM en Perú va más allá de la creación de modelos tridimensionales, abarcando una gestión integral de la información relacionada con una inversión, lo que requiere ajustes organizacionales que optimicen los procesos de formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los activos. Según el artículo 2 del DS N° 289-2019-EF, modificado por el DS N° 108-2021-EF, BIM se establece como un método de trabajo colaborativo para gestionar la información en proyectos de inversión pública, facilitando la programación multianual, la formulación y todas las fases del ciclo del proyecto, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones (MEF, 2023).

La composición del proceso que abarca la Gestión de la Información BIM tiene un grupo de tareas, donde es posible su aplicación en todo el periodo de inversión, estas actividades son: evaluación inicial de las necesidades, solicitud de propuestas a proveedores, presentación de ofertas por parte de los postulantes, selección del proveedor ganador, inicio de las actividades, producción colaborativa de información a lo largo de todo el proyecto, entrega del producto final y, por último, la conclusión formal de la fase de ejecución (MEF, 2023).

2.1.3. Usos BIM.

Al realizar una inversión adoptando el BIM, es de importancia conocer los Usos BIM a emplear, en línea con los Requisitos de Información y en base a los objetivos específicos del proyecto. Estos usos representan métodos a aplicar el BIM las cuales se establecen mediante procesos donde la ubicación, la orientación y la relación con cada proceso es posible y así lograr los objetivos específicos. Estos usos describen las maneras en las que se puede usar BIM en una inversión por los involucrados. En tal sentido, en la Gestión de la

Información BIM es esencial que el intercambio de datos y la comunicación se mantengan entre los participantes involucrados dentro del ciclo de inversión. Esto debe realizarse en CDE (Common Data Environment) un entorno de datos con el fin de obtener calidad en información (MEF, 2023).

La Guía Nacional BIM detalla un amplio espectro de 27 aplicaciones del BIM, abarcando desde las fases iniciales de conceptualización y diseño, como la evaluación del entorno físico y el análisis de programa arquitectónico, hasta las etapas constructivas, como la planificación de la ejecución y la fabricación digital, y finalmente, las fases de operación y mantenimiento, incluyendo la gestión de activos y la planificación de emergencias. Esta exhaustiva lista demuestra la versatilidad del BIM como herramienta para optimizar y gestionar proyectos de construcción en todas sus etapas (MEF, 2023).

La guía sugiere un enfoque gradual en la adopción de BIM, recomendando que las entidades públicas y privadas inicien implementando los usos fundamentales de esta metodología. A medida que se adquiere experiencia y se consolida la gestión de la información BIM, se aconseja incorporar de manera progresiva usos más especializados, los medios a nivel recurso de calidad en la administración y la recolección de experiencias obtenidas como resultado inicial de sus inversiones en desarrollo (proyectos piloto) (MEF, 2023).

2.1.4. Adopción BIM

Para adoptar BIM, es necesario tener una estrategia clara y definida, independientemente de lo complejo que puede ser y la magnitud de las inversiones. Así es como, para hacer el cumplimiento del objetivo establecido a escala nacional, la integración del BIM consta de 3 niveles de importancia: nacional, proyecto y organizacional Para la integración de BIM en el país es necesario tener un marco colaborativo nacional en BIM,

también una estructura organizada y material documentario preciso relacionados con BIM. Esto posibilitará la articulación del vocabulario empleado de la metodología y su explicación respectiva. Asimismo, siguiendo el Plan de Implementación y la Hoja de ruta del Plan BIM, es importante asegurar la integración y el uso de BIM sobre distintas áreas de la industria constructora del país siendo coherentes y claros (MEF, 2023).

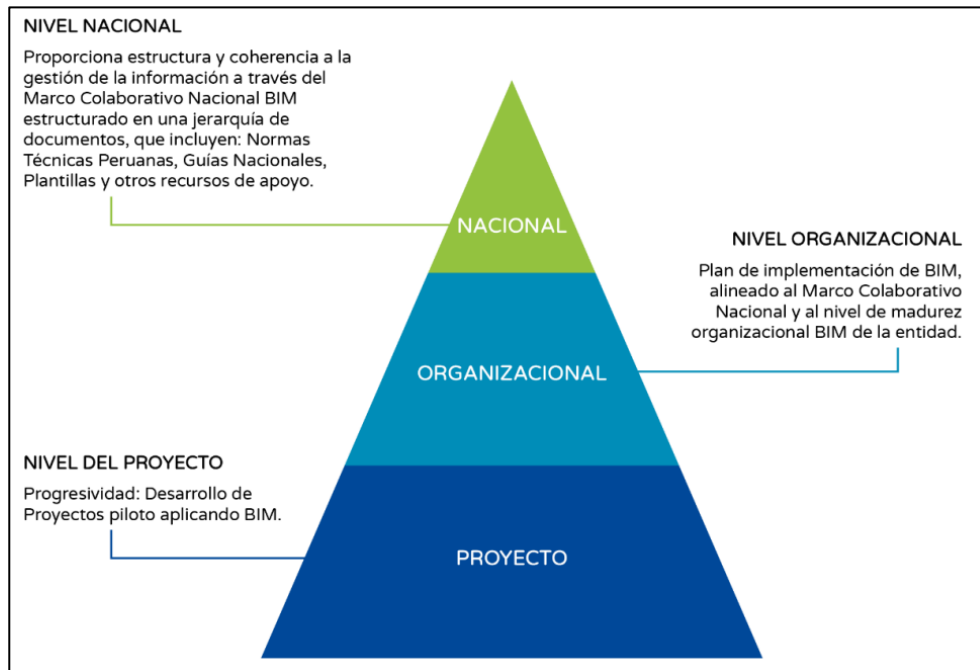
El uso de BIM a Nivel de organización debe ser aplicado en cada entidad con un punto de vista estratégico, siguiendo los estándares y las directrices técnicas del país. Las entidades deben realizar un plan para llevar a cabo la implementación progresiva del BIM, estas acciones deben ser puestas en marcha, lo que generará sus indicadores propios teniendo en cuenta referentes de acciones positivas y experiencias adquiridas, para plantear alternativas con eficiencias y de mejor valor dentro del desarrollo de inversiones (MEF, 2023).

Al comienzo de la integración de BIM a Nivel de Organización se debe pasar en evaluación el grado de madurez donde el que se encuentra la organización en base a la gestión de información BIM, cuando se haya reconocido esto se debe plantear una estrategia de integración en base a la progresividad, donde se busque incrementar el nivel de madurez BIM adecuado al estado situacional de la entidad, para que esto suceda es de importancia examinar el documento “Directiva para adoptar BIM a nivel organizacional”, este documento se hará público por parte de la DGPMI (Dirección General de Programación Multianual de Inversiones) (MEF, 2023).

La integración del BIM está compuesto por niveles y escalas de integración, donde su desarrollo puede ser de forma paralela, pues están relacionados y realizan retroalimentación (retroinformación) partiendo de experiencias aprendidas y prácticas positivas.

La figura 10 presenta un enfoque jerárquico para la implementación de BIM en tres niveles: nacional, organizacional y de proyecto. A nivel nacional, se establece una estructura y coherencia en la administración de datos mediante el Marco Colaborativo Nacional BIM, que incluye normas técnicas, guías, plantillas y recursos de apoyo. A nivel organizacional, se planifica la implementación del BIM alineada con el marco nacional y el grado de madurez organizacional de cada entidad. Finalmente, a nivel de proyecto, se promueve la progresividad a través del desarrollo de proyectos piloto que aplican la metodología BIM, asegurando una adopción gradual y efectiva en todos los niveles.

Figura 10
Nivel de adopción BIM



Nota. Esta adopción se realiza en tres niveles; nacional, organizacional y de proyecto. Estos niveles se desarrollan de forma paralela y se benefician mutuamente a través de la implementación de buenas prácticas y las lecciones aprendidas. Adaptado del *Ministerio de Economía y finanzas*, (2021).

2.1.5. Directiva para la selección, desarrollo y acompañamiento de proyecto piloto utilizando BIM.

La directiva N°0001-2022-EF/63.01 publicada por el MEF, tiene como propósito definir disposiciones que hagan la regulación del proceso de admisión, el desarrollo y el acompañamiento de los proyectos piloto usando BIM. Asimismo, tiene el propósito de reconocer experiencias y lecciones en las etapas de formulación, evaluación y puesta en marcha del ciclo de inversión (MEF, 2021).

A lo largo del desarrollo de nuestro expediente técnico se utilizarán las directrices de esta directiva, razón por la cual expondremos de manera breve los aspectos más relevantes de su contenido.

2.1.6. Desarrollo de proyecto piloto con BIM.

La ejecución del proyecto piloto se da inicio cuando este haya sido admitido y comprenda la realización de actividades necesarias para lograr el cumplimiento de los requerimientos técnicos para el uso BIM, tal como la ejecución de las siguientes cuatro acciones:

2.1.6.1. Actividad 1: Actuaciones preparatorias.

Las organizaciones dentro del sector público de los cuales sus proyectos piloto se admitieron se ajustan a lo siguiente:

- Establecer el cronograma de trabajo del proyecto piloto.
- Identificación, análisis, evaluación y planificación sobre el manejo de riesgos que están relacionados a la administración de información del proyecto piloto conforme a los documentos internos normativos que tiene por finalidad regular el manejo del riesgo, también recopilar información que haya surgido en la matriz de riesgos del proyecto piloto.

- Realizan la configuración y el respaldo al ámbito de datos generales del proyecto piloto.
- Disponen requerimientos de cruce de datos, tal como realizan la realización de los TDR (Términos de Referencia) sobre la prestación de servicios relacionado al proyecto piloto y/o también a los RTM (Requisitos Técnicos Mínimos) de la realización del proyecto, donde se va dar el uso el 4to formato que es la EIR (Registro de Requisitos de Intercambio de Información, también el patrón de términos de referencia o mínimo requisito técnico, sobre la Guía Nacional de BIM, cual fue aprobado por la RD N°0005-2021-EF/63.01.
- Realizan la recopilación de datos referentes y/o son puestos a disposición los recursos compartidos hacia los postores en lo que se ejecute el proceso de selección. Para elaborar los criterios del proceso de selección para contratar la prestación de servicios y/u obra vinculada al proyecto piloto, cada organización pública tiene en consideración lo siguiente:
 - Los términos contractuales sobre el uso de la metodología BIM para la realización de los servicios.
 - El procedimiento para acceder al CDE del proyecto, así como los datos referentes y/o recursos de acceso común
 - Disponen consultas y/o requerimientos que den paso al reconocimiento de las competencias del postor atender los requerimientos de información contenido en el EIR y añadir preguntas y/o requerimientos en el CCA (Registro de evaluación de competencias y capacidades), contenido dentro de la Guía Nacional de uso BIM: Administración de las informaciones a invertir de forma desarrollada usando BIM, aprobado por la RD N° 0005-2021-EF/63.01. Asimismo, es posible

tener en consideración la presentación de documentaciones detallados en lo siguiente:

- La oferta: Registrar el Plan de puesta en marcha BIM-BEP, la matriz de deberes y el CCA. Al hacer presente esta información es necesario usar referencialmente cada formato que están como anexos dentro del documento de Guía nacional BIM: dentro de la Administración de la Información para invertir en ejecución con BIM, aprobado por la RD N°0005-2021-EF/63.01.
- Perfeccionar el contrato: El Registro actualizado del Plan de Ejecución con BIM, la matriz actualizada de responsabilidades sin dejar de mencionar el Programa General de Desarrollo de Información, se usan de forma referente cada formato dados como anexos dentro del documento de Guía Nacional con BIM: dentro de la Administración de la Información en la inversión realizadas con BIM, admitido por la RD N° 0005-2021-EF/63.01.

2.1.6.2. Actividad 2: Procedimiento de selección.

Las organizaciones públicas los cuales fueron admitidos sus proyectos piloto hacen uso de bases estandarizadas aprobadas por OSCE (Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado) que son vigentes en el momento de convocar los procesos de selección, en base al objeto contractual y el tipo de proceso correspondiente de selección (MEF, 2023).

También las entidades públicas involucradas en proyectos piloto con BIM asumen la responsabilidad de administrar el CDE, garantizando así la gestión eficiente y colaborativa de la información del proyecto. Esta práctica incluye la difusión de los recursos y datos de acceso común entre los postores a las licitaciones (MEF, 2023).

2.1.6.3. Actividad 3: Ejecución contractual.

Las organizaciones públicas los cuales fueron admitidos sus proyectos piloto llevan a cabo el seguimiento de la ejecución del acuerdo de la obra o el servicio los cuales están vinculados al proyecto piloto, considerando lo que se menciona a continuación:

- La configuración y la prueba de conectividad entre el proveedor y el CDE del proyecto.
- El uso de formatos accesibles para la cooperación en el trabajo e intercambiar información entre las partes correspondientes.
- Supervisión de la producción y el intercambio de datos con los equipos de trabajo por medio del CDE, en conformidad con las normas, procedimientos y métodos de producción de información dispuestos.
- La realización del monitoreo del manejo de riesgos del cuadro de riesgos del personal de ejecución o matriz de riesgos de presentación de información.
- Revisión del modelo de información del proyecto en el CDE, considerando los requerimientos de cruce de información establecido, las pautas para la aceptación y el programa general de desarrollo de los datos presentados por el proveedor. La aceptación y plan general para el uso de la información proporcionada por el proveedor. Esta aprobación parcial de información a ser intercambiada puede hacer surgir problemas en la coordinación, consiguientemente se hace la recomendación que la organización apruebe o realice el rechazo del Modelo de información de forma total.
- Identificación de los problemas en el Modelo de información durante la generación de información en vez de hacer la detección posterior a la entrega de información. Cada problema puede ser de carácter espacial como partes estructurales y servicios dentro de la construcción que dan lugar al mismo espacio, o funcionales como los elementos de protección ante incendios que

son opuestos con la clasificación de resistencia al fuego necesario de una pared.

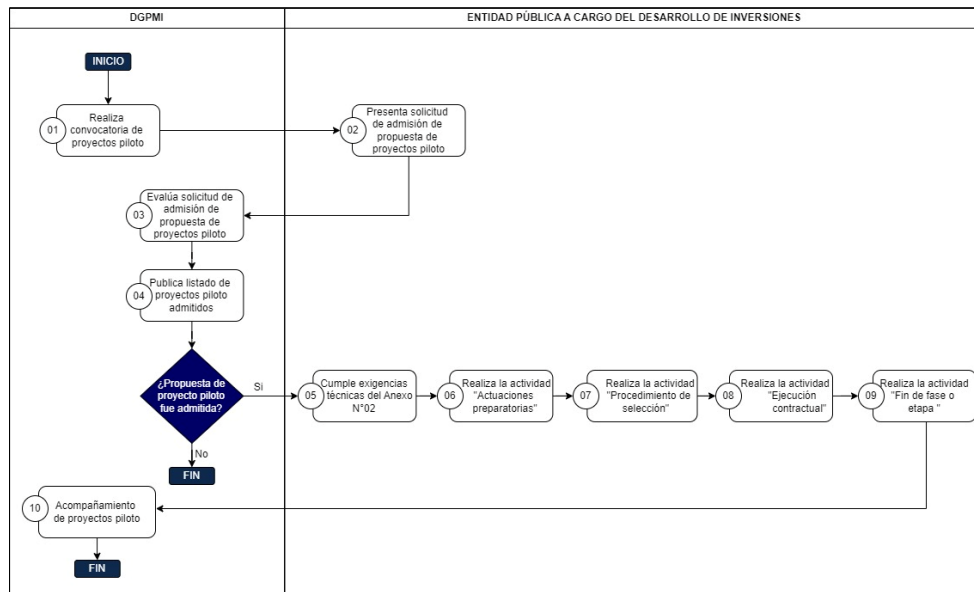
2.1.6.4. Actividad 4: Fin de la fase o etapa.

- Cuando las organizaciones públicas de los cuales sus proyectos piloto fueron admitidos aceptan el Modelo de información completa del proyecto, archivan los contenedores de información en el CDE del proyecto, en acuerdo a los procedimientos y métodos de producción de información dado, se toma en cuenta los requerimientos de acceso y la reutilización futura, como también las políticas pertinentes de conservación que se aplican.
- Al hacer la recolección de cooperación con el proveedor o subcontratistas, las experiencias aprendidas en la ejecución del contrato y se registra estos en un repositorio de conocimientos, la cual se podrán realizar consultas en proyectos futuros.
- Cada lección aprendida se retiene a medida en que se va desarrollando el proyecto piloto.

La figura 11 muestra un diagrama de flujo del proceso para la implementación de proyectos piloto bajo la gestión de la DGPMI y la entidad pública encargada del desarrollo de inversiones. El proceso comienza con la DGPMI realizando una convocatoria de proyectos piloto. Las entidades públicas presentan sus solicitudes de admisión, que son evaluadas por la DGPMI. Si la propuesta es admitida, se publica en un listado oficial. A continuación, la entidad pública debe cumplir con las exigencias técnicas del Anexo N°02 y realizar las actividades de "Actuaciones preparatorias", "Procedimiento de selección" y "Ejecución contractual". Una vez completadas estas etapas, se realiza la actividad de "Fin de fase o etapa". Finalmente, la DGPMI acompaña a los proyectos piloto admitidos hasta su finalización. Si la propuesta no es admitida, el proceso finaliza en ese punto.

Figura 11

Ruta para la admisión, desarrollo y acompañamiento de proyectos



Nota. Procedimiento para la admisión de proyectos piloto. Adaptado del *Ministerio de Economía y Finanzas, 2022.*

2.2. ¿Qué es la metodología BIM?

2.2.1. El enfoque BIM.

La metodología BIM se presenta como una solución innovadora para la gestión integral de datos en el ámbito de la construcción, permitiendo una administración eficiente de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto, desde el diseño hasta la operación. A través de modelos tridimensionales dinámicos, BIM facilita la coordinación entre los diferentes actores involucrados, optimiza la toma de decisiones y reduce significativamente los desperdicios de tiempo y recursos, mejorando así la eficiencia y la calidad de los proyectos (Prieto et al., 2019).

Los programas BIM pueden mejorar el proceso al ofrecer representaciones detalladas de los elementos y componentes que intervienen en la construcción de un edificio. La

generación y gestión continua de datos, facilitada por el software de modelado tridimensional en tiempo real, permite optimizar las distintas fases de un proyecto, desde el diseño hasta la construcción, reduciendo significativamente la pérdida de tiempo y recursos (Hernández et al., 2019).

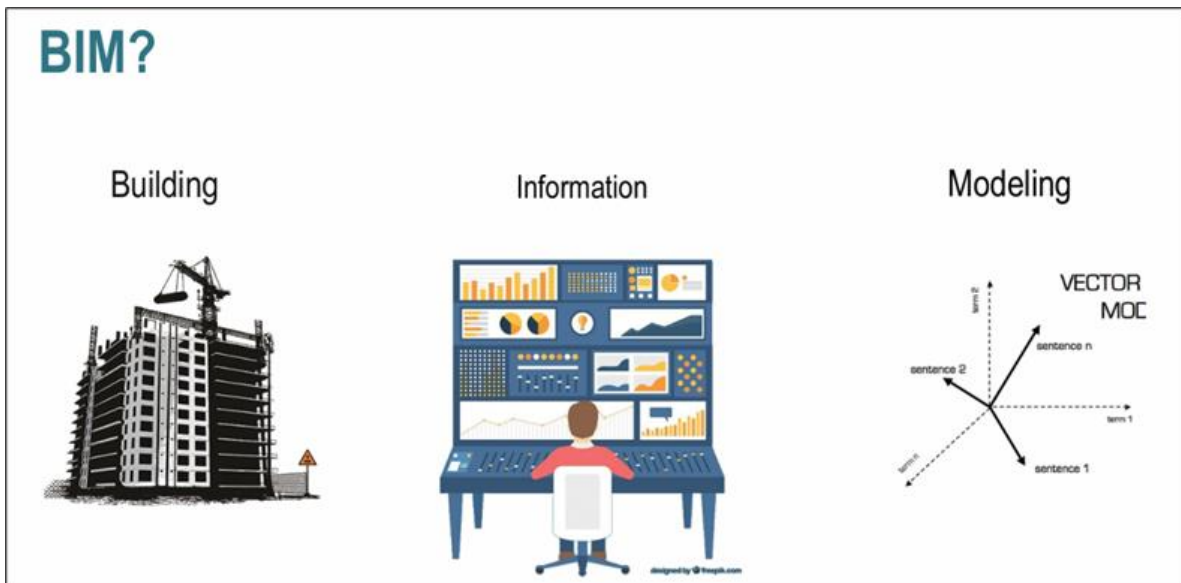
Una de las ventajas principales de BIM es colaborar mejor entre los involucrados en cada proyecto de construcción, permite que cada profesional como arquitectos, ingenieros y los contratistas puedan trabajar en una misma plataforma, esto ayuda a que la comunicación sea más fluida logrando reducir errores, otra ventaja es que BIM permite planificar y programar el proyecto, el modelo digital puede simular distintos escenarios antes de iniciar la construcción, se realiza una toma de decisión y por ende ayuda a la reducción de costos y a los plazos de construcción. BIM mejora la gestión de recursos tanto en el suministro de materiales como en la asignación de mano de obra (Hernández et al., 2019).

Como señala Rojas (2021) en su punto de vista sobre BIM menciona que se está convirtiendo en un elemento esencial para diseñar o construir cualquier tipo de infraestructura. Los proyectos están volviéndose más complicados, con diseños arquitectónicos más exigentes y una creciente cantidad de instalaciones incorporadas, que cumplen las exigencias de la edificación. En ese sentido, se involucran más profesionales en el área de diseño y construcción y también profesionales de otras disciplinas, desde etapas tempranas, para prevenir problemas durante la construcción. Por lo tanto, se considera importante que la principal ventaja de BIM es que permite una colaboración coordinada entre disciplinas y la simulación de la construcción previo al proyecto cuando entre en ejecución.

La figura 12 explica el concepto de BIM (Building Information Modeling) a través de tres componentes clave. "Building" (Edificación) se representa con la ilustración de un edificio en construcción con una grúa. "Information" (Información) muestra a una persona

sentada frente a una pantalla grande con múltiples gráficos, diagramas y datos, simbolizando la gestión y análisis de información del proyecto. "Modeling" (Modelado) se ilustra con un gráfico tridimensional sugiriendo la creación de modelos 3D precisos. Juntos, estos elementos visualizan cómo BIM integra la construcción física, la gestión de datos y el modelado digital.

Figura 12
Idea de BIM



Nota. Descifrado el acrónimo BIM. Adaptado de *Capacitación Innova Training Center*, Diapositiva 34, (2024). Escuela de construcción digital.

2.2.2. Las 7 dimensiones del BIM.

Cuando se habla de las 7 dimensiones de BIM, se refiere a la adecuación a las diferentes áreas de un proyecto en las que se puede aplicar esta metodología, estas dimensiones se detallan a continuación: (Bustamante, et al.,2021)

- 1D - El Concepto: Idea inicial o punto de partida del proyecto
- 2D - Documentación: Tradicionales planos CAD.

- 3D - Modelo Tridimensional: Documentos gráficos, datos geométricos y la visualización del proyecto de forma específica para el diseño de espacios.
- 4D – Programación: Se incorpora el tiempo para planificar el proyecto, herramienta potencial si su gestión es correcta. Simula de manera realista las diversas etapas del proyecto, incluyendo la instalación de equipos y la elaboración de un plan detallado de puesta en marcha.
- 5D – Control de costos: Gasto total estimado en material y costos operativos, permite simular y estimar los costos de utilización de cualquier producto.
- 6D– Sustentabilidad y eficiencia energética: Analizar cada variación e interacción de la energía para dar garantía sobre el óptimo desarrollo.
- 7D – Gestión de operación y mantenimiento del proyecto: Desarrollo de estrategias para la planificación de costos a tener como activo en el edificio en cuanto a su uso y mantenimiento, como también el control.

La figura 13 ilustra las dimensiones BIM utilizando cinco cubos de colores, cada uno representando una dimensión diferente del proceso BIM. El cubo naranja representa 7D las Aplicaciones de Gestión de Instalaciones, el verde 3D representa Forma 3D, el azul 4D representa Programación, el naranja claro 5D representa Estimación, y el verde claro 6D representa Sostenibilidad. Esta representación visual destaca cómo BIM integra múltiples aspectos del ciclo de vida de un proyecto de construcción, desde el diseño 3D hasta la gestión a largo plazo y la sostenibilidad.

Figura 13

Las 7 dimensiones de BIM



Nota. Adaptado de *A review on the challenges of BIM-based BEM automated application in AEC industry*, p. 12, por Alsharif, R, (2019).

2.2.3. Beneficios y ventajas de uso de la metodología BIM.

Según un estudio realizado por el Consejo de la Construcción de Estados Unidos (USCC), la utilización de BIM en la construcción puede reducir los costos de construcción en un 20% y los costos de mantenimiento en un 30%. Además, el estudio también mostró que el uso de BIM puede reducir el tiempo de construcción en un 20%.

Otros estudios realizados por la firma de consultorías McGraw Hill mostraron que el 71% de los propietarios de edificios y el 73% de los contratistas consideran que el uso de BIM es un punto clave para tomar decisiones sobre proyectos de construcción. Por lo tanto, el uso de la metodología BIM ha sido ampliamente aceptado debido a su capacidad de mejora en la comunicación y coordinación entre las partes interesadas, lo que a su vez conduce a una mayor eficiencia y calidad en la construcción. Además, BIM también puede ayudar a

reducir los errores y retrasos en el proceso de construcción, lo que puede ahorrar tiempo y dinero (Nieto et al., 2017).

2.2.4. Incremento de la Productividad

Es importante mencionar acerca de la productividad incremental al usar BIM, pues se basan en la planificación, establecimiento y gestión de los procesos de trabajo, con lo cual su productividad incrementa en diversos proyectos de la industria. A partir de eso los agentes de los sectores públicos y privados muestran su interés para realizar coordinaciones, tener celeridad y promover el BIM, su uso y gestión en los proyectos en ejecución constructiva.

La figura 14 muestra el proceso de diseño de una estructura en la cual se ha empleado la metodología BIM, en esta participan distintos especialistas como arquitectura, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas y entre otros.

Figura 14

Digitalización de la construcción



Nota. Adaptado de *A review on the challenges of BIM-based BEM automated application in AEC industry*, p. 14, por Alsharif R., (2019).

2.3. Implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción.

2.3.1. Uso de la ISO 19650

BIM es una representación digital compartida de un activo que se emplea durante las etapas de diseño, operación y mantenimiento, proporcionando información confiable para la toma de decisiones. La correcta aplicación de la norma EN-ISO 19650 asegura una descripción clara de la información requerida por el propietario del activo, estableciendo procedimientos, procesos, protocolos y plazos definidos, además de garantizar la verificación de la información. También permite contar con datos de calidad y en cantidad suficiente para satisfacer necesidades específicas, y facilita una comunicación eficaz entre todos los participantes a lo largo del ciclo de vida del activo, con especial énfasis en las etapas de desarrollo y operación (BuildingSMART, 2021).

La figura 15 muestra el esquema general del desarrollo de información según la norma EN-ISO 19650-1. El proceso inicia con la identificación de los requisitos de información, donde se definen las necesidades específicas. Luego, se procede a la planificación del desarrollo de la información, determinando cuándo y cómo se debe desarrollar. El siguiente paso es el desarrollo de la información propiamente dicho, que incluye la creación y entrega de la misma. Una vez desarrollada, la información debe ser aprobada, lo cual implica su validación. Si la información no cumple con los requisitos, se regresa a las etapas anteriores para hacer los ajustes necesarios. Si cumple con los requisitos, el proceso concluye.

Figura 15
Desarrollo de la información según la EN-ISO 10560-1



Nota: El gráfico representa el esquema general del desarrollo de información conforme a la EN-ISO 19650-1. Adaptado de *Introducción a la serie EN ISO 19650*, 2021, por BuildingSMART, (2021).

2.3.2. Etapas del BIM

La implementación de un sistema BIM requiere una evaluación previa de los objetivos, alcances y requisitos del cliente, junto con el cumplimiento de las normas locales. Esto es necesario para establecer una planificación adecuada e implementar las fases y actividades correspondientes en los diversos procesos de trabajo. Generalmente, se cuenta con un consultor BIM que asesora durante el proceso gracias a su experiencia, aunque también puede ser dirigido por un profesional interno con experiencia y conocimientos en BIM.

Un aspecto esencial del proceso es identificar y analizar las restricciones en áreas funcionales, tecnológicas, económicas, operativas, legales y de recursos humanos. Este análisis tiene como propósito generar un informe con propuestas de soluciones que aseguren que el proyecto cumpla con sus objetivos y satisfaga las metas de la empresa. Es importante

reconocer que BIM no resolverá todos los problemas por sí solo, por lo que es recomendable realizar un análisis previo para abordar los problemas existentes y, posteriormente, utilizar BIM para mejorar la calidad del trabajo (Herrera, 2018).

La figura 16 ilustra un ciclo de gestión en seis etapas: estado actual, evaluación, planificación, implementación, auditoría y seguimiento. Comienza con el análisis del estado actual, seguido de la evaluación de las condiciones y necesidades presentes. Luego, se lleva a cabo la planificación de las acciones a tomar, que son implementadas en la siguiente fase. Posteriormente, se realiza una auditoría para asegurar que todo se haya ejecutado correctamente. Finalmente, se implementa un seguimiento continuo para evaluar el progreso y efectuar los ajustes necesarios, completando así el ciclo de gestión.

Figura 16
Fases de la implementación BIM para un proyecto



Nota. Adaptado de *Fases de una implantación*, por Herrera, P., 2018.

a) Estado actual

Inicialmente se realiza un análisis de la empresa para la identificación del punto inicial, los propósitos de esta etapa son los siguientes:

- Recopilación en gran magnitud de datos de todas áreas de trabajo de la empresa y de sus responsables, asimismo del procedimiento existente general.
- Documentación de empresa, política, misión, visión, los objetivos comerciales y sus respuestas.
- Determinación de la presencia de procedimientos documentados y claros

b) Evaluación

Se lleva a cabo un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa en relación con BIM, estableciendo objetivos que sean realistas, cuantificables, medibles y delimitados en el tiempo, para esto se efectúa las actividades siguientes:

- Evaluar y medir los procedimientos que existen para la determinación de su eficacia.
- Analizar los estándares de calidad.
- Estimar tiempo de implantación y costos,
- Realizar la identificación del aspecto del BIM Manager.
- Generación de un informe evaluativo.
- Considerar la actividad de la empresa, su enfoque de actividad y evaluar si necesariamente se debe realizar la contratación de servicios externos o en caso de haber suficiente madurez es posible añadir servicios extras

c) Planificación

En esta etapa del desarrollo del plan de implantación. Partiendo de los datos de las evaluaciones que se realizaron previamente se elabora el plan de implantación, donde

en necesario concluir la particularidad de todos los elementos que ya fueron analizados y puestos en desarrollo en las anteriores fases.

Es necesario que los integrantes de la empresa participen, pues en dicho plan será establecido los procesos, responsabilidad y el programa de formación.

Se hace la disposición de patrones de la empresa, se dan instrucciones laborales y se inicia la estructuración de plan de ejecución BIM.

d) Implantación.

Durante la implementación de un proyecto real, se lleva a cabo la ejecución usando lo que está establecido en el plan. Esta fase es considerada como el núcleo central para el control del proyecto usando BIM.

En la presente etapa se lleva a cabo la capacitación y prácticas del proyecto piloto, en dicho caso se propone 2 tipos de proyecto a llevarse a cabo:

Capacitación durante el proyecto piloto: Se toma en cuenta un proyecto realizado y archivado. Tal proyecto ayudará a comprender el nuevo proceso de trabajo dentro de la empresa, juntamente con las charlas de información y preparación a los participantes entenderán las ventajas de usar BIM y mostrar interés para implantar esta metodología pues podrán comparar y evaluar el trabajo realizado tradicionalmente y comparar los beneficios generales que ofrece BIM a la empresa.

Post capacitaciones del proyecto piloto: Se considera un proyecto próximo a iniciar a ejecutarse y se aplican estándares, procesos y habilidades que se adquirieron en la implantación, dicho proyecto será la prueba decisiva de la empresa.

En esta fase se inician las capacitaciones y las prácticas del proyecto piloto; en este caso, sugiero personalmente dos tipos de proyectos a realizar:

e) Auditoría.

Se implanta sistemas de monitoreo, sistemas de control y de garantías de ejecutar cada requisito del proyecto a requerimiento del cliente, estándares y nivel de reglamentos locales. Cuando finalice esta fase de implantación se debe hacer el análisis del trabajo ejecutado y crear estrategias para mejorarlo.

f) Seguimiento.

Es una etapa de gran relevancia dentro del proceso de mejora continua. La rapidez con la que se llevan a cabo los proyectos consecutivos apenas permite espacio para evaluar las áreas de debilidad y las sugerencias de mejoras que deben implementarse en los proyectos. Este procedimiento debe llevarse a cabo al menos una vez al año.

2.3.3. LOD

El "Level of Development" (LOD) es un criterio fundamental en el enfoque BIM que indica el grado de avance alcanzado en cualquier proyecto de construcción o infraestructura, determinando el nivel de datos, parámetros y geometría incluidos en un modelo BIM. Desde LOD 1 hasta LOD 5, estos niveles van desde representaciones esquemáticas iniciales con formas volumétricas básicas (LOD 1), avanzando hacia definiciones geométricas más precisas para estudios preliminares (LOD 2) y detalles constructivos básicos adecuados para la coordinación de disciplinas y estimación de costos (LOD 3). En niveles superiores, LOD 4 proporciona un modelo de alta precisión para la fabricación y construcción, integrando análisis estructurales y simulaciones de sistemas, mientras que LOD 5 representa el desarrollo completo del modelo BIM, siendo la fuente definitiva de información para todas las etapas del proceso constructivo, asegurando control de calidad y flexibilidad para adaptarse a cambios en el diseño (MEF, 2023).

Asimismo, se introducen los cinco Niveles de Detalle sugeridos: que van desde el OD 1, correspondiente a una representación esquemática, hasta el OD 5, que representa el modelo as-built del proyecto. Los OD permiten definir el nivel de desarrollo de los elementos BIM en cada fase del proyecto y asegurar la interoperabilidad de los datos. (MEF, 2023).

2.3.4. Sesiones ICE

En el ámbito de la construcción, la colaboración entre disciplinas suele ser limitada, lo que contribuye a una dinámica fragmentada que a menudo resulta en malentendidos, retrabajos y retrasos, con costos adicionales.

Las Sesiones ICE, o Ingeniería Concurrente, es un enfoque que emplea la tecnología para crear y evaluar rápidamente múltiples modelos VDC (Virtual Design and Construction) que involucran varios sistemas y partes interesadas. Este método facilita el desarrollo, visualización y explicación de modelos de productos, procesos y organizaciones, así como modelos 4D que integran simultáneamente el producto y el proceso.

Aunque a simple vista pueden parecer muy similares a las reuniones de trabajo tradicionales, usualmente por parte del directorio de las empresas, estas reuniones tienen como objetivo principal el participar y resolver problemas entre todas las partes involucradas, con el fin de que al final de la reunión, se actualice el modelo del proyecto, en base a las decisiones y planteamientos acordados entre todos. En la siguiente imagen observamos mejor las diferencias que presenta este tipo de reuniones frente a las reuniones tradicionales.

Tabla 3 indica que a primera vista pueden parecer similares a las reuniones de trabajo tradicionales, que suelen ser dirigidas por el directorio de las empresas, las reuniones de la metodología de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE) tienen un propósito principal distinto: participar y resolver problemas entre todas las partes involucradas, con el objetivo

de actualizar el modelo del proyecto al final de la reunión, basándose en las decisiones y planteamientos consensuados. La metodología ICE se diferencia de las reuniones tradicionales en varios aspectos clave: en el manejo de problemas, los cuales se resuelven de manera colaborativa y en tiempo real; en la gestión de la agenda, que es dinámica y adaptable; en la descripción de problemas, que se realiza de forma colectiva; en el número de opciones consideradas, que son múltiples para fomentar la creatividad; y en las tecnologías de apoyo, utilizando herramientas avanzadas de modelado y simulación para una toma de decisiones más informada y eficaz.

Tabla 3
Comparativa entre reuniones normales y sesiones ICE

Problema	ICE	Reuniones tradicionales
Resultado de problema en cuestión.	Resolución.	Seguimiento de estado.
Gestión de la agenda.	Centrado en una agenda clara y compartida.	Tangentes, búsqueda de agendas personales.
Descripción del problema y contexto.	Compartido y claro.	Percepciones individuales.
Número de opciones consideradas.	Múltiple; considerar qué pasa.	Centrado en la agenda de un individuo.
Tecnologías de apoyo.	Modelos visuales interactivos y análisis.	Papel y atractivo para la comprensión de los demás.

Nota. La tabla compara la metodología de ICE con las reuniones tradicionales en términos de manejo de problemas, gestión de agenda, descripción de problemas, número de opciones consideradas y tecnologías de apoyo.

2.3.5. Entorno de Dato Común (CDE).

Para lograr laborar de manera colaborativa se necesita contar con un ámbito común de datos (CDE). El CDE es el origen pactado de datos para cada recurso o proyecto, para reunir, administrar y difundir cada recipiente de datos por medio de un método predeterminado (BuildingSMART, 2021, punto 12). Según este método, la información contenida en el CDE va a poder tener diferentes estados: 'trabajo en curso' para la información en proceso de elaboración, 'compartido' para la información accesible a los colaboradores del proyecto, 'publicado' para la información autorizada y 'archivado' para la información histórica.

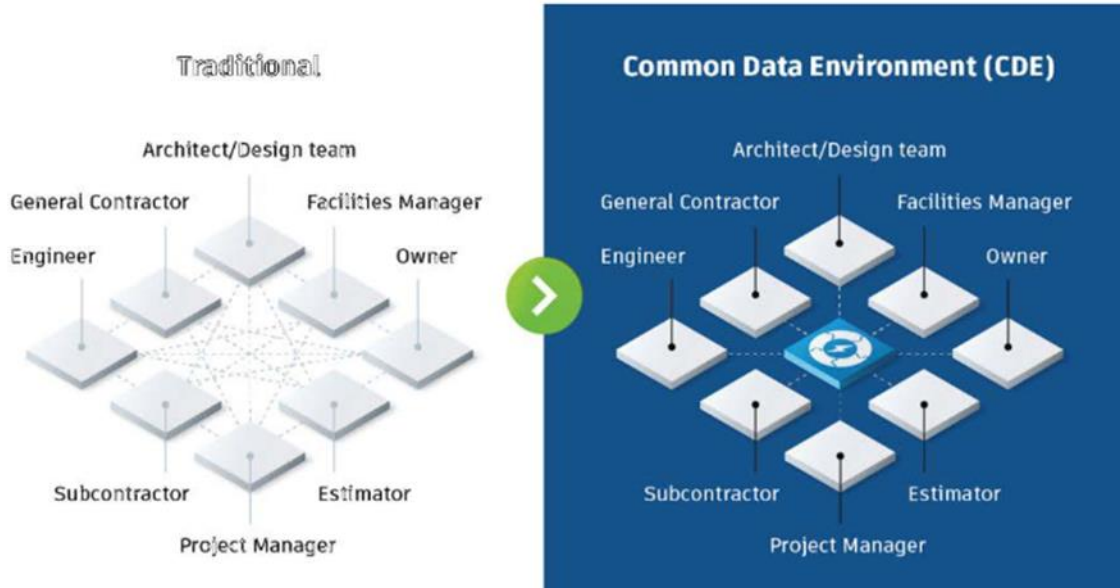
En la parte contratante la responsable de conceder el ámbito común de datos (CDE) para cada plan, así sea de manera directa o por medio de un tercero, como puede ser por medio de alguna de las piezas contratadas.

Una vez hecha la producción colaborativa de información, tiene sitio la actividad de entrega del modelo de información (BuildingSMART, 2021, punto 5.7).

La figura 17 compara dos enfoques en la gestión de proyectos de construcción: el tradicional y el Common Data Environment (CDE). En el método tradicional, se muestra una disposición dispersa de los diferentes roles (Arquitecto/Equipo de diseño, Contratista General, Ingeniero, Propietario, Subcontratista, Estimador y Gerente de Proyecto) sin una conexión clara entre ellos. En contraste, el CDE presenta estos mismos roles organizados alrededor de un centro común, simbolizado por un ícono de nube. Esta disposición en el CDE sugiere una mejor comunicación y colaboración entre todas las partes involucradas, centralizando la información y facilitando un flujo de trabajo más integrado y eficiente en comparación con el método tradicional más fragmentado.

Figura 17

Ventajas de la implementación CDE



Nota. Adaptado de Autodesk, por Autodesk (2021).

Componentes del CDE.

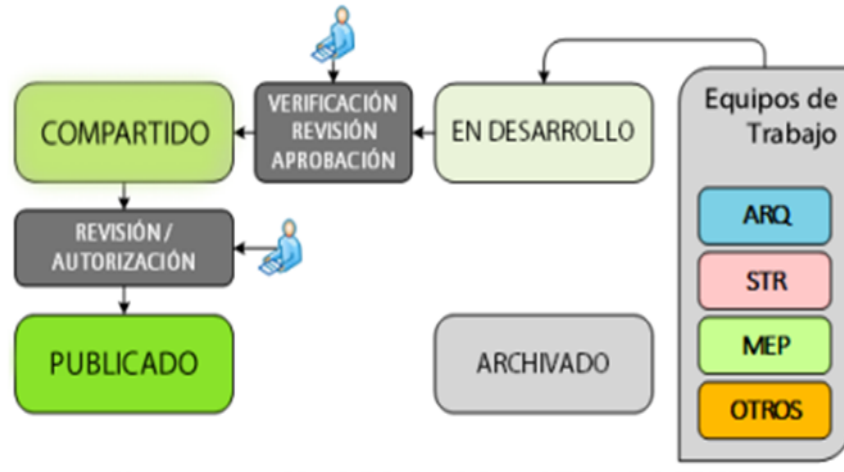
Existe una percepción errónea de que un Entorno Común de Datos (CDE) se centra más en la tecnología que en los flujos de trabajo; sin embargo, es fundamental desarrollar primero estos flujos de trabajo y elegir las soluciones adecuadas para facilitar su ejecución. Aunque pueda parecer que existen soluciones tecnológicas únicas para la gestión de la información de proyectos, en realidad hay múltiples alternativas para diferentes tipos de datos, como herramientas para la gestión de documentos de diseño, administración de contratos, manejo de correspondencia electrónica y recopilación de datos de calidad en obra. Cada solución puede tener flujos de trabajo específicos que aseguren una planificación adecuada de la información, garantizando que sea compartida, almacenada, gestionada y recuperada de manera efectiva. Este trabajo cubrirá diversos elementos del CDE, como los estados de información, la categorización de contenedores mediante metadatos, el control de revisión, y el uso autorizado de la información, proporcionando así un entorno claro para entender el lenguaje de la serie ISO 19650 (BuildingSMART, 2021).

2.3.5.1. Estado del software contenedor de información.

Mientras se realiza un contenedor de información, existe en diversos estados. La figura 18, ilustra dichos estados como parte de un flujo de trabajo de contenedor de información, la figura es una simplificación del proceso real y los contenedores de información tienen la posibilidad de pasar diferentes flujos de trabajo, potencialmente usando algunas resoluciones, como se sugiere en otras piezas de esta orientación.

Figura 18

Flujo de estados de trabajo del CDE



Nota. Adaptado de *Introducción a la serie EN ISO 19650*, por BuildingSMART, (2021).

2.3.6. Gestión de información.

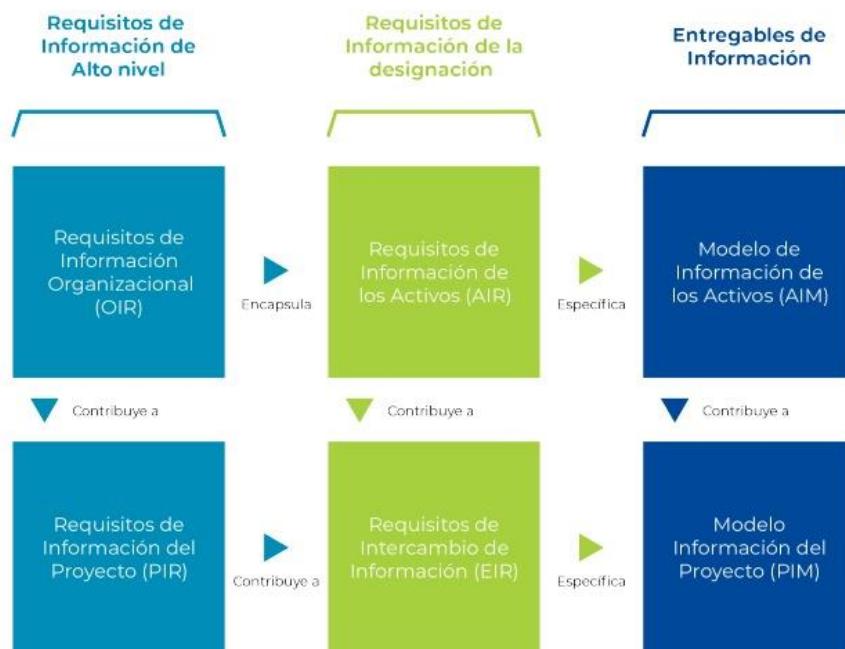
Para aplicar una gestión efectiva de la información, es esencial especificar las actividades y tareas a realizar, reconociendo que su complejidad puede variar y que, en ocasiones, es conveniente dividir tareas complejas en partes más manejables, asignando responsabilidades a diversas personas con la experiencia y conocimiento adecuados. Los requisitos de información son fundamentales en este proceso, ya que establecen los insumos necesarios para todo el ecosistema de gestión de la información. Esta gestión debe considerar diferentes tipos de necesidades: las necesidades de información organizacional (OIR), los requisitos de información sobre activos (AIR) y los requisitos de información del proyecto

(PIR), garantizando así una administración integral y coherente de la información (MEF,2023).

La figura 19 menciona la articulación de los requisitos de información organizacional, requisitos de información del proyecto contenidas dentro de los requisitos de información de alto nivel, estas están articuladas a los requisitos de información de la designación y a los entregables de información.

Figura 19

Articulación de los requisitos de información y los entregables de información



Nota. El gráfico es adaptado de la NTP ISO 19650-1:2021. Tomado de *Guía Nacional BIM Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM* (p.96), por el MEF, 2023.

2.3.6.1. Los principios de la gestión de la información.

Antes de embarcarse en un proyecto (ya sea en la etapa de entrega o de operación), se deben considerar las especificaciones de información además de los activos tangibles (como ladrillos, calderas o edificios completos).

La gestión de la información es la garantía de la entrega de la información correcta al destino correcto en el momento adecuado para lograr un propósito específico. Los requisitos de información consideran tanto información estructurada como no estructurada.

La sección 4.3 del ISO 19650-1 define cuatro perspectivas de ejemplo sobre la gestión de la información que proporcionan un buen punto de partida para comprender por qué las diferentes partes interesadas necesitan información.

2.3.6.2. ¿Cuáles son los requisitos de información?

Según la serie ISO 19650, la información debe crearse para un propósito específico; para que alguien haga uso de ella. Los requisitos de información especifican la información precisa que alguien necesita para que cuando se reciba pueda actuar con éxito. Trabajar en colaboración significa que siempre debemos crear información con su uso en mente.

Es esta sección se utilizan los siguientes términos:

- Proveedor de información - individual/equipo/organización que genera y/o produce la información.
- Receptor de información - individual/equipo/organización que recibirá la información (para su propio uso o en nombre de otros).

Estos términos se encuentran en las cláusulas 3.2.3 y 3.2.4 de la ISO 19650- 1 y durante el ciclo de vida de un activo la mayoría de las personas dentro de las partes designadas y designadas serán ambas. Por ejemplo: la información podría ser necesaria para

actualizar una hoja de cálculo, para ser utilizada como información de referencia al diseñar y/o para tomar una decisión.

Desde una perspectiva de gestión de la información, y para definir los requisitos de información tenemos que cambiar este flujo de trabajo.

El punto de partida es que el receptor de información estipula sus requisitos. Para ello primero tienen que entender los propósitos para los que requieren información.

La información requerida puede entonces ser definida y comunicada al proveedor de información, para que entonces comprendan el alcance de lo que necesitan producir. Los requisitos de información son como un esqueleto o marco que contiene muchos agujeros de diferentes formas y tamaños. Estos agujeros especificar los requisitos de la información necesario para llenarlos correctamente. A continuación, los proveedores intercambian la información entregada con el receptor de información llenando así los agujeros.

2.3.6.3. ¿Por qué se necesitan los requisitos de información?

Sin entender qué información se necesita, es muy difícil e ineficiente planificar cómo se va a entregar dicha información, los plazos requeridos y los recursos necesarios. Los requisitos de información de buena calidad son vitales para resolver esta situación.

Los requisitos de información son fundamentales para la serie ISO 19650. Una vez definidos informan:

- El proceso de licitación y nombramiento.
- Planificación de la entrega de información.
- Generación y entrega de información.
- El proceso de autorización y aceptación mediante la comparación de los productos con los requisitos.

- El uso adecuado de la información.

Un receptor de información que pida información inesperadamente tendrá un impacto negativo en la forma en que el productor de información está trabajando.

Esto puede resultar extremadamente perturbador, especialmente si los programas de proyecto son estrictos.

Los requisitos de información deben desarrollarse con un cierto fin para aumentar gradualmente sus detalles a fin de:

- Contar una historia consistente.
- Cumplir su propósito para el proyecto.
- Cumplir su propósito para la organización del receptor.

Además, definir los requisitos de información no es un ejercicio de control; los insumos pobres tienden a producir resultados deficientes que conducen a riesgos e imprevisibilidad, como ya se ha señalado. Esta frase resume de manera perfecta lo expuesto: “Necesidades de información deficientes (entrada) = información insuficiente entregada (salida)” (BuildingSMART, 2021).

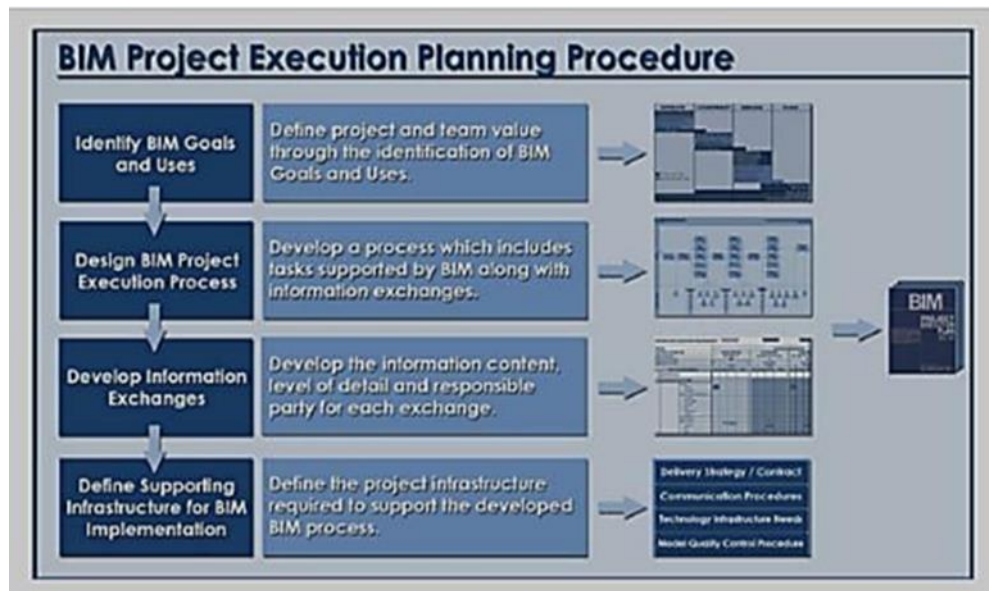
2.3.7. Plan de Ejecución BIM.

El Plan de Ejecución BIM (BEP), elaborado por la entidad líder del proyecto, es una guía esencial que detalla la implementación y ejecución de las fases de la metodología BIM, estableciendo procedimientos, estándares técnicos, roles, responsabilidades y entregables específicos para cada etapa, garantizando el cumplimiento de los requisitos de información definidos por la entidad contratante y las normas establecidas. Conforme a la ISO 19650-2, este documento debe incluir, además, la capacidad del equipo de implementación, planes de movilización, evaluaciones de riesgos y planes de provisión de información, organizando la

gestión de la información de manera efectiva y proporcionando recursos adicionales para futuros equipos de entrega, según lo disponga la parte principal designada (MEF, 2023).

La figura 20 muestra el modelo BEP, procedimiento de la planificación de la ejecución del proyecto BIM que es un recurso que establece procedimientos, así como se observa en la imagen, que se siguen a lo largo de un proyecto para garantizar una correcta gestión de la información.

Figura 20
Modelo BEP



Nota. Adaptado de *Semantic scholar*, por Messner, et al. (2019).

2.3.7.1. Propósito del plan de ejecución BIM

El BEP tiene dos propósitos diferentes para apoyar las actividades de la licitación nombramiento de entrega de información.

Proporcionar pruebas a la parte resignante de que el posible equipo de entrega puede gestionar la información del proyecto de conformidad con los requisitos de información que se les proporcionen.

Proporcionar una herramienta de entrega que el equipo de entrega designado utilizará para producir, administrar e intercambiar información del proyecto durante la cita junto con otros recursos.

En consecuencia, aunque se crea un solo BEP para cada equipo de entrega, pueden generarse dos versiones previas. La primera es el BEP original, y la segunda versión ofrece una actualización para que funcione como recurso de referencia y herramienta de gestión de la información para el equipo de entrega.

2.3.7.2. Inicio del desarrollo de un plan de ejecución de BIM

El Plan de Ejecución BIM (BEP), elaborado por la entidad contratante principal, es un documento esencial para los equipos de desarrollo del proyecto, que debe incluir una descripción detallada de los recursos humanos asignados a la gestión de la información, sus perfiles profesionales y responsabilidades. Asimismo, el BEP debe establecer la estrategia de entrega de información, la matriz de responsabilidades entre los actores del proyecto, los procedimientos para la generación y gestión de la información, las normas de calidad aplicables y la infraestructura tecnológica necesaria. Al poner en marcha los elementos requeridos según estas directrices, se inicia la generación conjunta de datos, garantizando una ejecución coordinada y eficiente del proyecto (BuildingSMART, 2021).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Introducción:

El 15 de julio de 2021, se me incorporó como BIM Manager para el proyecto del Hospital de Apoyo Casma II-1, donde la principal función consistía en implementar la metodología BIM conforme a los documentos contractuales EIR y AIM. Basándose en estos documentos, se llevó a cabo la implementación, comenzando por definir los objetivos generales y específicos, con el objetivo principal de minimizar errores de diseño relacionados con interferencias.

Posteriormente, se identificó las herramientas necesarias tanto para el desarrollo como para la gestión de la información. Para el desarrollo, se seleccionó el software Revit, mientras que para la gestión de la información se optó por Revizto.

Tras seleccionar las herramientas, se procedió a desarrollar el desglose de los archivos por especialidades del proyecto, teniendo en cuenta su envergadura. Asimismo, se optó por dividir los archivos de manera independiente según la especialidad y subespecialidad, que incluyeron:

- Arquitectura
- Estructuras
- Civil
- Instalaciones Mecánicas
- Instalaciones Eléctricas
- Instalaciones de Datos
- Instalaciones Sanitarias
- Contra Incendios
- Desagüe
- Agua Fría, Caliente y Blanda
- Instalaciones de Gases Medicinales
- Equipamiento Médico

3.2. Expediente técnico recuperación de los servicios de Salud del Hospital Apoyo Casma II-1.

Es por esto que, el presente título tiene por objeto la descripción del diseño para la ejecución del proyecto: “Recuperación de los Servicios de Salud del Hospital Apoyo Casma II-1”, se llevó a cabo en un nuevo terreno, ubicado en la intersección de la Prolongación de la Av. Nepeña y calle Aramburu, en el distrito y provincia de Casma, Región de Áncash. El proyecto corresponde al tipo “Establecimiento de salud de atención especializada de nivel II-1”, tuvo como meta la construcción de una nueva edificación que cumpla las normas y estándares vigentes en materia de salud.

En la figura 21 se muestra la ubicación geográfica donde se encuentra el lugar o zona de estudio del proyecto, indicando Departamento, Provincia y Distrito en la cual se encuentra.

Figura 21
Ubicación geográfica del proyecto



Nota. Fuente propia.

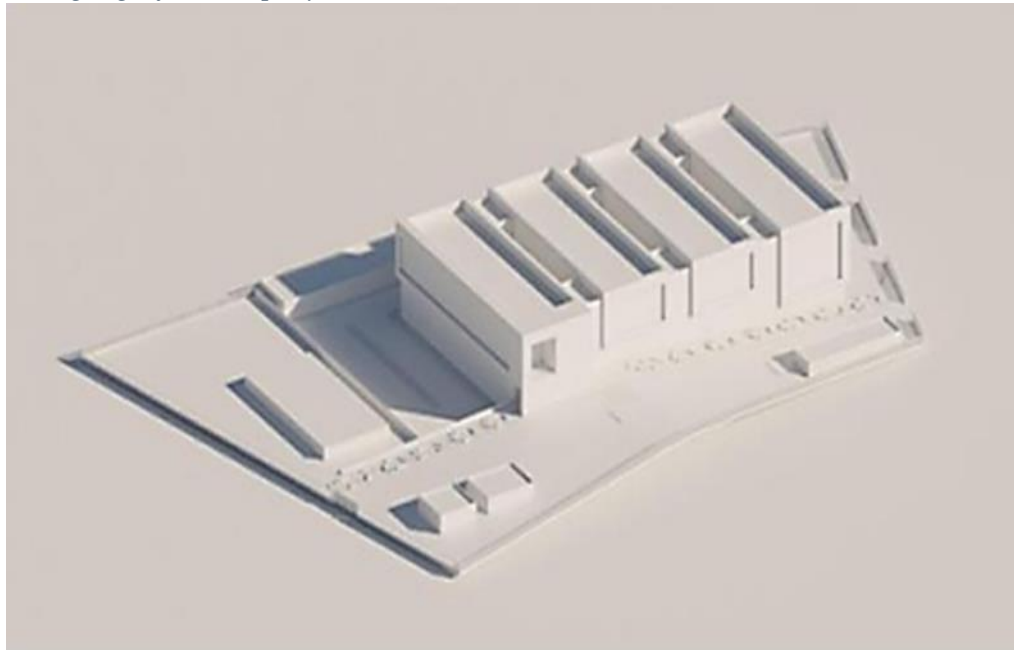
El terreno del establecimiento de salud de Casma se encuentra inscrito en SUNARP, según Partida Registral N°07023475 inscrita en la zona Registral N1 VII-Sede Huaraz. El titular del terreno es la Municipalidad de Casma, y cuenta con un área de 14,558.70 m² y 495.85m de perímetro. El volumen principal está formado por cuatro bloques separados

entre sí por patios. Estos bloques se manifiestan al exterior en las plantas superiores, entendiéndose el volumen principal como cuatro bloques apoyados sobre un zócalo.

En la figura 22 muestra el volumen del terreno del proyecto modelado en 3D para su mejor visualización, que se divide en 4 bloques de acuerdo a la descripción mencionada en el párrafo anterior.

Figura 22

Ubicación geográfica del proyecto



Nota. Fuente propia.

3.3. Alcance del caso de estudio.

El estudio de caso se concentra en la fase de diseño de la estructura (sótanos y pisos) e instalaciones del proyecto “Recuperación de los Servicios de Salud del Hospital Apoyo Casma II-1”, iniciado en julio de 2021 y en curso. Se aplicó el enfoque BIM durante la mejora de la ingeniería básica y la resolución de ingeniería, con múltiples reuniones del ICE entre los involucrados. El proyecto arrancó con un expediente base de la fase de diseño del edificio, con un presupuesto base de S/. 3'875,710.00 (incluyendo costos directos e indirectos). La propuesta de innovar y enfrentar nuevos desafíos constructivos surgió del

contratista, quien ya había implementado BIM en un proyecto anterior y convenció al cliente de utilizar la metodología VDC para superar nuevos retos y aumentar el valor ingenieril del proyecto.

3.4. Análisis del proyecto.

El proyecto en cuestión, al igual que muchos otros emprendimientos, se vio condicionado por una serie de factores internos y externos que influyeron significativamente en su ejecución y en las decisiones del contratista. Estos factores, en ocasiones de naturaleza adversa, representaron desafíos que complicaron la formulación de estrategias óptimas para el desarrollo del proyecto.

3.5. Factores internos.

Se presenta los siguientes:

- Fecha de entrega para el cliente. El propietario del proyecto necesitaba que el proyecto se entregara en un período de 12 meses, durante el cual deseaba tomar decisiones responsables y correctas para garantizar que el hospital estuviera disponible en el momento adecuado.
- En la fase inicial del proyecto, la ingeniería básica proporcionada presentaba un nivel de detalle insuficiente, con numerosas definiciones pendientes en diversas especialidades.
- La dinámica contractual entre el contratista y el cliente jugó un papel fundamental al superar varios obstáculos para la implementación de la metodología BIM en el proyecto.
- El reto de la contratista y el cliente de usar ingeniería de valor para el proyecto.

- La implementación de la metodología VDC en los proyectos de la contratista representa un desafío significativo, dado que no existe una experiencia previa en su aplicación a nivel nacional. Detallar más paso a paso con la metodología BIM VDC.

3.6. Factores externos.

A continuación, se presentan los siguientes factores externos:

- Los subcontratas no conocían las nuevas formas de trabajo y no tenían experiencia en proyectos BIM y VDC.
- Se presentaron problemas con el personal en todos los niveles del mercado, dado que la mayoría de los profesionales y mano de obra carecían de experiencia con BIM y VDC.
- Vecinos en desacuerdo o incómodos por la ejecución del proyecto. Se asumió la gestión de los problemas con los vecinos.
- El contratista tenía en marcha otros proyectos de hospitales que empleaban BIM e ingeniería de valor, lo que permitía compartir una gran cantidad de información y conocimientos.

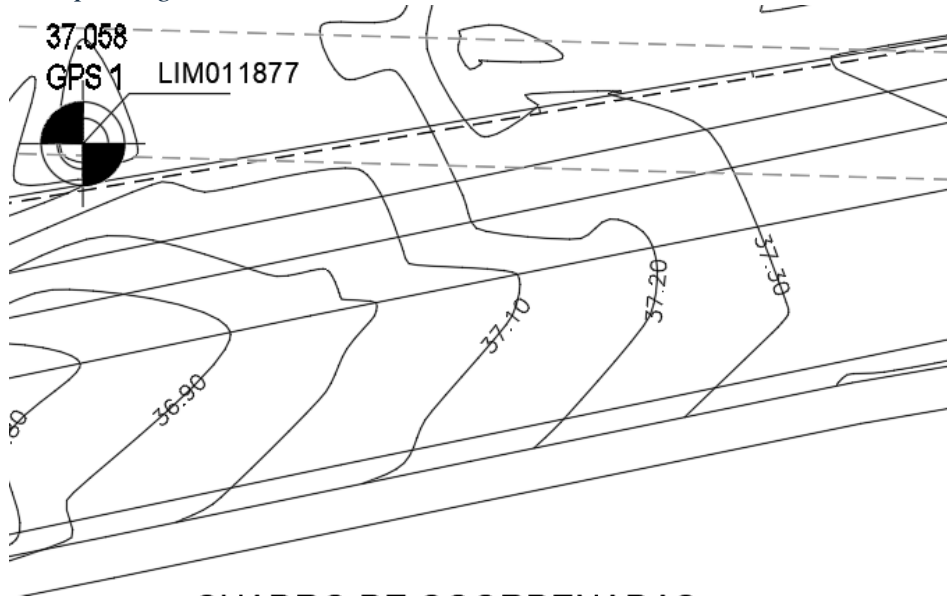
3.7. Uso de información topográfica.

Después de identificar y desglosar los archivos, se inició la revisión de la información primordial, comenzando con la topografía, la cual debía contener ciertos requisitos esenciales: curvas de nivel y, al menos, un punto geodésico debidamente identificado con sus coordenadas X, Y y Z, tal como se muestra en la figura 24. Esta información fue crucial para la correcta ubicación del proyecto.

En la figura 23 muestra el punto geodésico LIM011877 junto con su cuadro de coordenadas que indica su norte, este y su cota respectiva.

Figura 23

Captura del punto geodésico



CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
LIM011877	8951396.103	795691.793	37.058

Nota. Fuente propia.

Además, el punto geodésico debía estar monumentado físicamente en el terreno, como se muestra en la figura 25, y debidamente identificado con una placa de bronce que indicaba su clasificación. Para este proyecto de edificación, se consideró un punto de orden C con una precisión de 10 mm. Este punto geodésico monumentado servía para referenciar el trazado durante la ejecución del proyecto y para posicionar el modelado en el espacio geográfico dentro de la herramienta Revit. A continuación, se narrará paso a paso cómo se elaboraron estos procesos.

En la figura 24 muestra el punto geodésico en físico descrito por el nombre de la empresa o institución en la parte superior y en el centro por el orden de punto, numero de registro, año de instalación y también con sus descripciones que mencionan se prohíbe destruir y propiedad privada. Ayudará a definir la posición y altitud del proyecto en relación con el sistema de coordenadas geodésicas, para asegurar que todos los elementos se encuentren en posiciones correctas.

Figura 24

Fotografía del punto geodésico físico del proyecto



Nota. Fuente propia.

3.8. Uso de herramientas BIM Revit.

En cuanto al uso de la herramienta Revit, esta se utilizó para el modelado detallado de toda la información del activo en su totalidad. Sin embargo, el presente trabajo se enfoca en la gestión de la información en la plataforma Revit, por lo que no se detallará el modelado específico de cada especialidad.

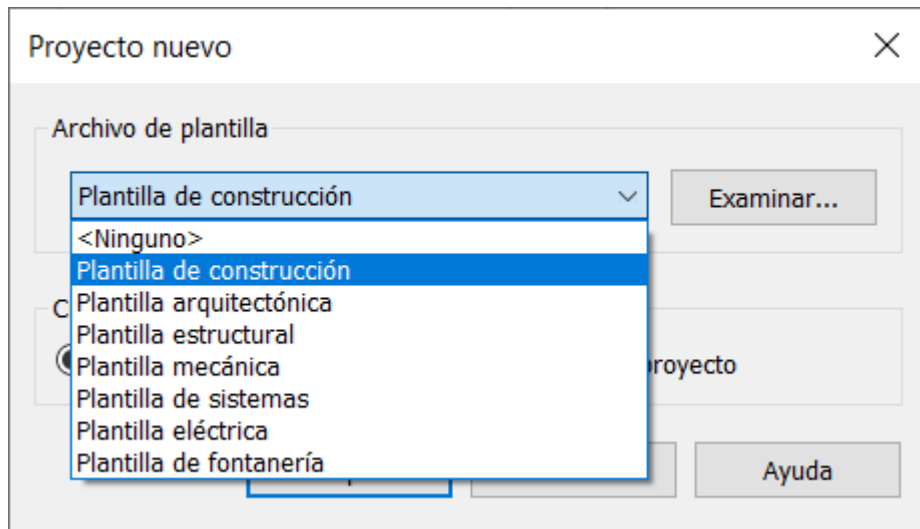
Por lo tanto, se detallan los pasos más importantes a considerar al iniciar el modelado en la herramienta para la gestión de información en los modelos federados (modelos vinculados entre sí). Estos pasos son fundamentales para una gestión correcta de la

información dentro de la plataforma Revizto u otro software de gestión de información. Por ello, se describirá el proceso de inicio de modelado:

1. Abrir la herramienta Revit utilizando una plantilla por defecto, recomendándose la plantilla de construcción, tal como se muestra en la figura 25.

En la figura 26 se observa el archivo de plantillas de Revit que muestra opciones como construcción, arquitectónica, estructural, mecánica, sistemas, eléctrica y fontanería, para escoger y crear un proyecto nuevo.

Figura 25
Plantillas de la herramienta Revit

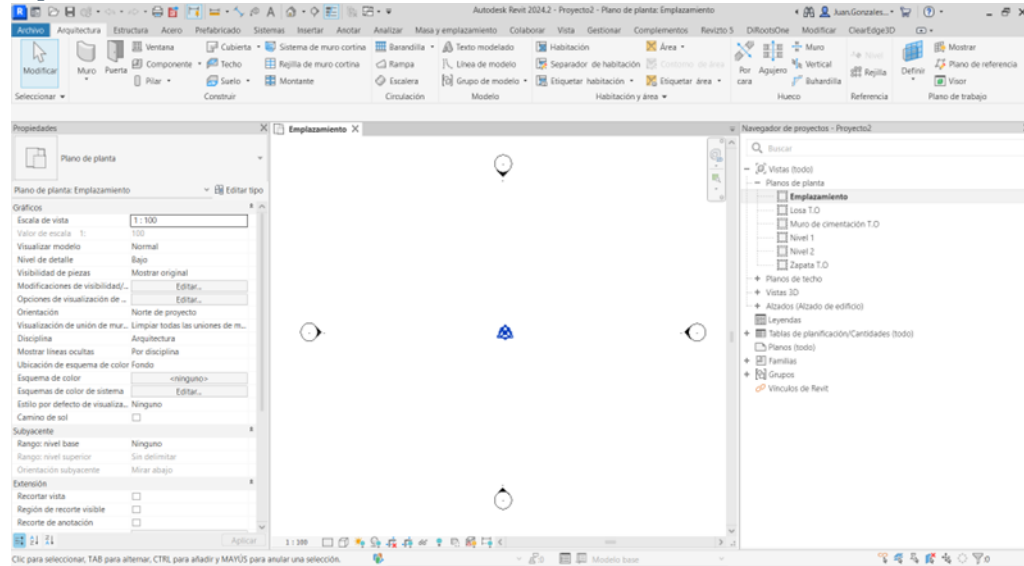


Nota. Fuente propia.

2. Después de abrir Revit, acceder a la vista de emplazamiento dentro del navegador de proyectos, la cual viene por defecto en la plantilla, tal como se muestra en la figura 27.

En la figura 26 muestra la vista del emplazamiento donde hay múltiples iconos y opciones para continuar con el procedimiento de modelado.

Figura 26
Vista del emplazamiento



Nota. Fuente propia.

3. En el centro de la vista se observan dos figuras superpuestas: una circular y otra triangular, como se muestra en la figura 31. La figura circular se denomina punto de base del proyecto, mientras que la figura triangular se llama punto de reconocimiento.
4. Asegurarse de que la unidad de longitud esté configurada en metros. Si no es así, cambiarla a metros, como se muestra en la figura 28.

En la figura 27 se observa las unidades del proyecto que muestra la herramienta Revit con los símbolos y sus cantidades respectivas de cada unidad.

Figura 27
Unidades del proyecto

Unidades	Formato
Ángulo	12.35°
Área	1235 m ²
Coste por área	1235 [\$/m ²]
Distancia	1235 [cm]
Longitud	1234.57 [m]
Densidad de masa	1234.57 kg/m ³
Ángulo de rotación	12.35°
Pendiente	12.35°
Velocidad	1234.6 km/h
Duración	1234.6 s
Volumen	1234.57 m ³
Divisa	1234.57

Símbolo decimal/agrupación de cifras:
123,456,789.00

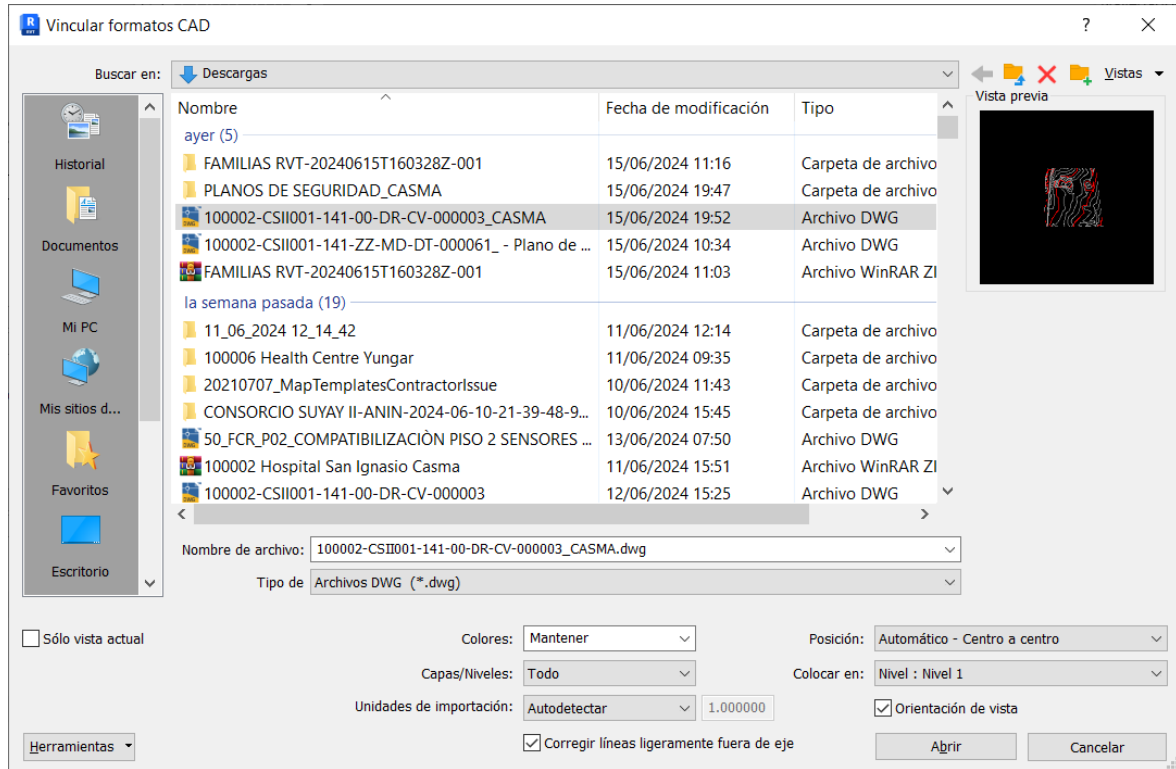
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Fuente propia.

5. Vincular el archivo DWG topográfico. Para ello, asegúrese de que el archivo topográfico esté en unidades de metros y sea visible en todas las vistas del proyecto. Además, configure la posición en "centro a centro" para que las curvas topográficas coincidan correctamente, tal como se muestra en la figura 28.

En la figura 28 muestra como vincular formatos CAD, se observa el nombre del archivo del proyecto y sus descripciones tales como; colores capas/niveles, posición, etc., mostradas en la parte inferior.

Figura 28
Vincular formatos CAD

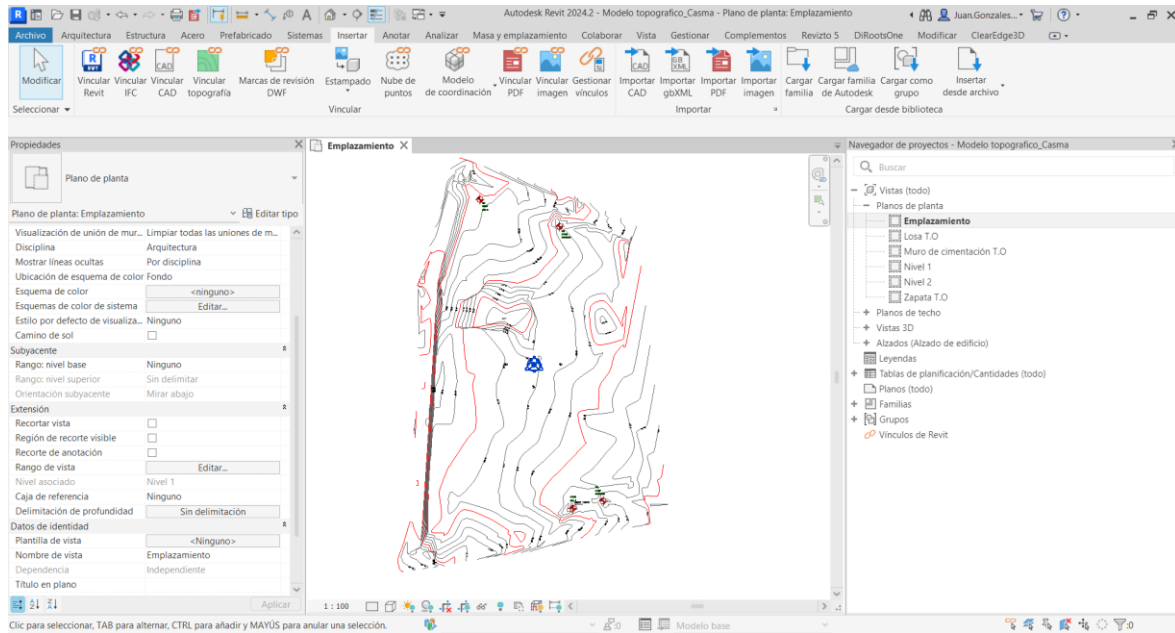


Nota. Fuente propia.

6. Se insertaron las curvas topográficas. En la figura 29, se pueden observar las curvas topográficas junto con los puntos de proyecto y de reconocimiento, así como los cuatro puntos geodésicos. De estos puntos geodésicos, se utilizará uno en particular, cuya utilización se describirá a continuación.

En la figura 29 muestra las propiedades del plano de planta en la parte izquierda de la imagen y en la parte derecha el navegador de proyectos y entre las opciones mostradas la opción de emplazamiento la cual se observa en el centro de la imagen

Figura 29
Curvas topográficas del proyecto

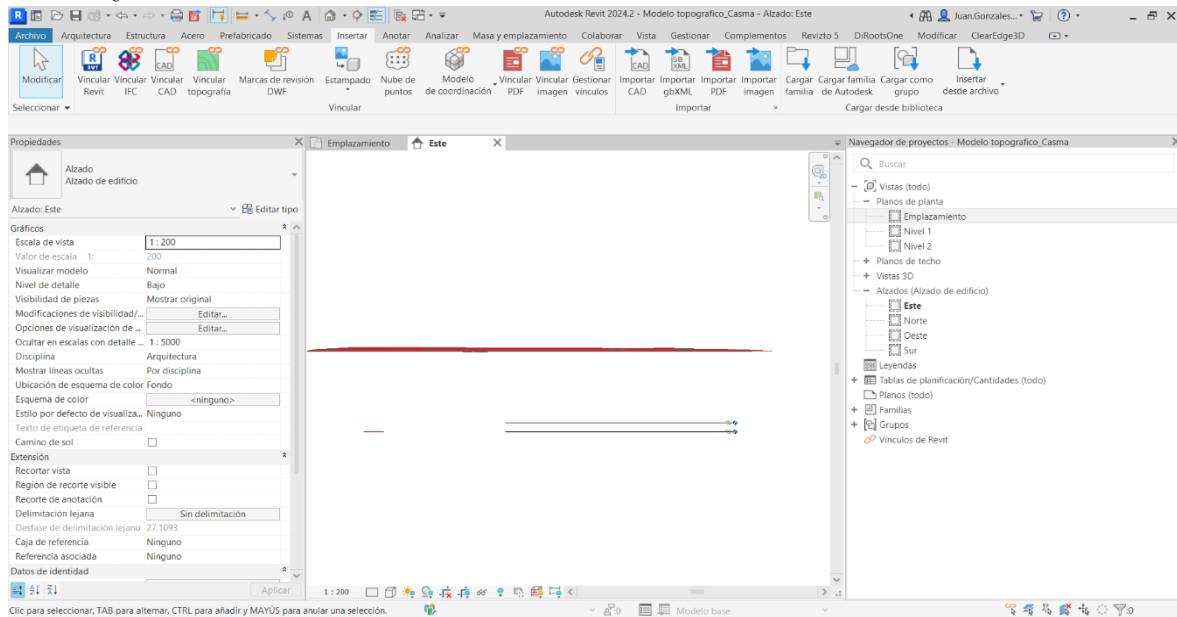


Nota. Fuente propia.

7. En el navegador de proyecto, diríjase a la vista de alzado, pudiendo seleccionar cualquiera de las cuatro vistas disponibles. En este caso se utiliza la vista Este.

En la figura 30 se observa la vista de alzado este de edificio proyectada en el centro de la imagen, con sus opciones de gráficos y extensión en el lado izquierdo.

Figura 30
Vista alzado Este

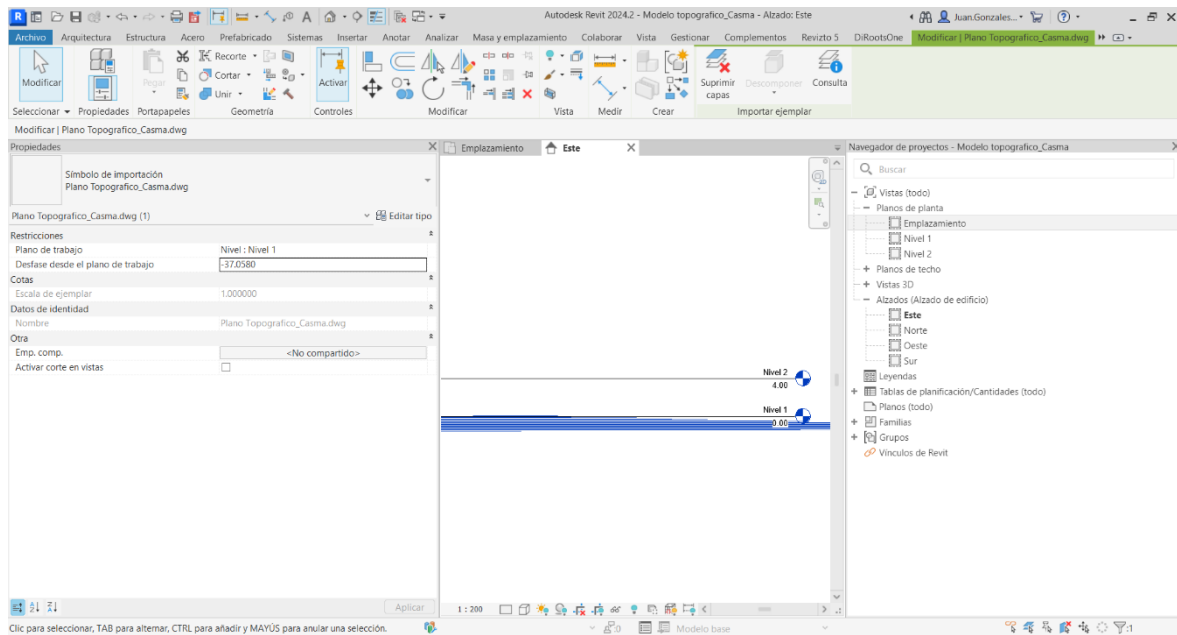


Nota. Fuente propia.

8. En esta vista, seleccione el vínculo topográfico y, en el panel de propiedades, ingrese la cota del punto geodésico como un valor negativo en la opción de "desfase desde el plano de trabajo". Digite -37.058, tal como se indica en la figura 31, para que el punto y las curvas de nivel estén alineados con el nivel 0.00 del modelo.

En la figura 31 en la parte izquierda muestra el panel de propiedades donde se puso el valor negativo de la cota y proyectando una imagen en el centro de la figura.

Figura 31
Vista propiedades



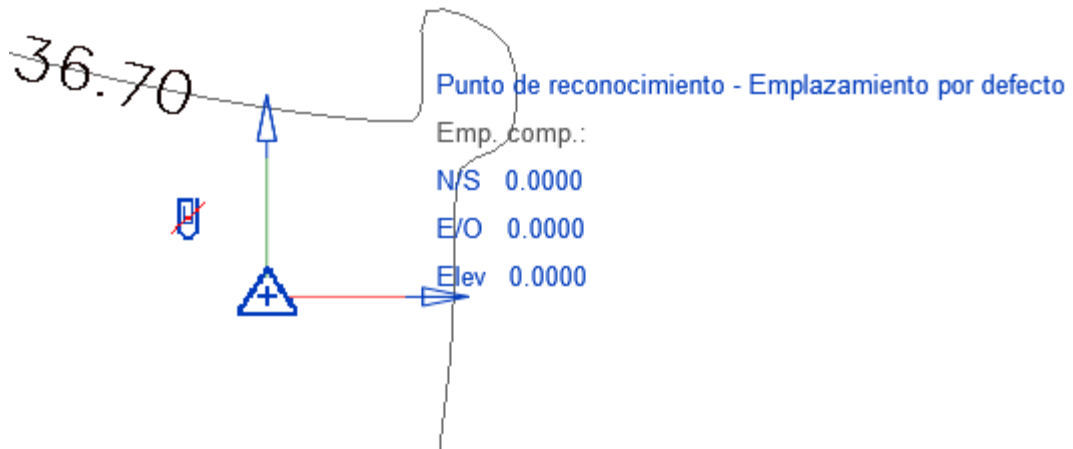
Nota. Fuente propia.

9. Abra la vista de emplazamiento, seleccione el punto de reconocimiento y actívelo, tal como se muestra en la figura 32. Asegúrese de que la línea oblicua sea visible para que pueda cambiar las coordenadas sin problemas en el siguiente paso.

En la figura 32 se muestra el punto de reconocimiento activado con sus coordenadas mostradas al lado derecho del punto.

Figura 32

Punto de reconocimiento activado para movimiento

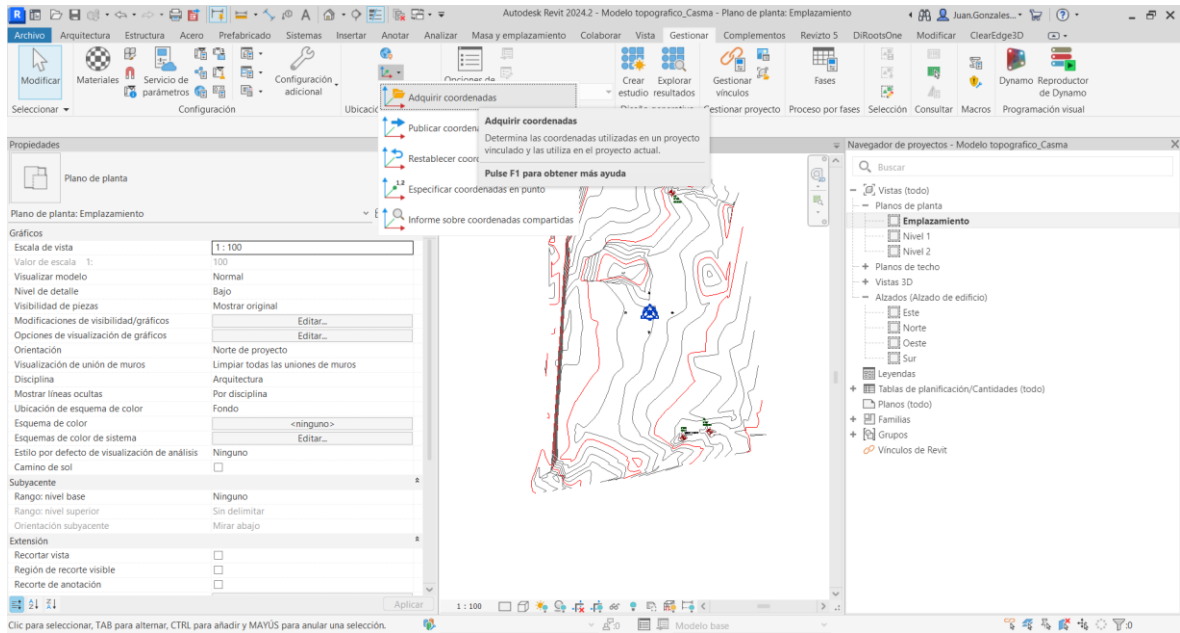


Nota. Fuente propia.

10. Abra la vista de emplazamiento y siga el procedimiento para heredar las coordenadas del archivo vinculado (topográfico). En la pestaña "Gestionar", seleccione la opción "Adquirir coordenadas" y luego elija el vínculo topográfico.

En la figura 33 muestra las propiedades de plano en plano en la parte izquierda de la imagen, en el centro el plano proyectado en planta y en la parte superior a ello los pasos para adquirir coordenadas del archivo.

Figura 33
Proceso de adquirir coordenadas

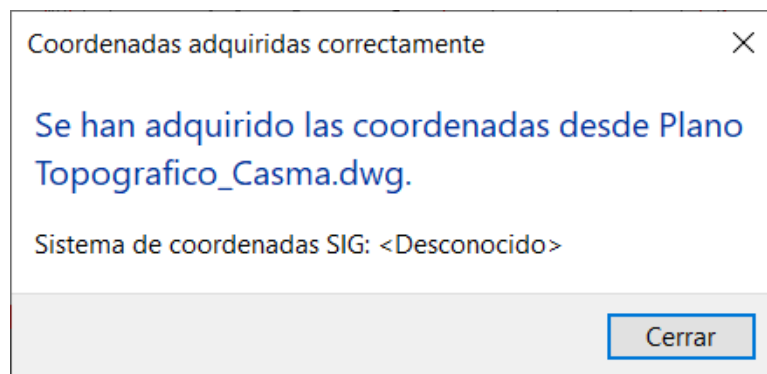


Nota. Fuente propia.

11. Revit confirmará que las coordenadas se han adquirido correctamente, tal como se muestra en la figura 34.

En la figura 34 muestra la descripción con la confirmación de las coordenadas adquiridas desde el plano topográfico de la herramienta Revit.

Figura 34
Confirmación del Revit de las coordenadas adquiridas

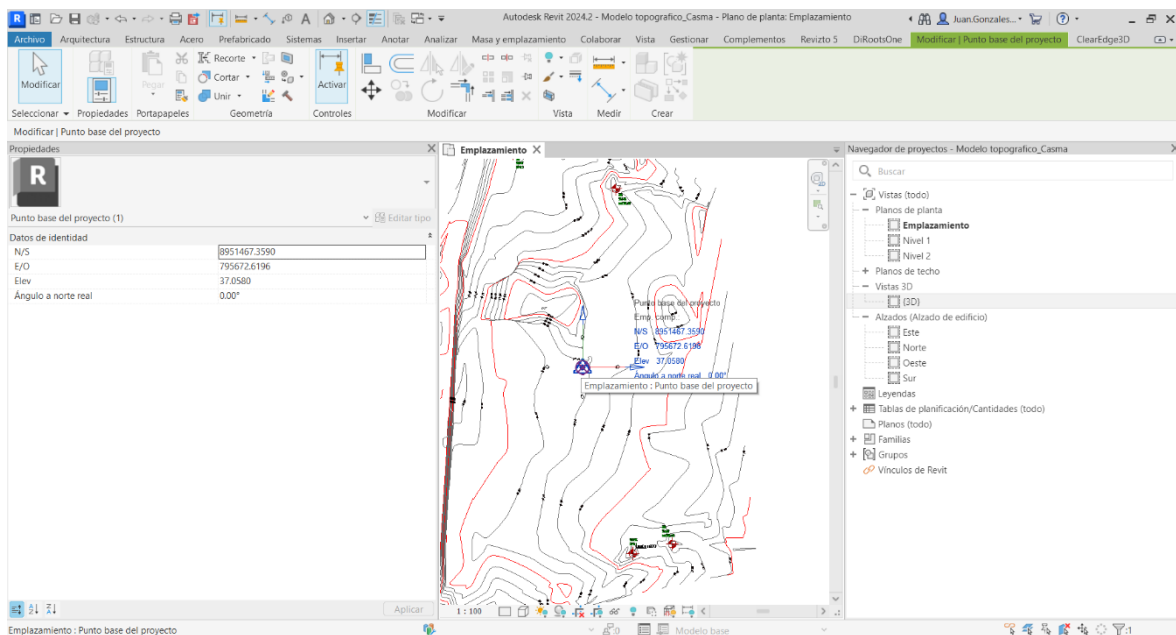


Nota. Fuente propia.

12. Después de heredar las coordenadas, verifique si se adquirieron correctamente.

En la figura 35 muestra la verificación de las coordenadas adquiridas y el valor de la coordenada es similar al cuadro que se muestra en la figura 23 confirmando la precisión del proceso.

Figura 35
Proceso de adquirir coordenadas

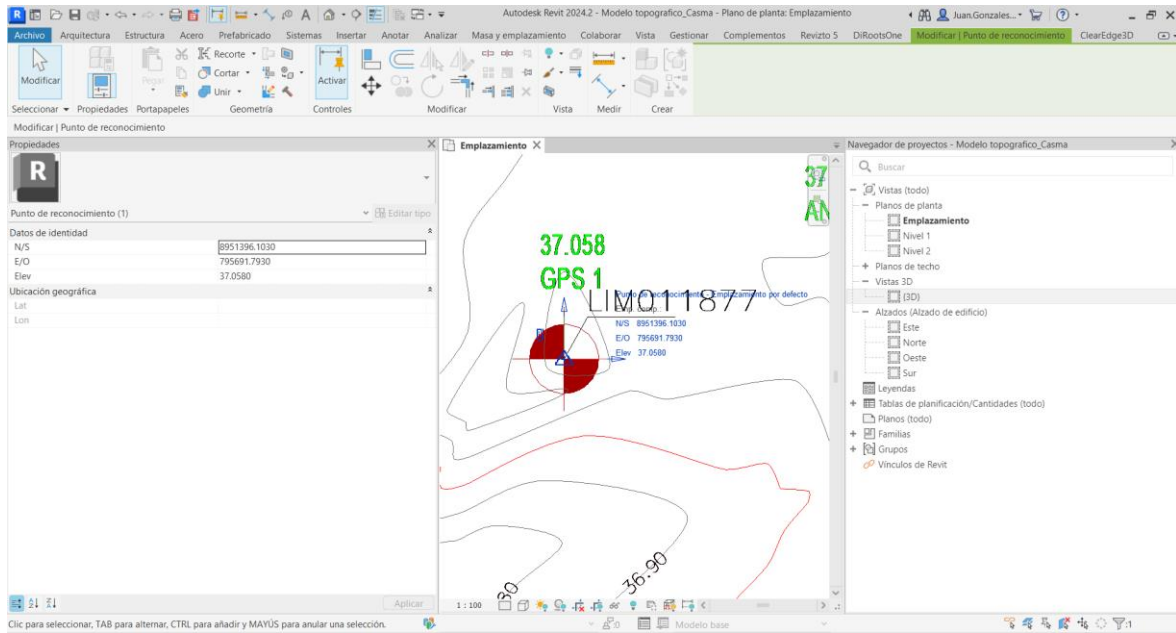


Nota. Fuente propia.

13. Seleccione el punto de reconocimiento del proyecto y muévelo al punto geodésico del proyecto indicado en la figura 23. Revise que las coordenadas X, Y y Z sean exactamente las mismas que las del plano topográfico, tal como se muestra en la figura 36.

En la figura 36 muestra el punto del proyecto de la figura 23 vista anteriormente movido al punto geodésico la cual es visible en la parte central de la imagen con sus respectivos elementos.

Figura 36
Punto movido al punto geodésico



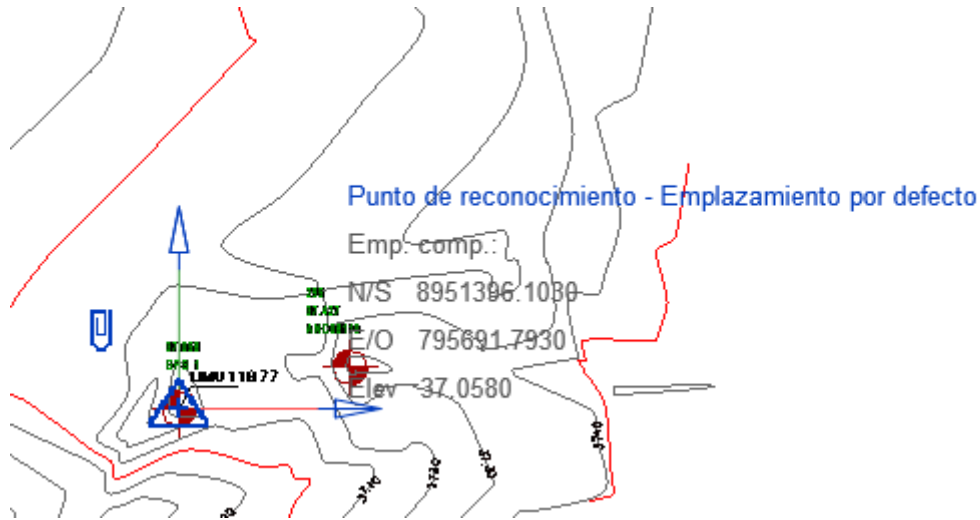
Nota. Fuente propia.

14. Luego, desactive o bloquee el movimiento del punto, ya que este es reconocido según el levantamiento topográfico. Asegúrese de que la línea oblicua no se muestre, tal como se observa en la figura 37.

En la figura 37 muestra el punto bloqueado de movimiento para evitar modificaciones en las propiedades del dibujo y también la línea oblicua no se muestra.

Figura 37

Punto bloqueado de movimiento



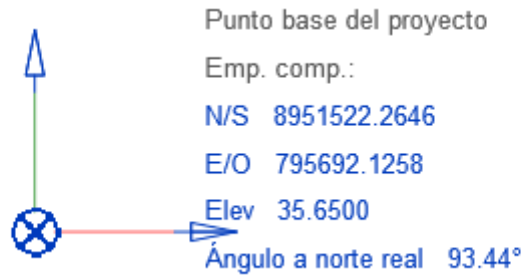
Nota. Fuente propia.

15. A continuación, se analiza el punto de base del proyecto, determinándose que el terreno tiene una inclinación de 93.44° respecto al norte del proyecto. Este ángulo se ajustó, como se muestra en la figura 38, para facilitar el trabajo, asegurando que el terreno esté completamente horizontal. Además, el nivel o la elevación se estableció de acuerdo con la evaluación arquitectónica del proyecto, utilizando el punto 0,0,0 como referencia. Finalmente, la ubicación dependerá también de la configuración de los ejes del proyecto.

En la figura 38 muestra el punto base del proyecto y el ángulo girado que se ajustó para que el terreno este de forma horizontal sin inclinaciones.

Figura 38

Punto base del proyecto y ángulo girado



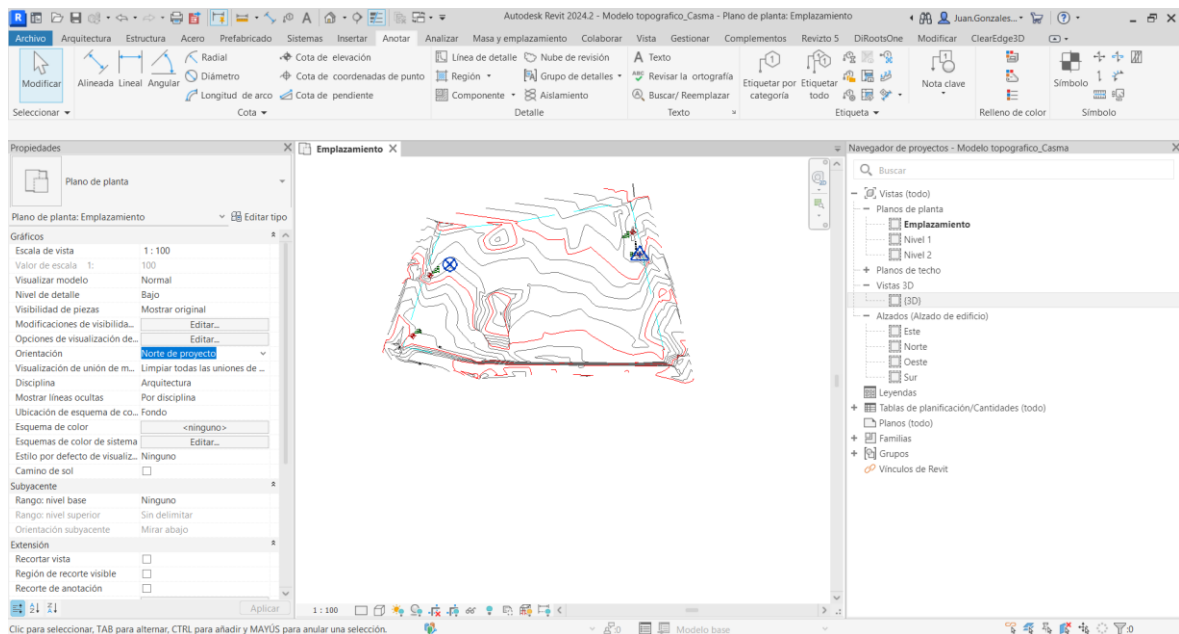
Nota. Fuente propia.

16. Después de esta configuración, el proyecto tendrá dos orientaciones: el Norte del proyecto, que en términos de AutoCAD corresponde al UCS, y la orientación Norte real del proyecto. Esta configuración se realiza para facilitar el trabajo y la presentación de los planos.

En la figura 39 muestra cómo poner el norte del proyecto la cual se visualiza en la parte izquierda de la imagen y se observa el plano en el centro.

Figura 39

Posicionamiento del proyecto

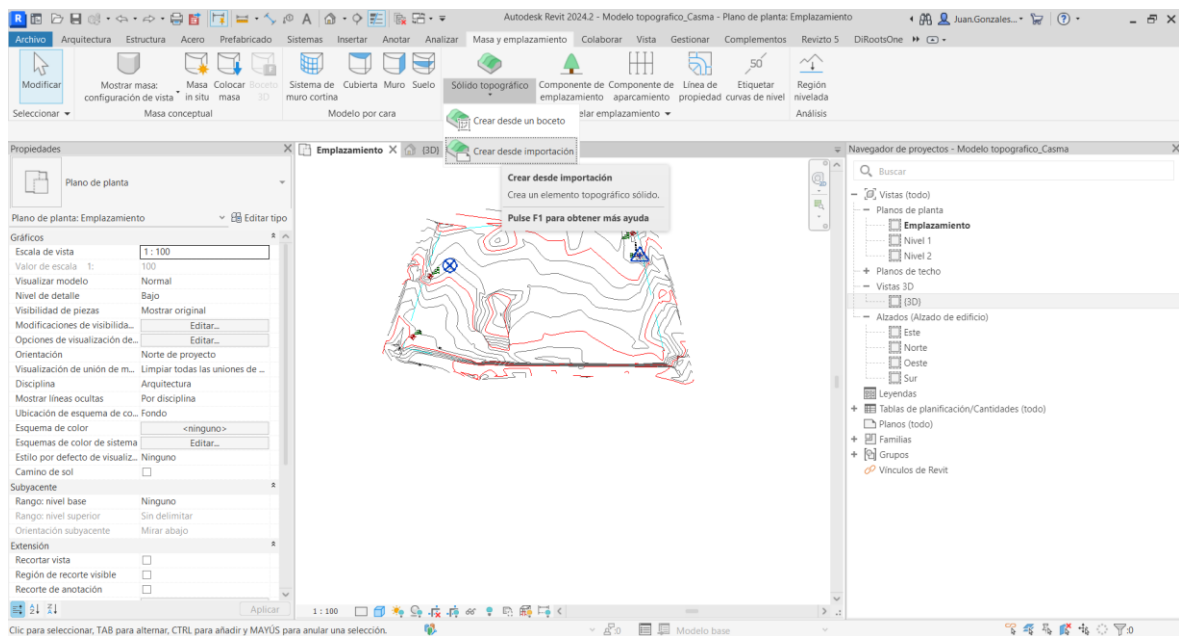


Nota. Fuente propia.

17. Creación del perfil topográfico basado en las curvas de nivel. Para ello, siga estos pasos: en la pestaña "Masa y emplazamiento", seleccione "Crear desde importación de CAD".

En la figura 40 para la creación del perfil topográfico se siguen los siguientes pasos; primero la opción de sólido topográfico y al darle click muestra otra opción de crear desde importación y se crea.

Figura 40
Creación del perfil topográfico

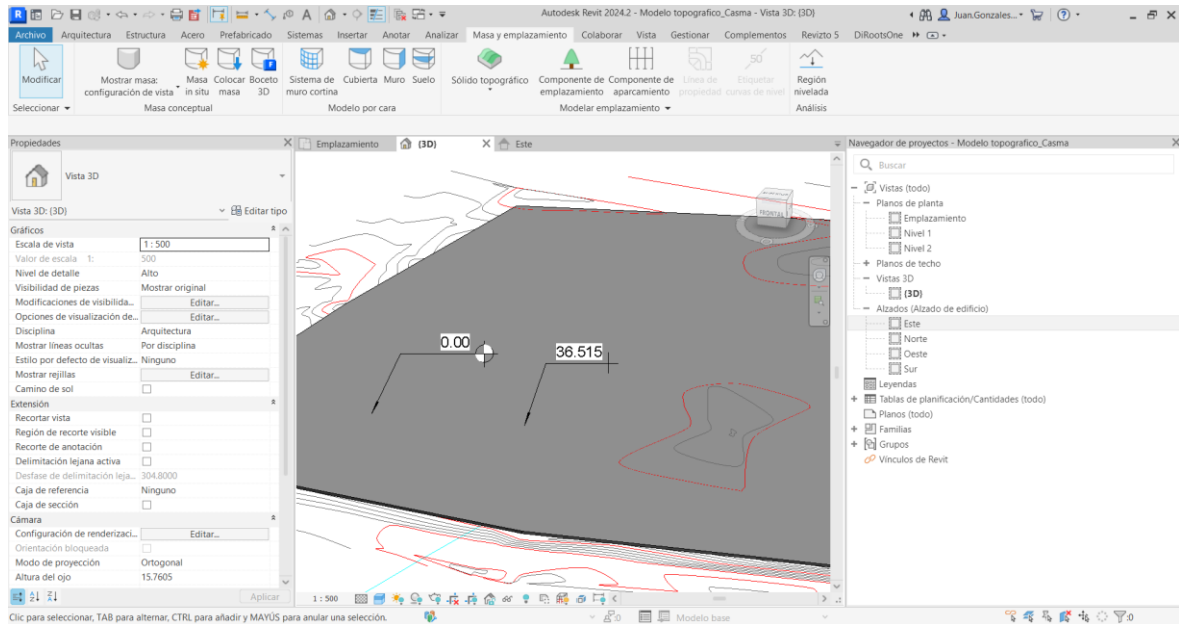


Nota. Fuente propia.

18. Al generar el perfil topográfico, revise las cotas relativas y absolutas del proyecto. Finalmente, guarde estos datos en el archivo.

La figura 41 muestra el perfil topográfico proyectado en el centro de la imagen que se generó después de los pasos mostrados anteriormente y en la parte izquierda muestra sus propiedades de la vista 3D.

Figura 41
Generación del perfil topográfico

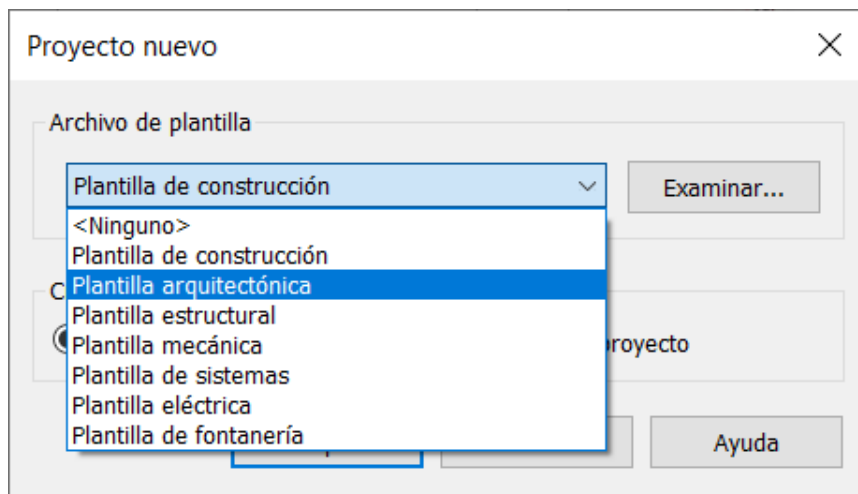


Nota. Fuente propia.

19. Creación del modelo de arquitectura, seleccionar una plantilla arquitectónica. Como se observa en la figura 42.

En la figura 43 para la creación del modelo arquitectura nuevamente muestra el archivo de plantillas con sus respectivas opciones, pero esta vez se selecciona en plantilla arquitectónica.

Figura 42
Creación del modelo arquitectura

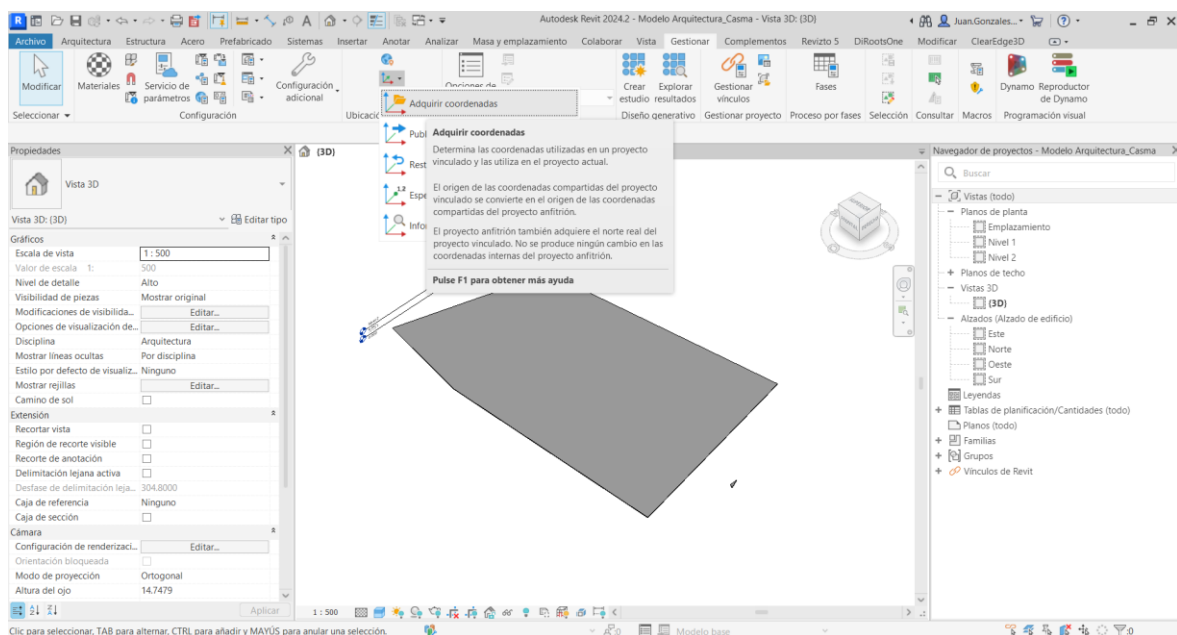


Nota. Fuente propia.

20. Vincular el archivo topográfico y adquirir las coordenadas del modelo topográfico. Como muestra la Figura 43.

En la figura 43 muestra la vinculación del archivo y el proceso para adquirir las coordenadas así como se muestra en las ventanas de la imagen, también se visualiza las propiedades de la vista 3D en la parte izquierda y en la parte central la vista 3D.

Figura 43
Vinculación del archivo topográfico

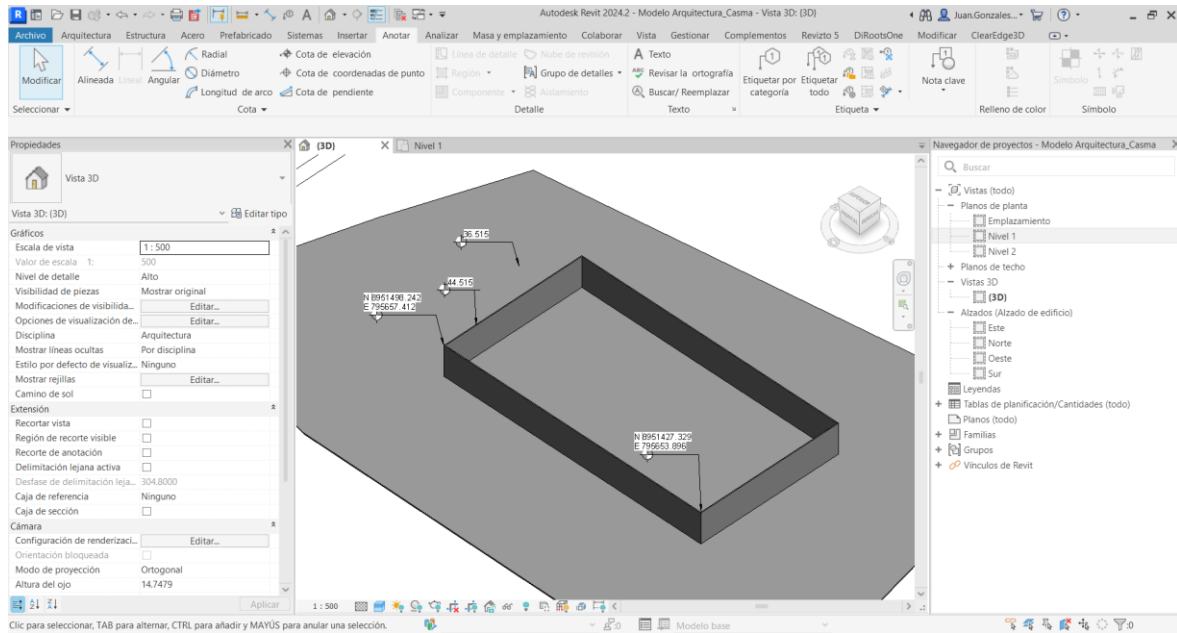


Nota. Fuente propia.

21. Finalmente, revise que las coordenadas se hayan heredado correctamente. Modele algunos elementos representativos, como se muestra en la figura 44, donde se modelaron algunos muros para verificar las coordenadas.

En la figura 44 muestra el modelo de algunos elementos representativos entre ellos se observa muros que están señalados con sus respectivas coordenadas y cotas.

Figura 44
Modelo de elementos representativos



Nota. Fuente propia.

Finalmente, para crear las demás disciplinas, como Estructuras e Instalaciones Sanitarias y demás, se deben repetir los pasos 18, 19 y 20. Estos pasos son cruciales para asegurar que todo el modelado esté en una sola posición y ubicación, permitiendo gestionar la información de manera integral utilizando cualquier software de gestión de información.

3.9. Toma de decisión de uso de plataforma de gestión de información.

Para la gestión de la información, se tomaron en cuenta las siguientes herramientas: Navisworks y Revizto.

Navisworks:

Herramienta de gestión de la información del fabricante Autodesk al igual que Revit, es ampliamente utilizada en la industria, por lo que fue considerada como una herramienta potencial (Dos Santos, et al.,2023).

Revizto.

Esta herramienta de gestión de la información en la nube (online) fue considerada debido a su capacidad para gestionar issues en tiempo real y por la recomendación del cliente (Dos Santos, et al.,2023).

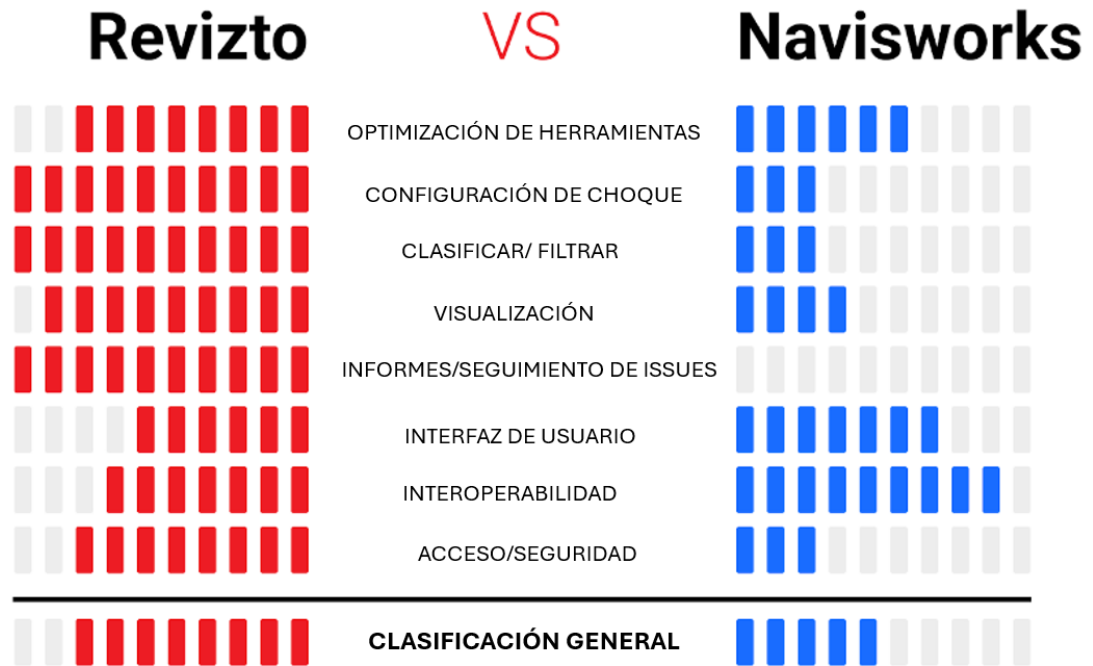
Para determinar el software óptimo, se realizó una comparación considerando las ventajas y desventajas, evaluadas en las siguientes categorías:

- Optimización de herramientas
- Configuración de choques (interferencias)
- Clasificar y filtrar
- Visualización
- Informes y seguimiento de issues
- Interfaz de usuario
- Interoperabilidad
- Acceso y seguridad

El resultado mostró que Revizto es más sólido, automatizado y colaborativo que Navisworks para la detección de choques o interferencias. Sin embargo, la elección del software no siempre se basa únicamente en sus ventajas objetivas, ya que factores como la familiaridad con el flujo de trabajo actual también pueden influir en la decisión.

En la figura 45 se muestra una comparación entre los programas de Revizto y Navisworks, en la parte izquierda se encuentra Revizto y en la parte derecha Navisworks todo respecto a optimización de herramientas, configuración de choque, clasificar/filtrar, visualización, informes, interfaz de usuario, interoperabilidad y acceso/seguridad, verificando que en su clasificación general Revizto es quien tiene mayor eficiencia en cuanto a los ítems mencionados.

Figura 45
Comparativo de Revizto VS Navisworks



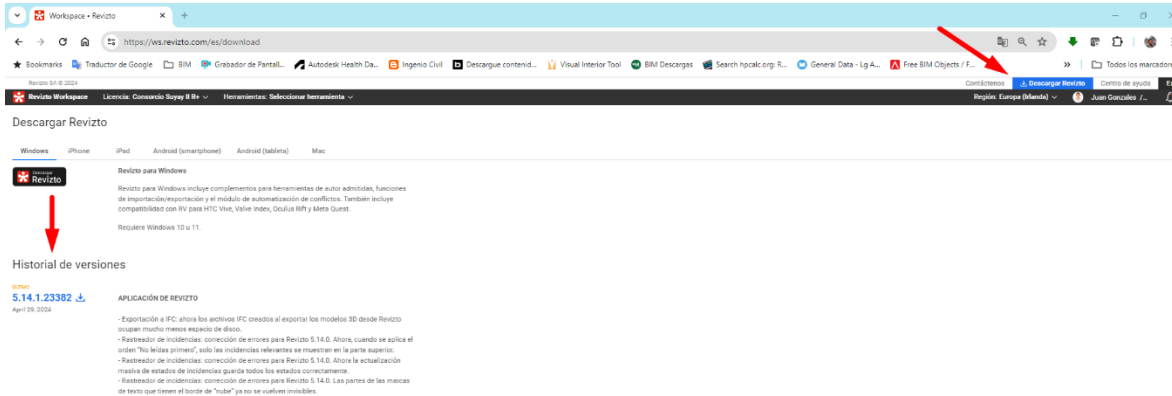
Nota. Adaptado de <https://revizto.com/en/clash-detection-navisworks-revizto/>

Después de tomar la decisión sobre la plataforma a utilizar, se debe desarrollar la exportación de la información desde la herramienta de edición (Revit) a la plataforma de gestión (Revizto). Para ello, se seguirán los siguientes pasos:

1. Adquisición del software: el proveedor asignará a un usuario como administrador principal, quien gestionará las licencias directamente en la nube.
2. Una vez asignada la licencia al usuario a través de su correo electrónico, este recibirá un correo de confirmación para crear una contraseña.
3. El usuario beneficiario ingresará a la página web de Revizto, donde utilizará su usuario y la contraseña creada para descargar el software.

En la figura 46 muestra la página de Revizto con su historial de versiones para descargarla, indicándose con flechas rojas para su mayor entendimiento.

Figura 46
Página para descargar Revizto



Nota. Recuperado de <https://revizto.com/es/>

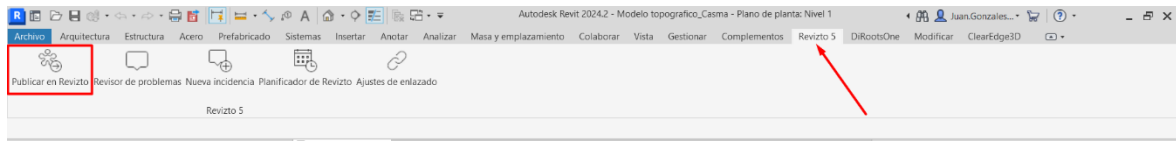
4. Después de descargar e instalar el software en el ordenador (computadora, tableta o celular), se recomienda que los programas de edición de modelado estén completamente cerrados durante el proceso de instalación.
5. Para acceder a la plataforma, ingresar sus credenciales de acceso, es decir, su nombre de usuario y contraseña.

3.10. Proceso de exportación de modelos Revit al Revizto:

1. Durante el proceso de instalación de Revizto, también se instala un complemento de Revizto dentro del software Revit, tal como se muestra en la figura 51.

En la figura 47 muestra al programa de Revit y la opción de Revizto, al darle clic muestra diferentes opciones que entre ellas está la de publicar en Revizto, todo esto señalado con un cuadro de línea y flecha roja.

Figura 47
Revizto en software Revit

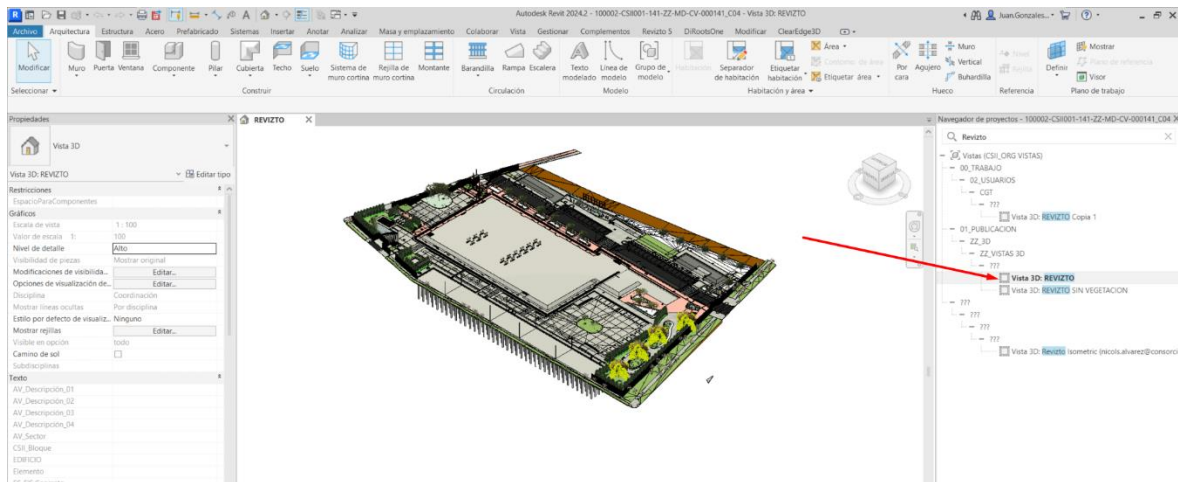


Nota. Fuente propia.

2. Se recomienda crear una vista 3D en Revit con el nombre "Revizto", configurada específicamente para la exportación a Revizto, tal como se muestra en la figura 52.

En la figura 48 muestra una flecha indicando la opción para crear la vista 3D en Revit con el nombre de Revizto y en la parte izquierda de la imagen se muestra sus propiedades.

Figura 48
Vista en 3D en Revit



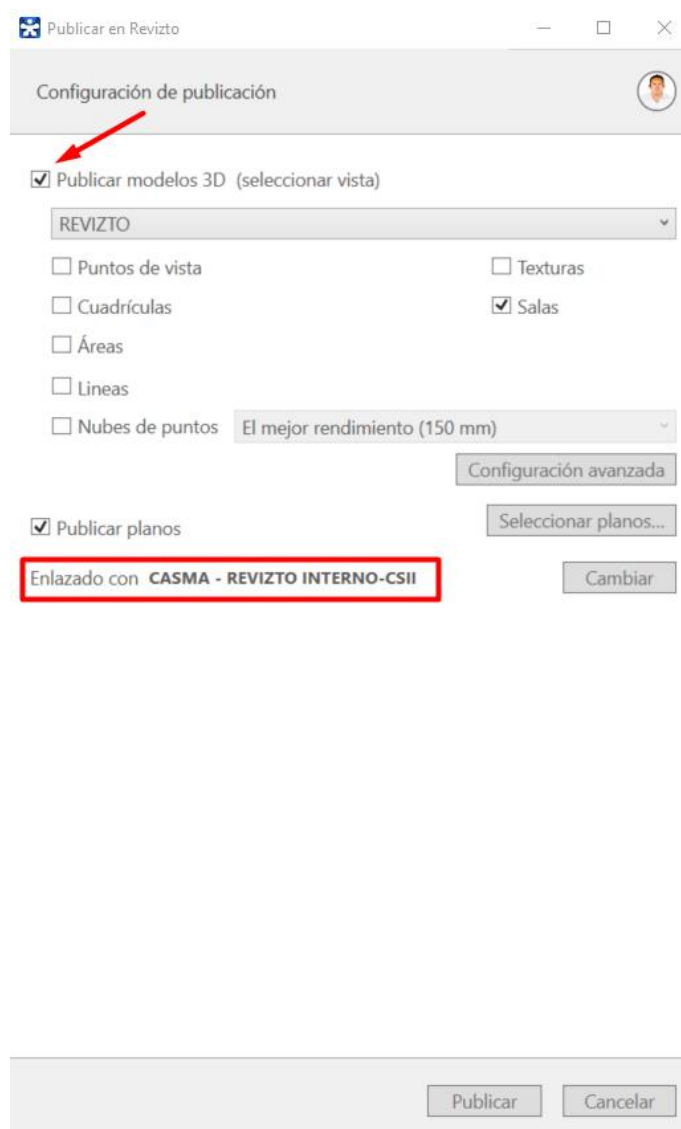
Nota. Fuente propia.

3. En la figura anterior se muestra la opción de publicar en Revizto, donde se puede crear un nuevo proyecto o vincularlo a un proyecto existente. Es importante tener en cuenta que el posicionamiento del modelo se basa en las coordenadas compartidas. Luego, dentro de la configuración,

configure la vista a exportar. Se recomienda exportar la vista 3D y los planos 2D que están dentro del modelo Revit.

En la figura 49 se muestra la configuración de publicación y una opción señalada con flecha roja la cual es para publicar modelos 3D y en la parte inferior a ello indica entre un cuadro con línea rojo: enlazado con CASMA – REVIZTO INTERNO-CSII.

Figura 49
Configuración de publicación

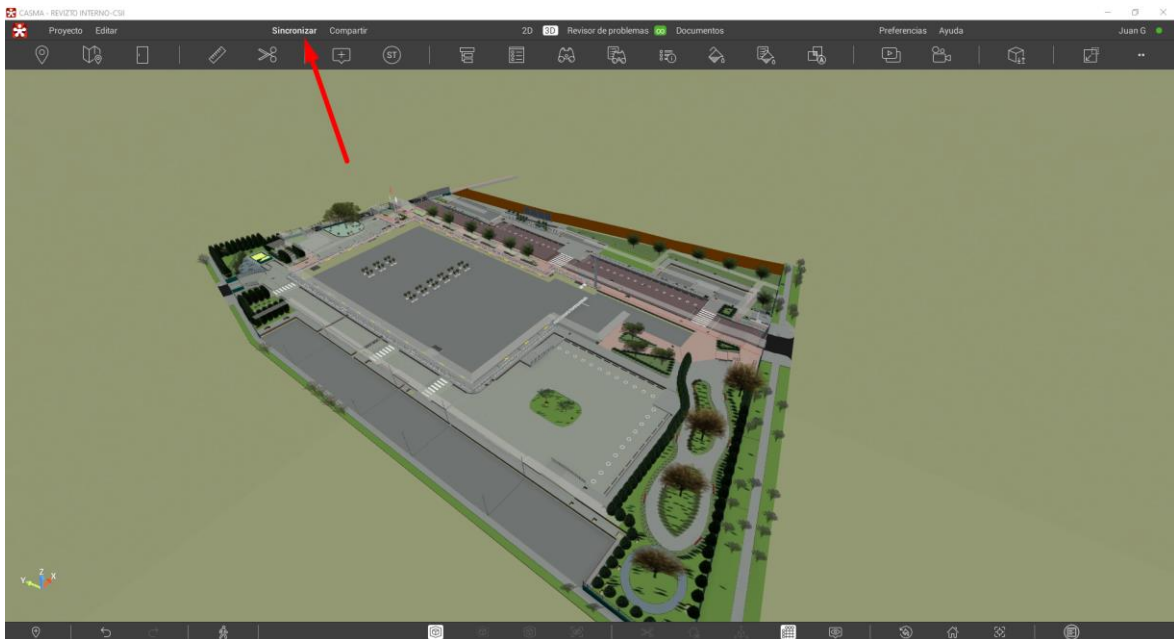


Nota. Fuente propia.

4. Después de exportar el modelo, revíselo dentro de la plataforma Revizto y sincronízelo (publíquelo en la nube).

En la figura 50 muestra que el modelo 3D ya está en la plataforma Revizto y fue exportado también indica con una flecha de color rojo la opción de sincronizar.

Figura 50
Modelo en plataforma Revizto



Nota. Fuente propia.

3.11. Aplicación del software Revizto para identificación de conflictos.

La aplicación del software Revizto aportó 2 grandes beneficios al proyecto, el primero es permitir trabajar en una plataforma conectada con todos los involucrados en el proyecto, que les permite observar toda la geometría y datos del proyecto, pero no modificar ninguna de estas, lo que, si permite, es agregar notas en los conflictos, estas notas nos permiten identificar el tipo de conflicto y asignar un responsable para su corrección. El segundo gran beneficio del Revizto es la económica de recursos computacionales, los archivos generados en Revit suelen tener un peso de varios Gigabytes, y el mismo Revit

requiere de un computador de gama media, esto genera que no se fácilmente accesible para todos los involucrados en el proyecto, en cambio el Revizto es un software que incluso se puede acceder desde un celular, lo cual nos permitió coordinar el levantamiento de conflictos de manera rápida y efectiva.

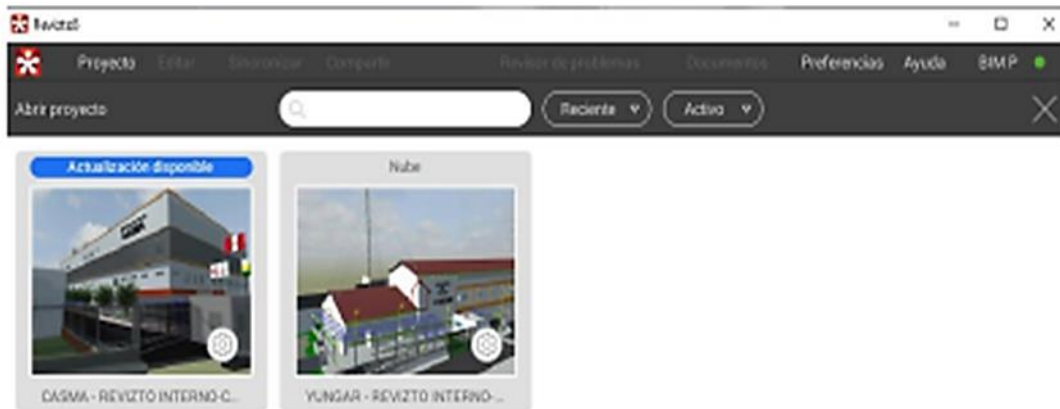
3.11.1. Vinculación del Revit con Revizto.

Se siguió los siguientes pasos para iniciar la navegación en el Revizto:

Al ingresar al software nos ubicamos en el interfaz principal en el cual podrán observar los proyectos a los cuales están vinculados o tienen asignada participación.

En la figura 51 muestra como es inicialmente al abrir el programa de Revizto y las ventanas que aparecen, en la parte derecha superior se encuentra la opción de proyecto en la cual aparecen 2 proyectos que ya están vinculados con el programa.

Figura 51
Vista inicial Revizto

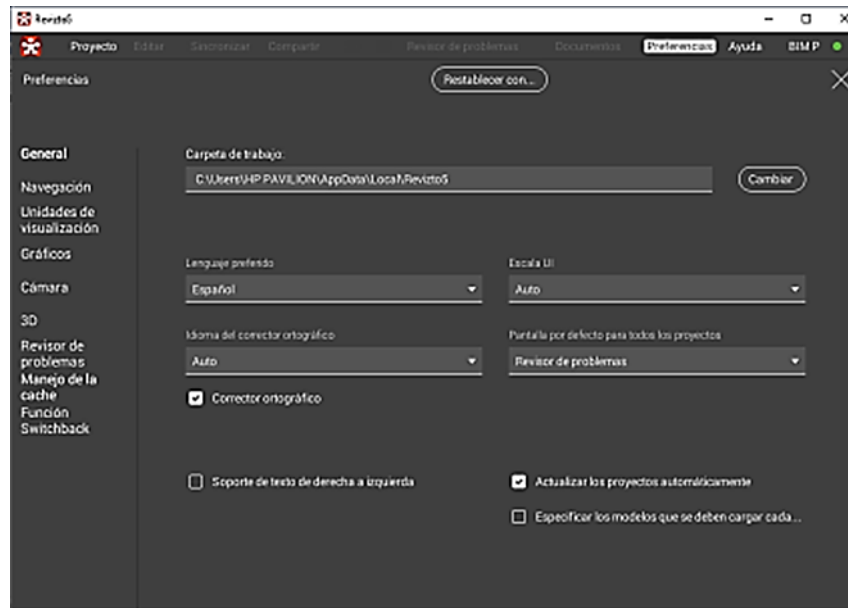


Nota. Fuente propia.

En la plataforma, se puede crear o abrir un proyecto según las necesidades. Además, es posible filtrar los proyectos por su estado o ubicación. En la barra superior derecha, los usuarios pueden acceder a “Preferences” o “Configuración”.

En la figura 52 se muestra que al hacer clic en la opción de preferencias aparece una ventana con descripciones tales como carpeta de trabajo, lenguaje, escala, y otros más para configurarlo.

Figura 172
Configuración de Revizto

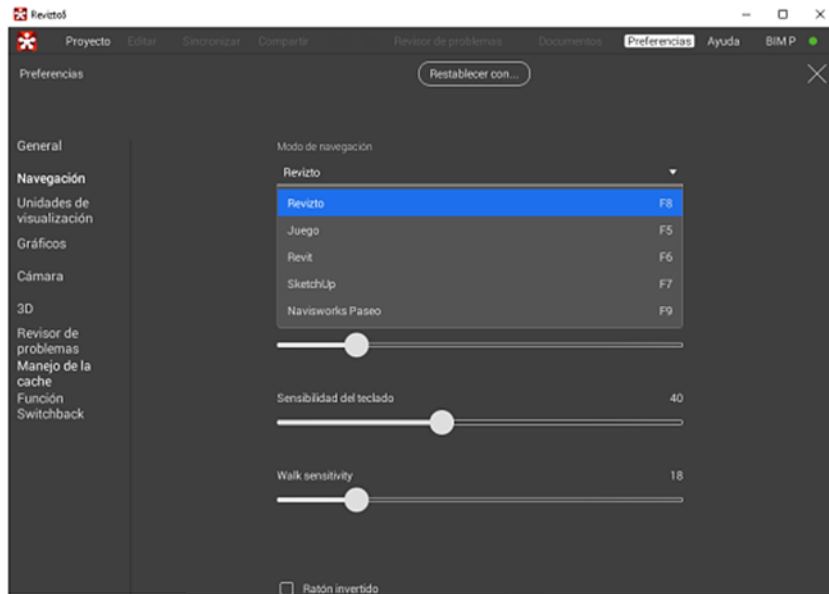


Nota. Fuente propia.

Desde las 6 pestañas disponibles, se pueden llevar a cabo los ajustes necesarios para mejorar el rendimiento en la plataforma. En la pestaña "General", es crucial atender al idioma y las unidades de medida, optando por el Sistema Internacional (S.I.) en nuestro caso. La pestaña "Navigation" requiere configurar las propiedades del software para facilitar la navegación, el manejo y el control de comandos, recomendándose habilitar la opción "Game".

En la figura 53 se observan las opciones en la parte izquierda de la imagen y entre ellas la opción de navegación, al darle clic abre una ventana donde se encuentra el modo de navegación y esta se configura.

Figura 53
Configuración de Revizto

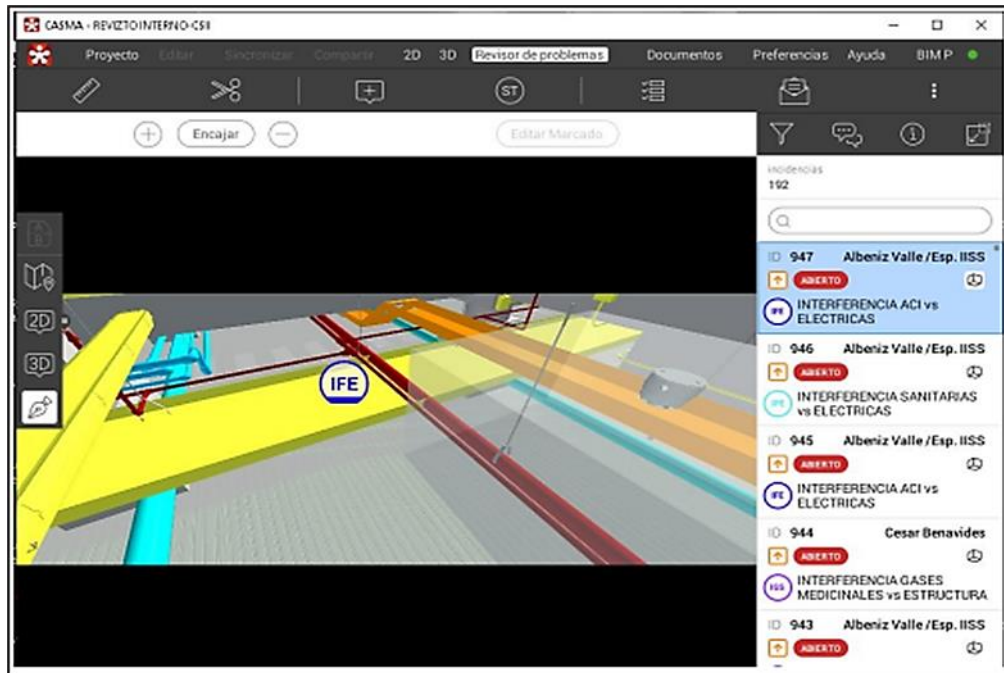


Nota. Fuente propia.

Finalmente, para acceder al proyecto deseado, basta con localizar su imagen y seleccionar "Open Project". Una vez dentro del proyecto, se nos llevará a la interfaz del "Issue Tracker".

En la figura 54 se observa la ventana de la opción de revisor de problemas en este caso se visualiza en español ya que se configuro inicialmente así, se observa el modelo en 3D con opciones en ambos lados de la imagen.

Figura 54
Seguimiento de Issues en Revizto

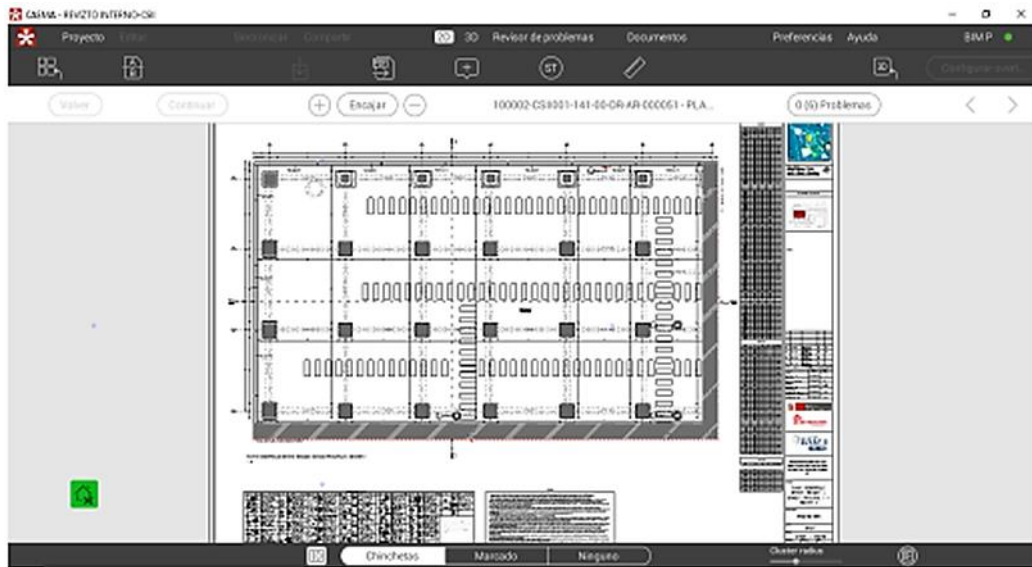


Nota. Fuente propia.

En el listado, ya sea en blanco o con información detallada dependiendo del caso, se mostrará la incompatibilidad identificada junto con los detalles que se abordarán en el siguiente capítulo. En la misma interfaz, encontramos las opciones "2D" y "3D". Al seleccionar "2D", accedemos a otra interfaz donde podemos visualizar y gestionar todos los archivos cargados en modo "2D" que forman parte del proyecto. Estos archivos están asociados a una o varias partes/vistas del archivo Revizto.

En la figura 55 se observa en la parte superior las opciones de 2D y 3D al costado de revisor de problemas y vemos que al abrir la ventana de la opción 2D muestra un plano del proyecto.

Figura 55
Vista en 2D en Revizto



Nota. Fuente propia.

En estas opciones, es posible exportar/importar archivos y aplicar filtros según conveniencia. Al acceder a la pestaña "3D", podemos visualizar el modelo completo en 3D junto con los sistemas asignados y cargados en Revizto. Utilizando el scroll del mouse, podemos hacer zoom (acercarnos o alejarnos) según sea necesario. Además, al presionar Shift + Mouse, podemos pivotar el modelo mientras nos desplazamos con el cursor.

Una vez dentro del modelo, podemos explorar virtualmente la volumetría utilizando las teclas "W", "A", "D" y "S" para desplazarnos en las direcciones deseadas. Si necesitamos elevarnos verticalmente, utilizamos la tecla "E", mientras que para descender utilizamos la tecla "Q", siempre manteniendo el cursor como referencia norte visual.

En la figura 56 muestra la ventana que da la opción 3D donde se visualiza con vista en 3D el Hospital Apoyo Casma II-1 y también se puede observar que hay más opciones y elementos para configurar en la parte superior debajo del ítem 3D.

Figura 56
Vista en 3D en Revizto



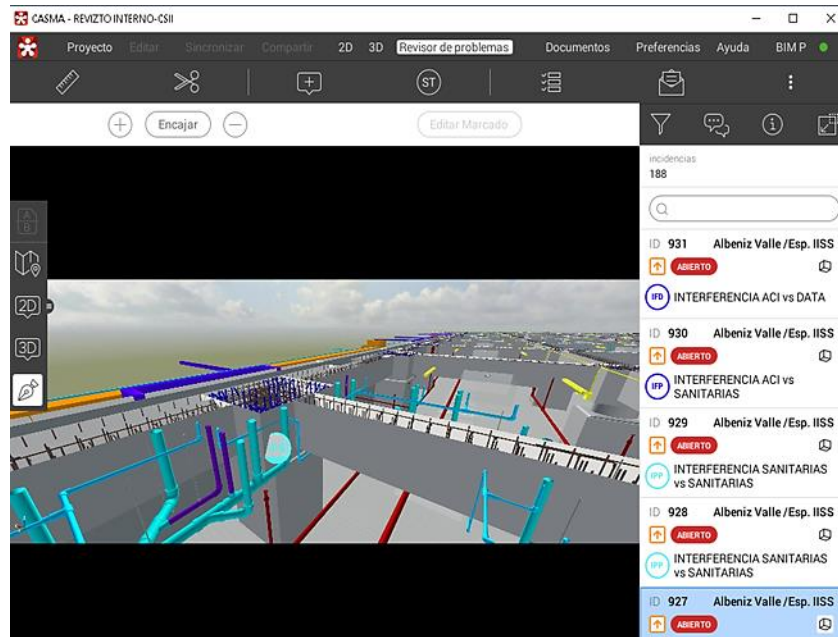
Nota. Fuente propia.

3.11.2. Clash Detection en Revizto.

En el punto anterior habíamos terminado el modelo en Revit y usado el Clash Detection ahora se vincula el modelo Revit elaborado con el Revizto, al hacer esto cada miembro del proyecto tiene un usuario de acceso a la plataforma donde podrá acceder al modelo, pero no modificarlo. En nuestro caso se hizo la identificación del 747 conflicto, los cuales se comentó asignado un responsable a cada conflicto.

En la figura 57 también se visualiza en 3D el proyecto, pero la parte interna donde se ve las instalaciones sanitarias del proyecto.

Figura 57
Vista en 3D en Revizto

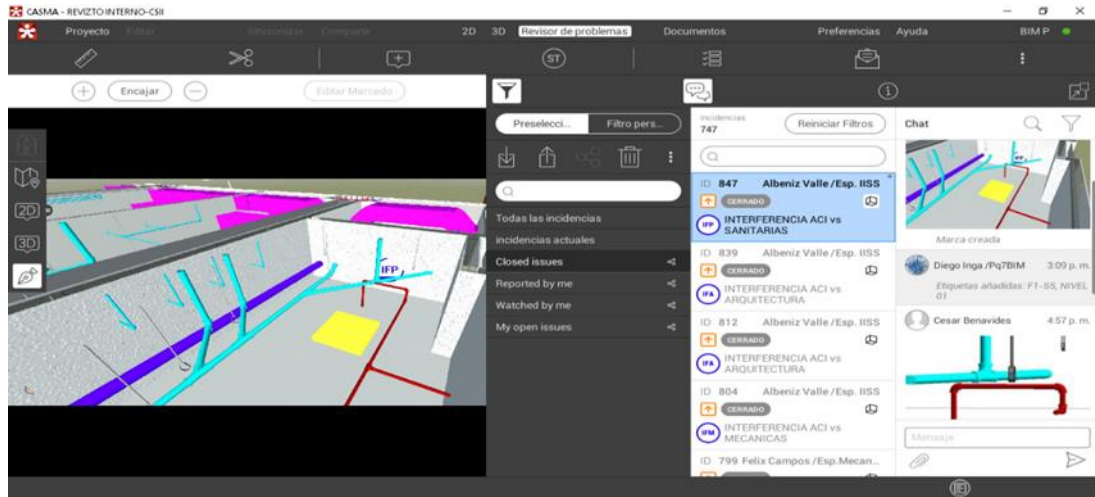


Nota. Fuente propia.

Para mostrar la facilidad que brinda el Revizto, mostraremos algunos levantamientos de incidencias del proyecto. Para el primer caso se identificó una issue entre el sistema de agua contra incendio (ACI) con las instalaciones sanitarias, la cual se identificó en el modelo y se asignó como responsable de su solución al especialista en ingeniería sanitaria, este respondió a la asignación del issue subiendo una imagen del cambio y procedimiento a la actualización del modelo.

En la figura 58 muestra la interacción del especialista en el chat que se visualiza a lado derecho de la imagen brindando una solución de problema entre ACI vs Sanitarias mediante una imagen.

Figura 58
Solución de Issue entre ACI vs Sanitarias

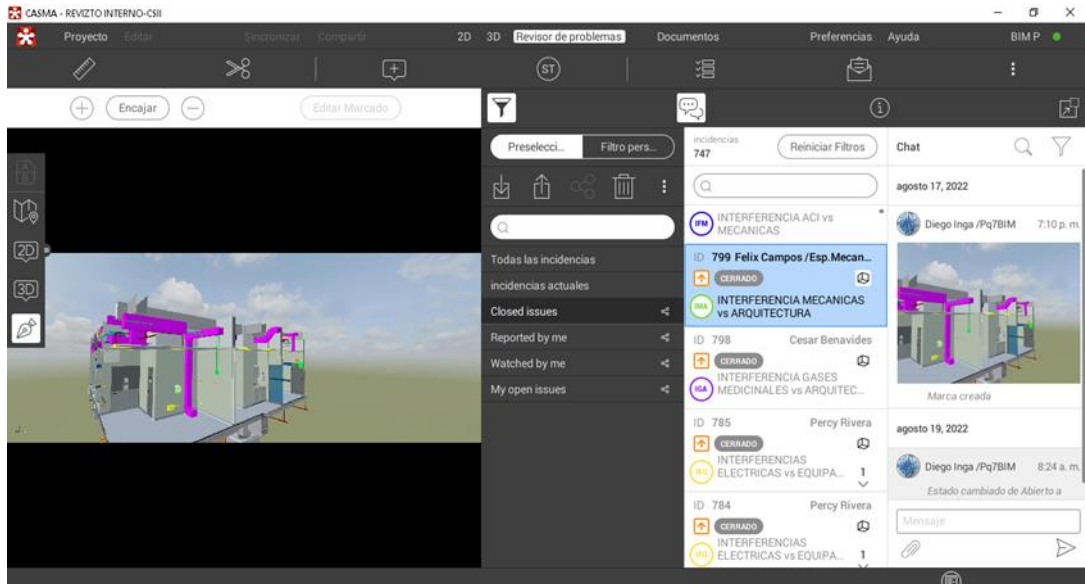


Nota. Fuente propia.

Otro ejemplo, sería la solución de un issue entre la especialidad de instalaciones mecánicas y la arquitectura. El problema era que el ducto de ventilación mecánica se encontraba fuera de las paredes, lo cual se solucionó por el especialista, moviendo la ubicación de dicho ducto.

En la figura 59 de igual manera a la anterior figura muestra la interacción de los especialistas de instalaciones mecánicas y arquitectura para la solución de problema de la ventilación mecánica.

Figura 59
Solución de Issue entre Mecánicas vs Arquitectura



Nota. Fuente propia.

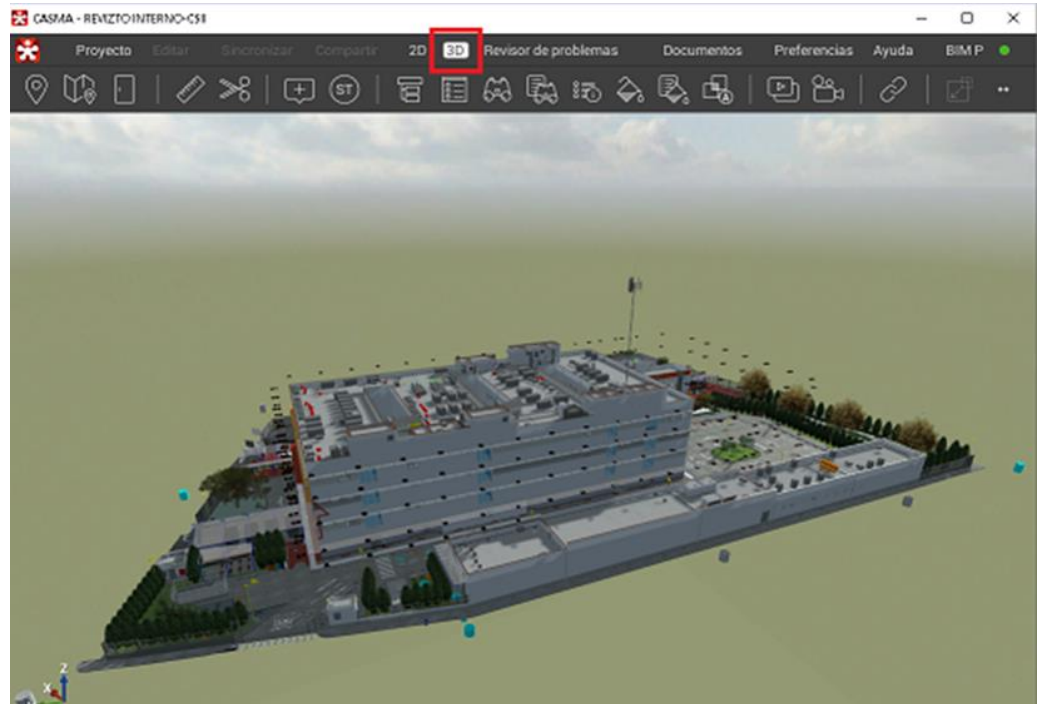
3.11.3. Generación de cortes y vistas 3D.

El software Revizto también permite acceder al modelo 3D de una forma sencilla, lo cual es una ayuda extra que pretende brindar este expediente a los encargados de realizar el proceso constructivo.

Para revisar el modelo en 3D lo único que se tiene que hacer es seleccionar la opción 3D y movernos a la vista que deseamos mediante el uso del mouse (el manejo es similar al de la gran mayoría de software de diseño 3D).

En la figura 60 muestra con un cuadro de líneas rojas la opción 3D y al darle clic se visualiza al proyecto en 3D vista desde otro ángulo.

Figura 60
Vista 3D del proyecto



Nota. Fuente propia.

3.12. Reuniones ICE.

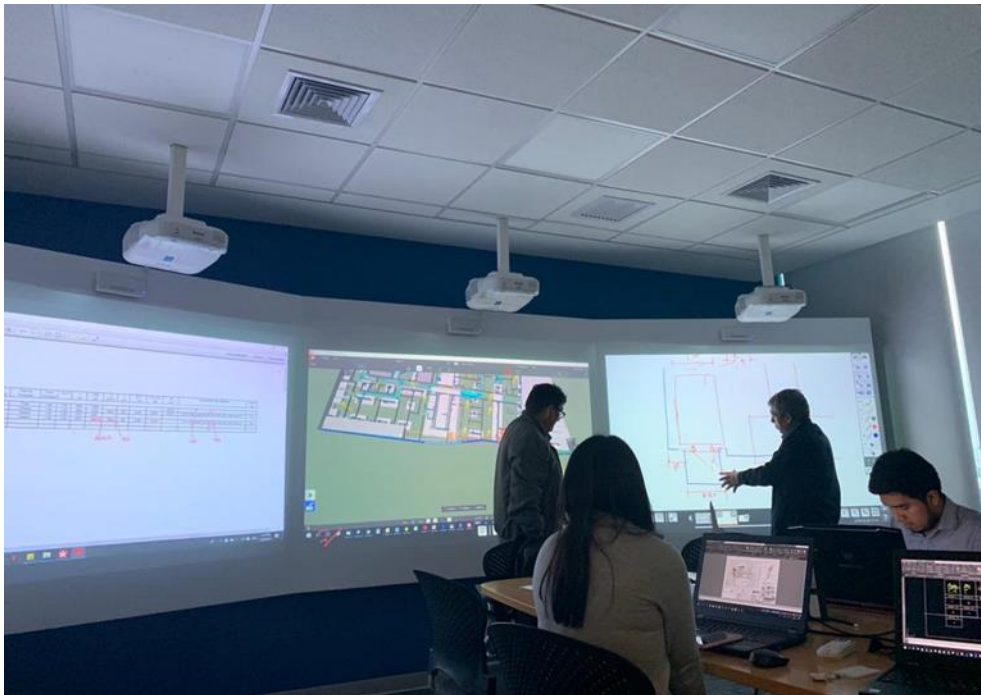
La metodología ICE, pilar esencial de la metodología VDC, es indispensable para optimizar la gestión del proyecto y fomentar la colaboración efectiva entre los distintos equipos de trabajo. En el proyecto, se implementó de forma básica para coordinar con todas las especialidades, optimizando la comunicación y acortando los tiempos de respuesta, y así, modificando la forma tradicional de llevar a cabo las reuniones.

Entre los entregables planteados para la implementación de la metodología ICE en el proyecto se encontraban el cumplimiento de los objetivos establecidos, la consecución del desempeño esperado, la identificación y mitigación de riesgos, así como la resolución ágil de los desafíos de ingeniería.

Estas reuniones en un entorno BIM ayudaron a acelerar el proceso de creación y levantamiento de Issues, así como ayudar a familiarizar a todos los involucrados en el proyecto (stake Holders) con el software Revizto.

En la figura 61 se observa a los especialistas involucrados en una reunión proyectando el proyecto viéndolo desde el software Revizto.

Figura 61
Sesión ICE del Consorcio



Nota. Fuente propia.

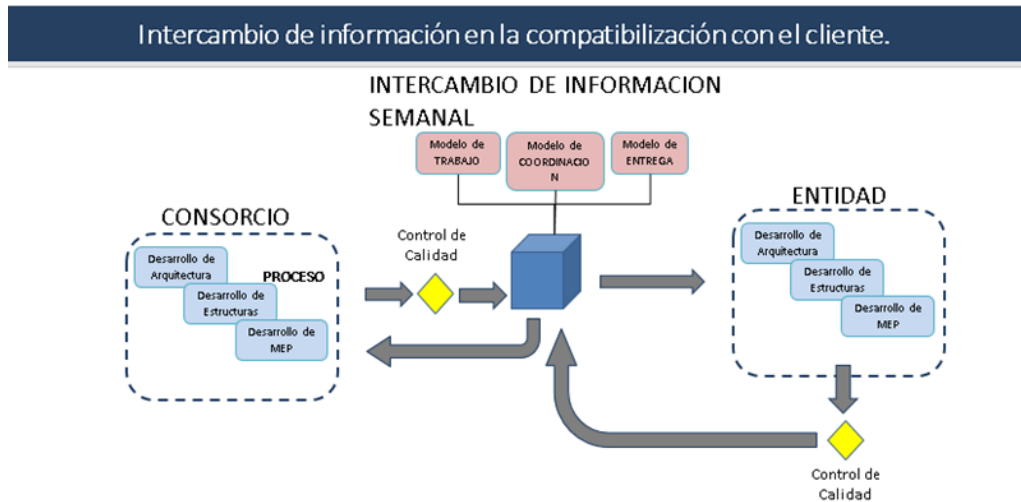
3.13. Intercambio de información con el cliente.

Una de las principales ventajas de la metodología empleada es que nos permite intercambiar información con el cliente, para que este asegure que estamos cumpliendo con la calidad deseada, y por nuestra parte recibir retroalimentación por parte del cliente para mejorar el proyecto. El proceso general de intercambio de información se lleva a cabo de manera semanal.

En la figura 62 muestra el proceso que se debe llevar a cabo un intercambio de información semanal involucrando al consorcio y la entidad para tener un buen control de calidad.

Figura 182

Proceso de intercambio de información



Nota. Fuente propia.

Cuando en el proceso de intercambio de información se generan observaciones al trabajo del proyectista, la solución o aclaración de esta sigue una serie de pasos para su levantamiento.

La primera parte consiste en el levantamiento de observaciones generadas por el cliente, en nuestro proyecto toda la información de desarrollo se encuentra disponible en tiempo real tanto para el cliente como para todos los stake holders. Estos tienen acceso al modelo a través del software Revizto y tienen la opción de crear observaciones al proyecto. El consorcio y Prima son los que funcionan como proyectistas en nuestro proyecto, y son los que resuelven las distintas observaciones en el proyecto. Una vez que la entidad (Dueño) genera una observación, esta pasa por una revisión interna de 4 días antes de pasar al siguiente paso.

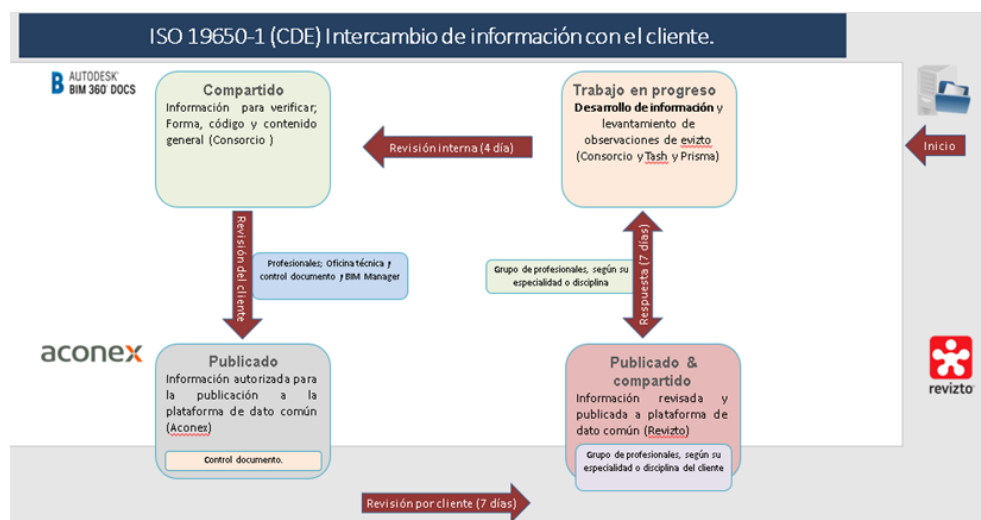
Después de proceder con la revisión interna, se procede con compartir la solución o la aclaración de la observación planteada, siempre verificando la forma, el código y el

contenido en general de la observación para que corresponda con la solución y no se presenten errores de compatibilidad. Una vez que se verifico todo y se corrobora que todo está en orden, se da paso a la revisión del cliente. Para la entrega de información como mesa de partes con el cliente se utilizó una plataforma de datos común (Aconex) en la cual los que controlan documentos del cliente, así como también del contratista cuentan con acceso y tienen un plazo de 7 días para darle la respuesta.

Finalmente, si los revisores del cliente dan el visto bueno a la solución de la observación, esta información revisada procede a ser publicada en el Revizto, acá hay un último plazo de 7 días en los que todos los profesionales de las distintas áreas involucradas en el proyecto pueden actualizar la información de sus especialidades o hacer algunos cambios según la información publicada, sino se genera ninguna nueva observación durante este último paso, el modelo se actualiza y el proceso se repetirá por cada nueva observación que aparezca.

En la figura 63 se observa el proceso de intercambio de información con el cliente y los días que cuenta cada revisión.

Figura 193
Proceso de intercambio de información



Nota. Fuente propia.

3.14. Proceso de gestión BIM con los Subcontratistas.

Una de las ventajas del modelo BIM es que permite adecuar el modelo conforme con todas las partes involucradas (stakeholders), en este título nos enfocaremos al proceso seguido en nuestro proyecto para las coordinaciones con los subcontratistas.

El proceso inicia con la compatibilización inicial, en la cual los especialistas del consorcio (proyectistas) elaboran un modelo libre de observaciones el cual será entregado al subcontratista (modelo BIM compatibilizado a nivel de diseño). El subcontratista tiene un periodo de tiempo para que pueda realizar todas las consultas que se presenten sobre el proyecto.

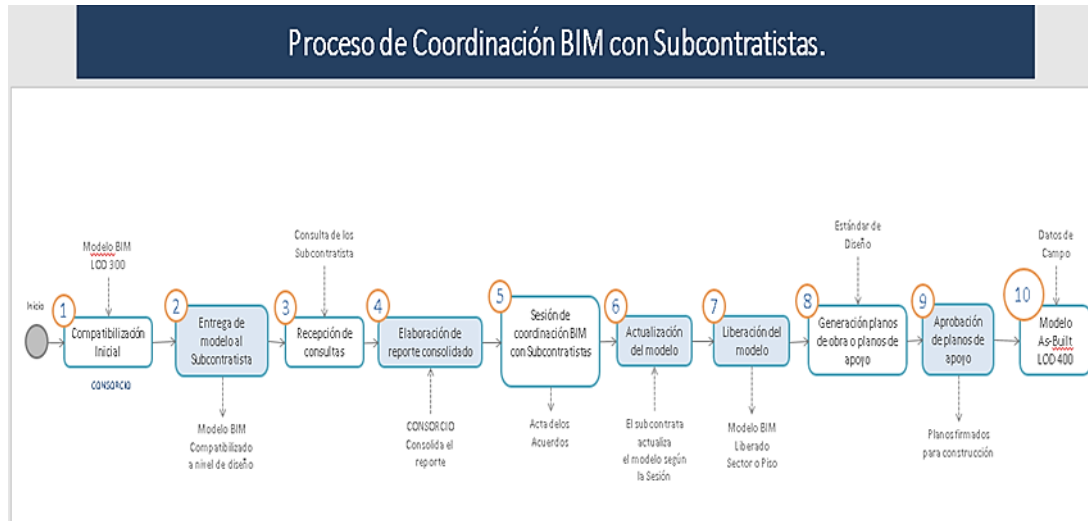
Una vez deceptonadas todas las consultas que se generaron por parte del subcontratista, el consorcio (proyectistas) procede a elaborar un reporte consolidado para poder realizar una sesión de coordinación BIM con el subcontratista, en la cual se absolverán las consultas y se harán modificaciones al proyecto en caso de ser necesario, la sesión se culmina con la firma de un acta de acuerdos.

Después de la reunión, se le permite al subcontratista actualizar el modelo según el acta de acuerdos y si todo está conforme con lo acordado, se procede a la liberación del modelo BIM para que pueda ser visualizado por todos los involucrados en el proyecto. Este proceso culmina con la generación de los planos de apoyo (planos con las firmas de los ingenieros responsables) y la toma de datos de campo para la generación del modelo final As-Built.

En la figura 64 muestra el proceso de coordinación BIM con los subcontratistas que se debe seguir la cual según la imagen cuenta con 10 pasos durante la etapa de construcción.

Figura 204

Proceso de coordinación con el subcontratista



Nota. Fuente propia.

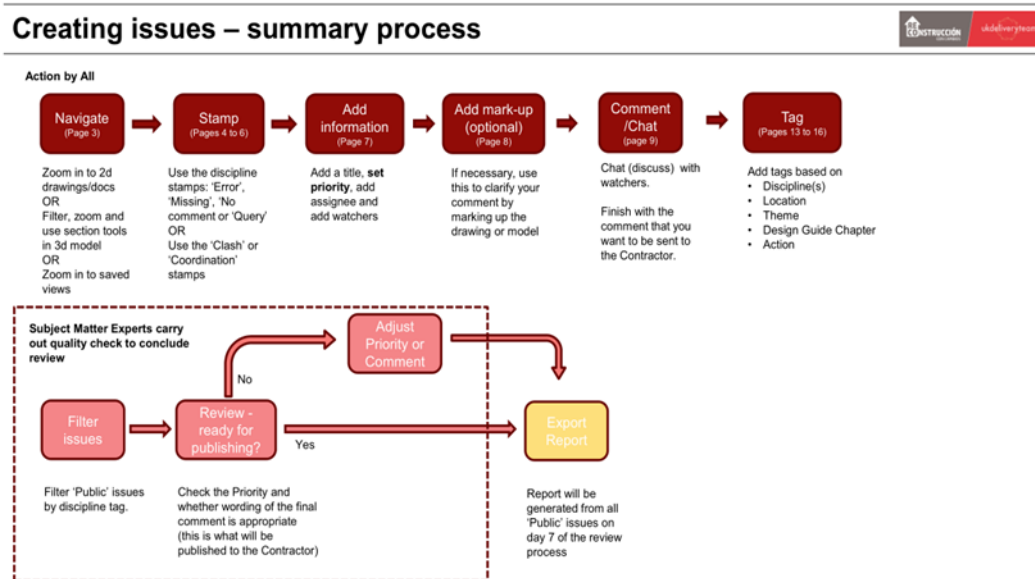
3.15. Guía para usar Revizto en el consorcio.

Pase a todos sus beneficios y aplicación en proyectos similares, no todos los stakeholders estaban familiarizados con el uso del software Revizto, por lo tanto, por parte del consorcio se creó una presentación para facilitar su uso y que todos los involucrados en el proyecto puedan usar esta herramienta en toda su plenitud.

En grandes términos la guía realizada explica la creación de una issue, los sellos y categorías que se le pueden asignar a esta, la información que esta debe contener para facilitar su solución y los comentarios que se le pueden ir añadiendo para su solución.

En la figura 65 muestra la guía de uso del software Revizto para crear issues con sus características respectivas y lo que debe contener mediante un proceso resumido tal como se ve en cada cuadro de la imagen.

Figura 215
Guía de uso de Revizto



Nota. Fuente propia.

3.15.1. Codificación de los Issues.

Todas la issues deben ser creadas usando un sello, esto ayuda a identificar la naturaleza de la issue y la disciplina relacionada con esta. Para su creación seguimos los siguientes pasos:

- Damos clic en el símbolo ST en la parte superior de la pantalla. Esto nos brindara la lista de diferentes sellos que podemos usar para asociar a un issue.
- Escogemos el sello más apropiado para la issu, los cuales aclararemos de que se trata cada sello en este mismo título.
- Damos click en el modelo o en el dibujo o en el documento para agregar el sello.
- Llenamos los detalles del sello y agregamos comentarios en la pestaña de chat.

En la figura 66 se visualiza mediante flechas rojas y enfocando con círculos y cuadrados los pasos que se sigue para crear un issue mencionada en los párrafos anteriores.

Figura 226
Pasos para creación de Issue en Revizto



Nota. Fuente propia.

Para nuestro proyecto se crearon un grupo de sellos personalizados, estos tendrán un color en función a uno de los estados: error, faltante(missing), consulta(query) o no comentado (no comment). El nombre del sello se le asignara en función a la especialidad que corresponda dicho sello.

En la figura 67 muestra las características de los sellos de un issue de acuerdo a la especialidad que le corresponda tal como se ve señalado en la parte derecha de la imagen.

Figura 237

Características de los sellos de un Issue

There is also a Stamp Category for each discipline (right). Within each discipline category are four stamps: Error; Missing; Query; No comment.

Use one of these for issues primarily related to one discipline.

TIP: Your recently used Stamps will appear at the top of the Stamp menu.

Nota. Fuente propia.

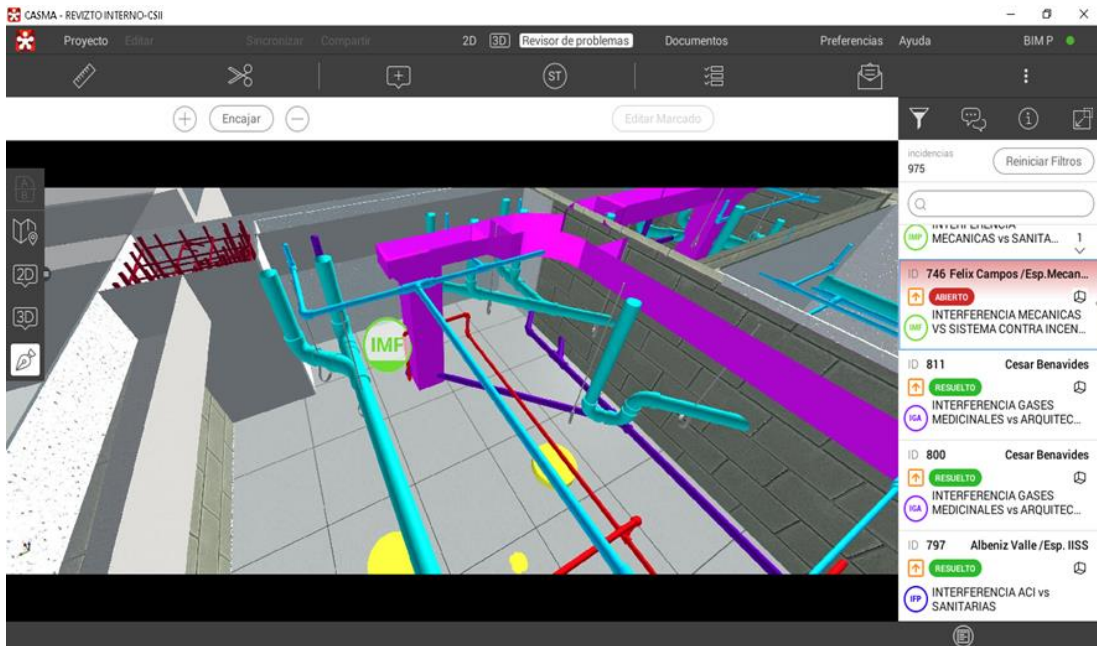
En nuestro proyecto se realizaron 228 issues, de las cuales mostraremos algunas a forma de ejemplo ilustrativo.

Como primer ejemplo ilustrativo tenemos una interferencia entre las instalaciones Mecánicas y el sistema contra incendios, como observamos en la figura 3.2, el código del sello es IMF (Interference Mechanics Firefighting), y el color es verde lo cual nos indica que está en la categoría no comentado.

Como segundo ejemplo ilustrativo tenemos la interferencia entre las especialidades de instalaciones eléctricas y estructuras, la cual tiene un sello con el código IES (Interference Electric Structures) y un color amarillo lo cual indica que está en la categoría faltante.

En la figura 68 se observa el primer ejemplo de interferencia entre las instalaciones mecánicas y el sistema contra incendios también se visualiza al sello IMF en el proyecto.

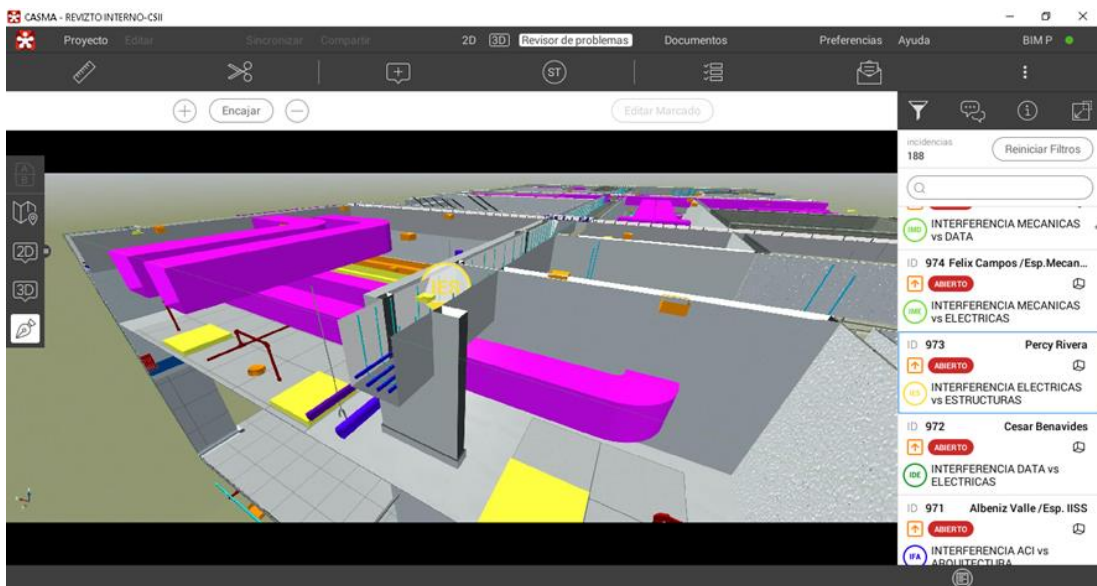
Figura 248
Ejemplo de sello usado en el proyecto



Nota. Fuente propia.

En la figura 69 se muestra el segundo ejemplo de la interferencia entre instalaciones eléctricas y estructuras junto con el sello amarillo de IES en el proyecto.

Figura 69
Ejemplo de sello usado en el proyecto



Nota. Fuente propia.

3.15.2. Asignación de los Mark Up.

Una vez creada la Issue, le podemos añadir información como el estado y la prioridad. El estado inicial de una Issue es "Open", y es el estado por defecto al ser creada, una vez que el responsable ya se encuentra trabajando activamente en la Issue, el estado de esta pasa a "In progress". Cuando el responsable termina el levantamiento de la Issue está pasa al estado "Solved", y cuando la solución es aprobada, se actualiza el modelo, la issue pasa a estado "Closed" y ya no sería un problema para el proyecto.

- Para la asignación de la prioridad se usar cualquier de las siguientes categorías: Blocker, Critical, Major, Minor, Trivial o None.
- La prioridad Blocker hace referencia a que no es posible la revisión por que usualmente hay un error de fondo, por lo que es importante su revisión lo antes posible.
- La prioridad Critical, como su nombre lo indica, hace referencia a que es vital atender esa issue porque afecta la funcionalidad y el aspecto técnico del proyecto.
- La prioridad Major, no tiene un impacto tan severo como la prioridad Critical, pero si tienen un impacto en varios aspectos del proyecto.
- La prioridad Minor tiene un impacto en un aspecto único del proyecto, por lo cual podría ser atendido sin tanto apuro.
- La prioridad Trivial es una categoría que deberíamos evitar, ya que nuestro objetivo no es encontrar errores simples y de poca relevancia.
- La prioridad None son para las issues revisadas y que no se tiene ningún comentario al respecto.

En la figura 70 muestra la asignación que se le da a un issue y también la asignación de prioridad que debe tener resaltados con colores tales como critical de color rojo, mayor de color amarillo, menor de color verde limón, etc.

Figura 70
Asignación de estado y prioridad a un Issue

Heading	What to add		
Status	<p>Open: reporter opens issue</p> <p>In progress: use only if the Contractor has confirmed they are actively addressing the issue</p> <p>Solved: Not to be used on this project</p> <p>Closed: issue has been addressed by the Contractor and is therefore no longer an issue</p>		
Title	Add a short meaningful title to the prefix, for example: <i>Missing – insufficient AHU information provided for LOD400;</i>		
Priority	<table border="0"> <tr> <td> <p>Use one of the drop downs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blocker – review not possible (e.g. dwg drawing with no background) • Critical – issue has severe health functionality, technical and/or resilience implications • Major – issue has major impact on one or more of the above • Minor – issue has minor impact on one of the above • Trivial – do not use (our role is not to identify trivial issues) • None – issue has been reviewed and we have no comments </td> <td> <p>Priority determines the Contractual status that will be assigned</p> <ul style="list-style-type: none"> • Status C • Status C • Status C • Status C • Status B • Status A • Status A </td> </tr> </table>	<p>Use one of the drop downs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blocker – review not possible (e.g. dwg drawing with no background) • Critical – issue has severe health functionality, technical and/or resilience implications • Major – issue has major impact on one or more of the above • Minor – issue has minor impact on one of the above • Trivial – do not use (our role is not to identify trivial issues) • None – issue has been reviewed and we have no comments 	<p>Priority determines the Contractual status that will be assigned</p> <ul style="list-style-type: none"> • Status C • Status C • Status C • Status C • Status B • Status A • Status A
<p>Use one of the drop downs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blocker – review not possible (e.g. dwg drawing with no background) • Critical – issue has severe health functionality, technical and/or resilience implications • Major – issue has major impact on one or more of the above • Minor – issue has minor impact on one of the above • Trivial – do not use (our role is not to identify trivial issues) • None – issue has been reviewed and we have no comments 	<p>Priority determines the Contractual status that will be assigned</p> <ul style="list-style-type: none"> • Status C • Status C • Status C • Status C • Status B • Status A • Status A 		

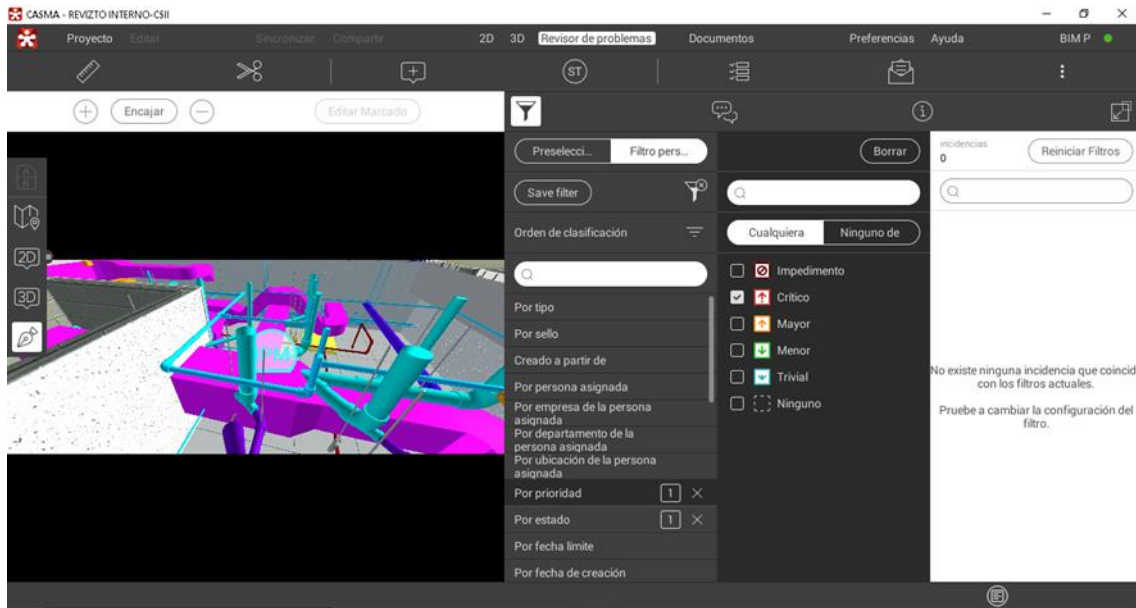
Nota. Fuente propia.

El criterio de prioridad es de los filtros más importantes a la hora de empezar con el proceso de levantamiento de issues, en nuestro proyecto los issues con prioridad crítica no suelen verse debido a que ni bien se plantea un issue de este tipo, el equipo se aboca a subsanarlo lo antes posible, como vemos en la siguiente imagen, no se encuentran ningún issue de esta prioridad.

La mayoría de Issues en nuestro proyecto son de prioridad mayor, razón por la cual al momento de filtrar los issues por prioridad podemos observar aun una larga lista de issues, como se observa en la siguiente imagen.

En la figura 71 muestra la lista de issues con prioridad crítica la cual se visualiza a lado derecho de las opciones de prioridad de la issue.

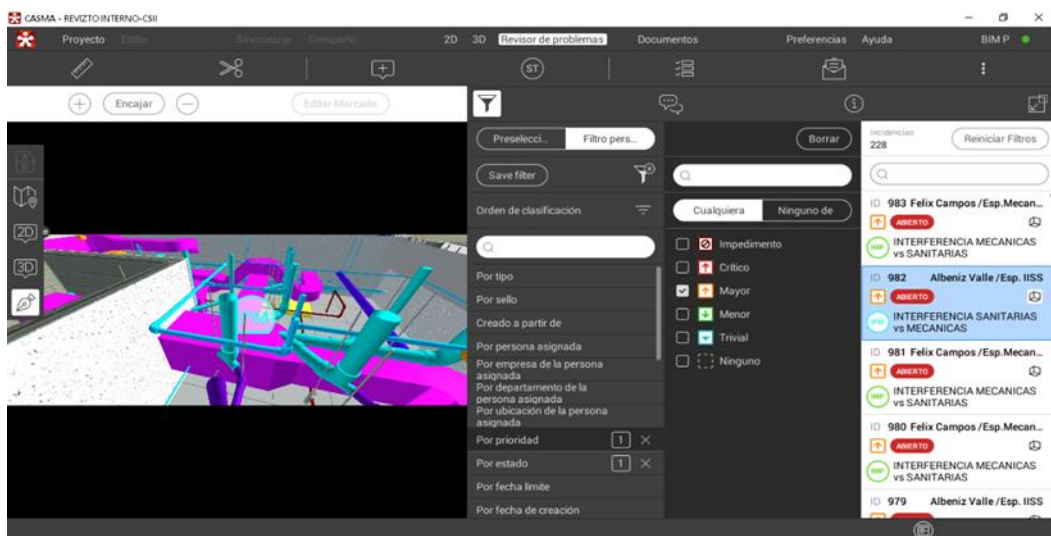
Figura 251
Lista de Issue con prioridad crítica



Nota. Fuente propia.

En la figura 72 se observa la lista de issue con prioridad mayor la cual está a lado derecho de las opciones de prioridad (entre ellas se encuentra impedimento, critico, mayor, menor, trivial y ninguno)

Figura 262
Lista de Issue con prioridad mayor



Nota. Fuente propia.

La adición de mark ups es opcional y tiene como función darle un carácter más visual a las issues al ubicarlas en la vista en 3D. Para agregarla le damos click en el icono de lapicero, que se encuentra en la esquina superior derecha, luego para la edición le damos en “edit mark up”, y esto mostrara una barra de herramientas de mark ups en la parte izquierda de la pantalla.

En la figura 73 muestra los pasos para crear y editar los mark up en issues, señalados con un círculo de color rojo.

Figura 273
Creación y edición de Mark Up en Issues



Nota. Fuente propia.

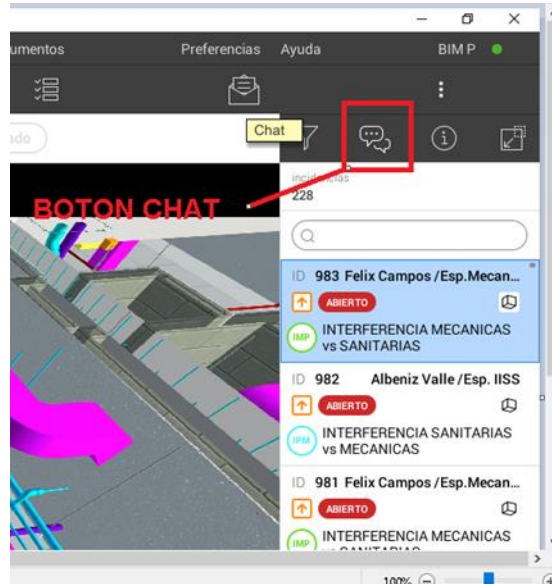
3.15.3. Solución de los Issues en el Chat.

Para mejorar la interacción de los involucrados en el proyecto, el software Revizto permite agregarle comentarios a cada issue, para agregar un comentario le damos click al botón chat.

En la figura 74 muestra una ventana donde se señala con un cuadrado rojo a la opción de botón chat la cual le permite agregar algún comentario a los involucrados del proyecto.

Figura 284

Ubicación del botón chat en Revizto



Nota. Fuente propia.

Para nuestro proyecto el chat tiene 2 funciones:

- a) Opcional: El chat es una forma de colaborar y conversar con los responsables y observadores del proyecto.

Por ejemplo, un ingeniero estructural podría considerar una losa con poco espesor, este podría agregar como observador a un especialista en acústica y en el chat pedir una opinión sobre si esto causaría un problema acústico.

- b) Obligatorio: El chat es una forma de agregar un comentario o explicación sobre la issue, que finalmente se volverá visible para el cliente.

Todos los comentarios permanecerán como un historial de auditoría, pero solo se exportará el último comentario para compartir con cliente.

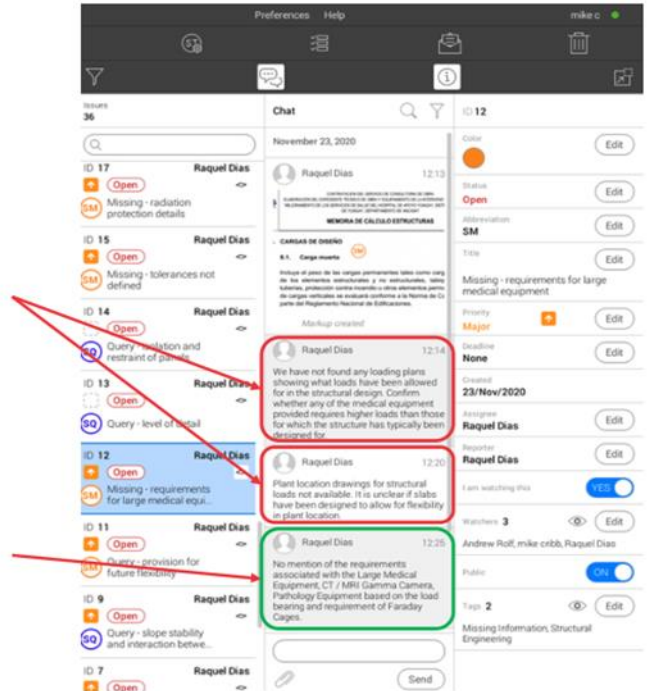
En la figura 75 aparece otra ventana donde se ve las funciones del chat del software Revizto, tal como se señala con flechas rojas y sus descripciones respectivas.

Figura 295
Funciones del chat Revizto

MC – replace screen shot with an image showing OPTIONAL chat and the MANDATORY comment

i) Collaboration Chat will not be exported.

ii) The final comment will be exported and reported to the Contractor.



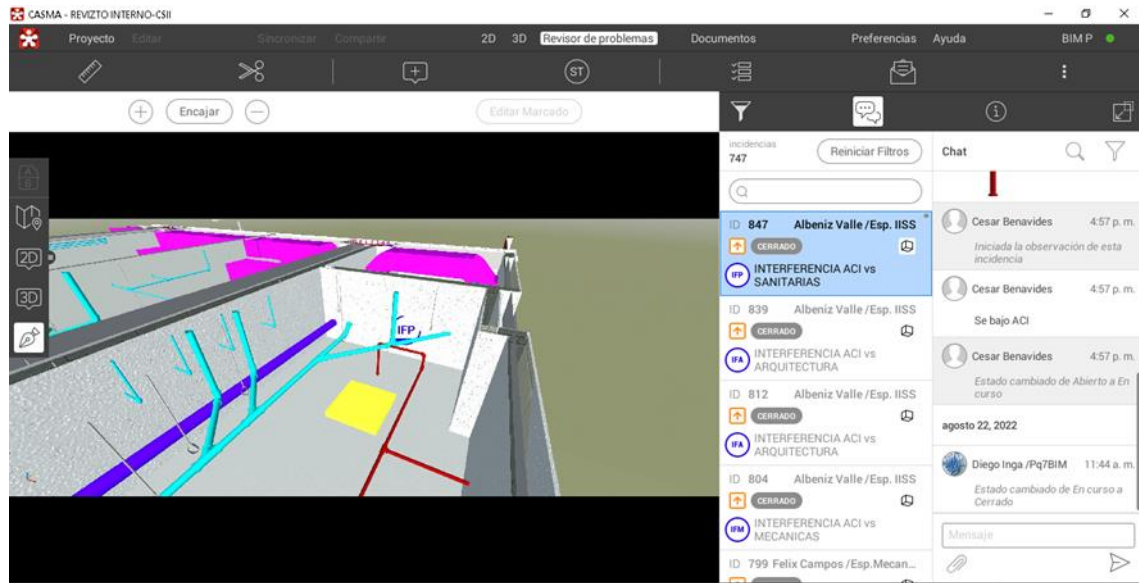
Nota. Fuente propia.

3.15.4. Aceptación de la solución por parte del cliente.

Mediante el chat y el cambio de estado de la issue, podemos revisar la aceptación de la solución planteada por parte del cliente, el proceso ya se mencionó en el título de intercambio de información con el cliente, así que solo mostraremos un ejemplo de nuestro proyecto, en el cual, a través de la revisión del chat de la issue, observamos el proceso desde la creación de la issue, hasta la aceptación de su solución (estado closed).

En la figura 76 muestra el historial de chat de un issue en la parte derecha de la imagen donde se ve la interacción de los especialistas involucrados al solucionar un issue.

Figura 306
Historial del chat de un Issue



Nota. Fuente propia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Alcance de la oferta de valor.

En este capítulo, expondremos nuestra propuesta de mejora del proyecto, enfocada a la elaboración del Expediente Técnico “Recuperación de los servicios de salud del hospital Apoyo Casma II-1”. Resaltar que nuestra propuesta considera el uso de la metodología BIM en la elaboración del expediente técnico bajo la modalidad contractual Fast track.

4.2. Propuesta de mejora.

Como parte de la iniciativa de optimización, se propone la implementación de herramientas BIM en la fase de preparación del Expediente Técnico, las cuales son:

- Formación de grupos colaborativos: Estos grupos estarán compuestos por todas las partes interesadas que se centran en lograr beneficios compartidos.
- Generación de modelos 3D: Se refiere a la creación de representaciones digitales tridimensionales basadas en datos e información de todas las disciplinas, incluyendo arquitectura, construcción, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, entre otras.
- Detección de incompatibilidades: Consiste en examinar posibles problemas o carencias que podrían aparecer al integrar los modelos tridimensionales.
- Se llevarán a cabo reuniones ICE de manera periódica, con el fin de promover la colaboración entre los representantes de la entidad y los equipos del consultor. Estas reuniones permitirán alcanzar acuerdos consensuados y validar la información de manera conjunta..
- Posterior a las reuniones ICE y como resultado del intercambio de información, se hace necesario proceder con la actualización de los datos

correspondientes, a fin de garantizar la coherencia y la precisión de la información del proyecto.

- Uso de CDE: El software Revizto se utilizará como plataforma Common Data Environment (CDE). Esta herramienta será fundamental para detectar y registrar incompatibilidades e interferencias en los diseños de diversas especialidades.

La incorporación de estas herramientas implicará una transformación profunda en los procesos tradicionales, abarcando desde las etapas iniciales de selección de proveedores hasta la elaboración del Expediente Técnico, pasando por los procedimientos de trabajo y los procesos de administración.

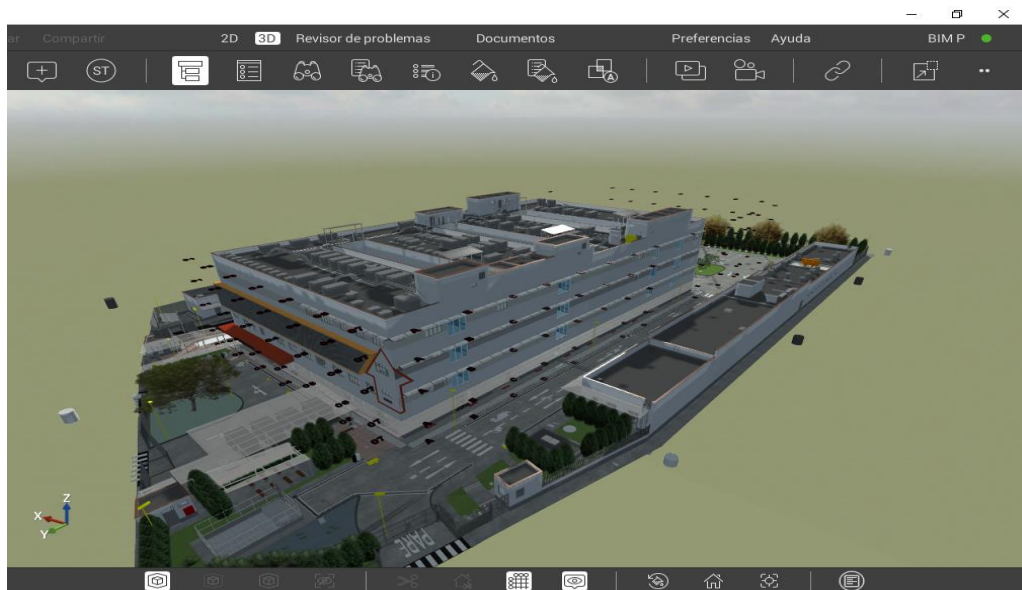
4.3. Utilización de herramientas BIM en la elaboración de expediente técnico.

La propuesta de mejora contempla la implementación de diversas herramientas BIM, entre las que se destacan la formación de equipos multidisciplinarios, la creación de modelos tridimensionales detallados, la identificación temprana de conflictos y la actualización continua de la información del proyecto. Para el caso de estudio sobre la "Construcción de las Escuelas Profesionales de Ciencias de la Computación e Ingeniería de Telecomunicaciones" en Arequipa, se han elaborado modelos 3D de las especialidades arquitectónicas y estructurales utilizando el software Revit de Autodesk.

La propuesta de mejora tiene como objetivo primordial fomentar una cultura de colaboración entre todos los actores involucrados en la elaboración del Expediente Técnico, con el fin de alcanzar objetivos comunes. El modelo BIM se posiciona como el eje central de esta colaboración, integrando de manera eficiente la información proveniente de las diversas disciplinas involucradas en el proyecto.

Una de las principales ventajas de los modelos BIM reside en su capacidad para ofrecer una representación visualmente rica y detallada del proyecto, facilitando así la verificación de la información tanto en el modelo tridimensional como en los planos generados automáticamente. Esta característica agiliza los procesos de revisión y aprobación. A continuación, presentamos diversas perspectivas del modelo: Primero en la figura 77 se muestra el modelo de arquitectura con vista 3D la cual a través de su calidad visual se observa mejor los errores que puede haber tales como errores de dibujo técnico y constructivos y así permita la modificación de la etapa inicial del proyecto, de igual manera para la figura 78 se muestra el modelo, pero ya de estructura con vista 3D.

Figura 77
Modelo de arquitectura vista 3D



Nota. Fuente propia.

Figura 78
Modelo Estructuras vista 3D



Nota. Fuente propia.

Es cierto que el modelado exhaustivo de la estructura, que abarca tanto los elementos sólidos como los detalles del acero de refuerzo, exige una inversión de tiempo mayor; sin embargo, este esfuerzo es valioso porque contribuye a la calidad del Expediente Técnico.

La propuesta establece que el uso de BIM en la creación del Expediente Técnico se enfocará en optimizar las fases de diseño, mediante la coordinación de las diferentes especialidades en un modelo tridimensional, permitiendo una revisión exhaustiva y garantizando el cumplimiento de todos los requisitos normativos.

4.4. Aportes de la metodología BIM en el proyecto.

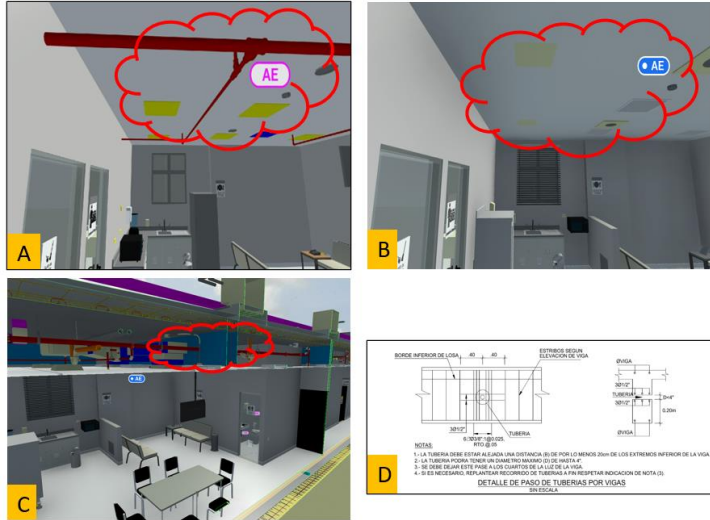
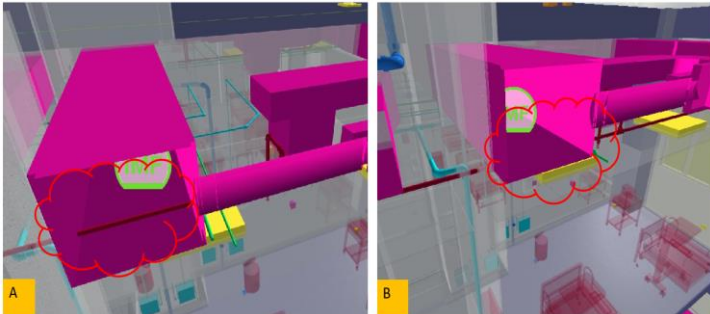
4.4.1. Aportes de la metodología BIM para detectar deficiencias.

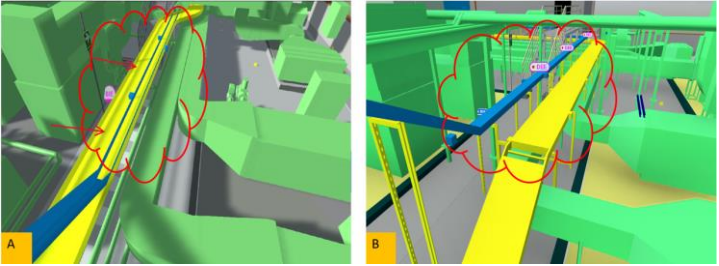
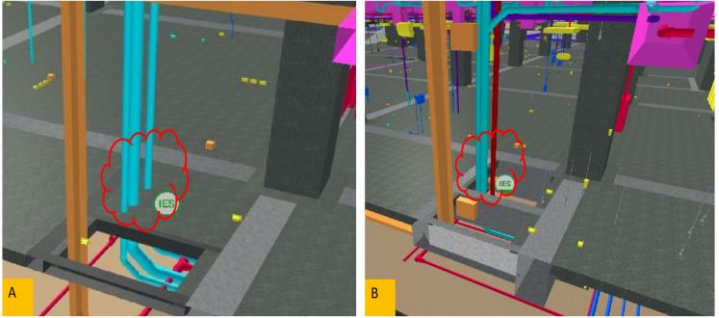
Mediante el uso de la metodología BIM y el software Revizto como CDE, se pudo identificar todas las deficiencias del expediente Técnico en un periodo de estudio de 7 días, y solucionarlas oportunamente ahorrando recursos y tiempo. Se identificaron un total de 995 issues, de las cuales se mostrarán las 20 principales en la tabla 4.

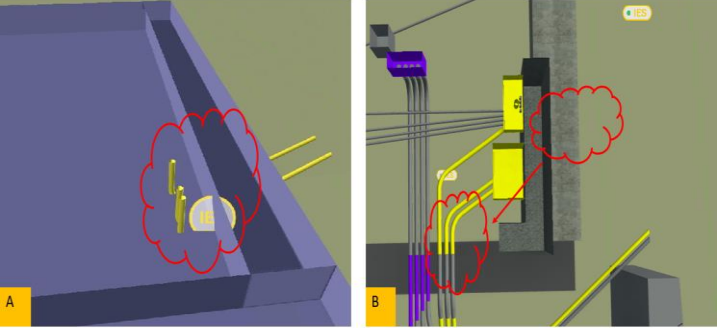
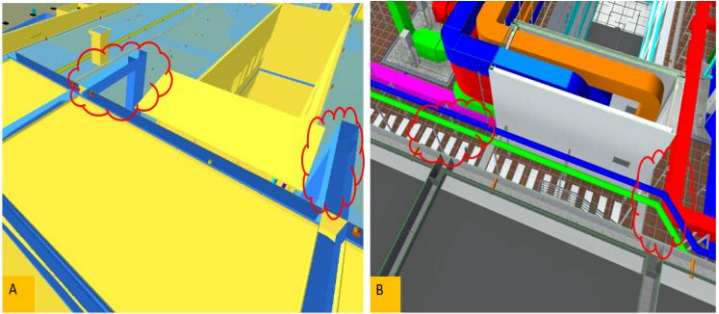
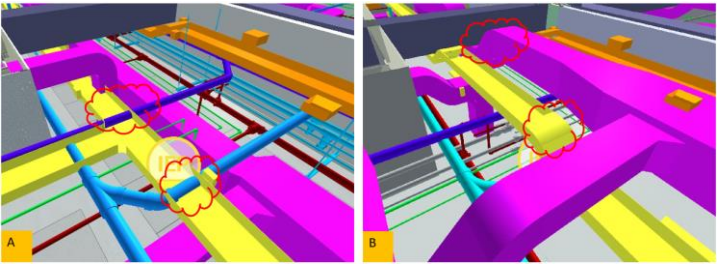
Tabla 4

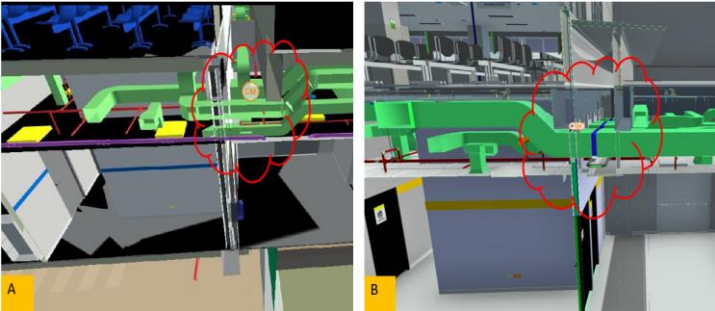
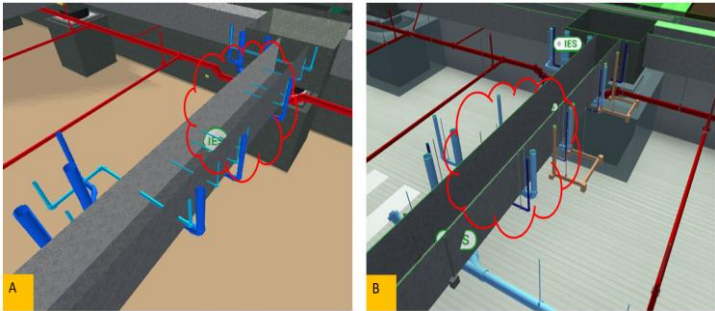
Issues del Expediente técnico, detectadas aplicando el software Revitzo

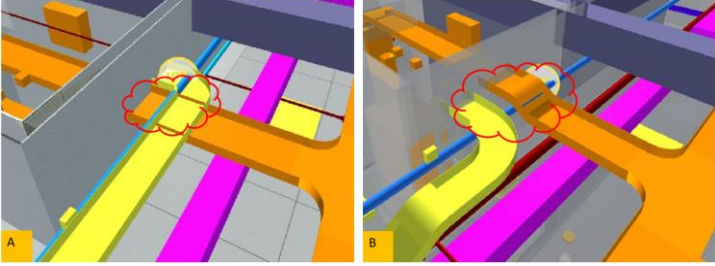
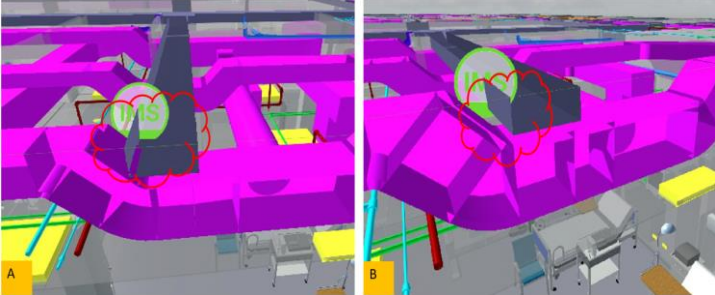
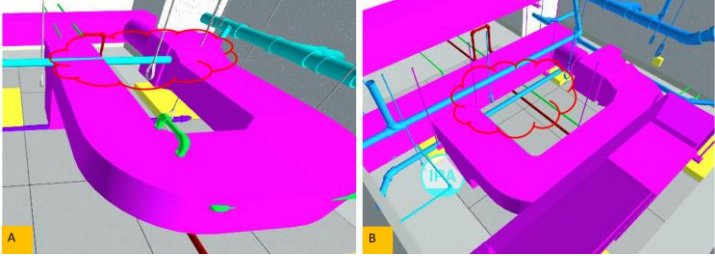
#	Actor Responsable	Criticidad o Prioridad	Descripción de issue	Acción realizada	Imagen
1	Arquitectura	Mayor	Como se observa en la imagen A, en la rampa de acceso general del piso 1, se aprecia una baranda que conecta la rampa con la sala de espera del mismo piso. Sin embargo, debido a la configuración estructural, la rampa es una zona no aislada, mientras que la sala de espera o edificio principal es una zona aislada. Por lo tanto, en caso de un evento sísmico, por la diferencia de desplazamiento la baranda se verá afectará.	Como se muestra en la imagen B, una solución para evitar este posible daño consiste en desconectar los travesaños de las barandas, intercalándolos y haciendo un traslape, además de agregar un rigidizador diagonal. De esta manera, las barandas quedan completamente separadas, permitiendo que la edificación se mueva libremente.	

2	ACI	Critico	<p>Como se observa en la imagen A, en el ambiente de la Casa Materna del piso 1, se aprecia la presencia de tuberías de agua contra incendios por debajo del falso cielo raso. Según las normativas vigentes, ninguna instalación debe pasar por debajo del falso cielo raso por razones estéticas y normativas. Por lo tanto, esto se considera una incompatibilidad y se recomienda reubicar dichas tuberías.</p>	<p>Como se muestra en la imagen B, se logró subir la tubería hasta cubrir completamente con falso cielo raso. Sin embargo, esta tubería interfirió con una viga peraltada, tal como se aprecia en la imagen C. Debido a la falta de espacio entre la viga estructural y el falso cielo raso, se coordinó con el especialista de estructuras para generar un detalle de pase estructural en las vigas tal como se aprecia en la imagen D</p>	 <p>Image A: 3D view of a fire water pipe (AE) located below a drop ceiling in a room.</p> <p>Image B: 3D view showing the pipe (AE) moved up to be covered by the drop ceiling.</p> <p>Image C: 3D view showing the pipe (AE) interfering with a structural beam (C3).</p> <p>Image D: Structural detail diagram showing the pipe passing through a beam with a 0.20m clearance. The diagram includes labels for 'BORDE SUPERIOR DE LOSA', 'ENTRADA SEGUN DIMENSIONES DE LOSA', 'TUBERIA', and 'ENTRADA SEGUN DIMENSIONES DE LOSA'. It also includes notes: '1- LA TUBERIA DEBE ESTAR AL MENOS A UNA DISTANCIA DE 100 MM DE LOS EXTREMOS SUPERIORES DE LA VIGA', '2- LA TUBERIA PODRA TENER UN DIAMETRO MAXIMO (Ø) DE 100MM', '3- SE DEBE GARANTIZAR QUE LA TUBERIA ESTE AL MENOS A 0.20M DE LA VIGA', and '4- SI ES NECESARIO, REPLANTAR RECORDOS DE TUBERIAS A FIN DE RESPECTAR INDICACION DE NOTA (1)'. The scale is 'DETALLE DE PASE DE TUBERIAS POR VIGAS EN ESCALA'.</p>
3	Mecánica	Mayor	<p>En la sala de hospitalización del piso 3, tal como se observa en la imagen A, la tubería contra incendios interfiere con los ductos de HVAC.</p>	<p>Para resolver la interferencia, se realizó un análisis y se subió el ducto de HVAC hasta quedar a 0.05 m del fondo de la viga. La tubería contra incendios se bajó para pasar por debajo del ducto, tal como se aprecia en la imagen B.</p>	 <p>Image A: 3D view showing a fire water pipe (AE) interfering with an HVAC duct.</p> <p>Image B: 3D view showing the fire water pipe (AE) moved down to pass under the HVAC duct.</p>

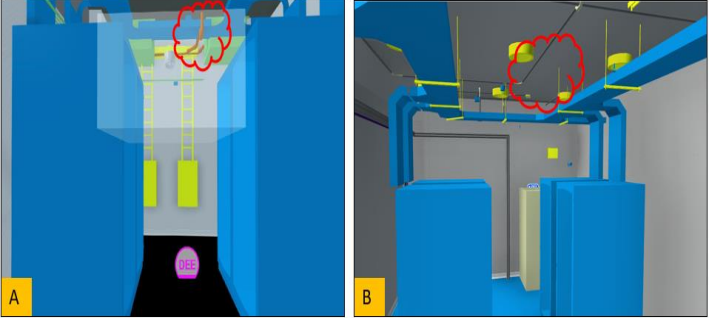
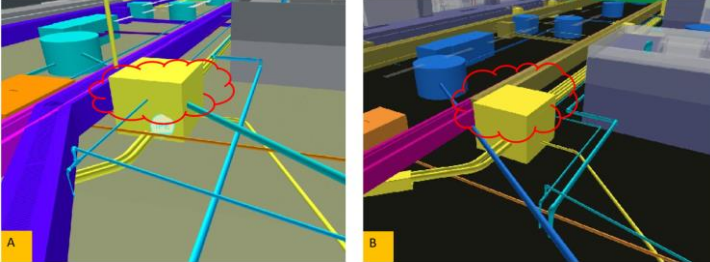
4	Data	Critico	<p>En la azotea del proyecto del hospital, la bandeja de datos es de color celeste y la de instalaciones eléctricas es de color amarillo. En la imagen A, se visualiza una interferencia entre ambas bandejas. Esta interferencia se detectó con la ayuda del modelo BIM.</p>	<p>Como se muestra en la imagen B, se resolvió la interferencia colocando unos soportes anclados en la losa, logrando desplazar la bandeja de datos a una distancia mínima de 0.30 m para evitar una posible interferencia magnéticas.</p>	
5	Sanitaria	Critico	<p>Como se observa en la imagen A, el montante de la tubería de instalaciones sanitarias que sube desde el sótano técnico del hospital, interfiere con la losa estructural.</p>	<p>El montante de tubería conecta todos los niveles del hospital y requiere una abertura en la losa en cada nivel. Para resolver la interferencia, se coordinó con el especialista en estructuras para generar una abertura en la losa y reforzar unas vigas chatas, tal como se aprecia en la imagen B</p>	

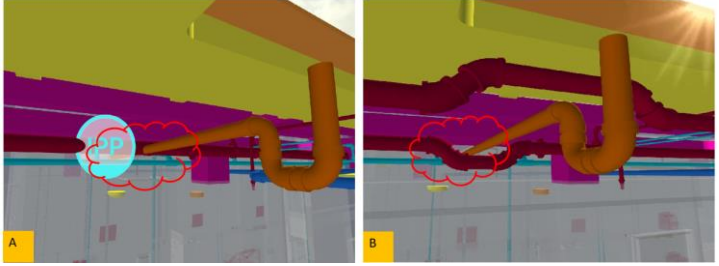
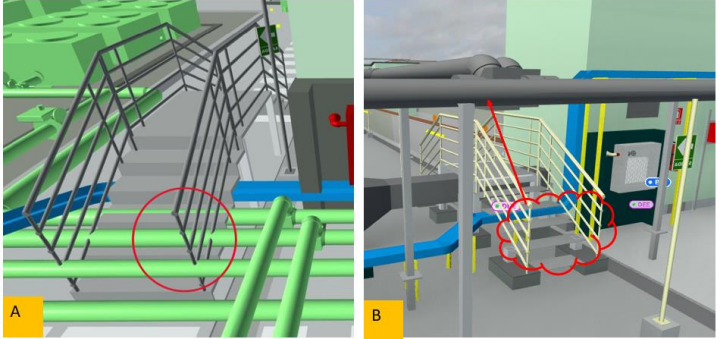
6	Eléctrica	Mayor	<p>En el piso 1, en las edificaciones exteriores (casa materna), se observa una interferencia entre una tubería de instalaciones eléctricas de 2 pulgadas de diámetro y una placa estructural, tal como se aprecia en la imagen A.</p>	<p>Para evitar la interferencia, se incrementó la profundidad de la platea de cimentación en 0.30 m. Se rediseñó el recorrido de las tuberías de instalaciones eléctricas, evitando así la interferencia, tal como se aprecia en la imagen B.</p>	
7	Estructuras	Critico	<p>En la azotea del hospital, el especialista en estructuras consideró necesario agregar una columna y una viga conectada para rigidizar el techo de la escalera, tal como se aprecia en la imagen A.</p>	<p>Al realizar la compatibilización con las instalaciones, como ductos mecánicos, bandejas eléctricas y de comunicaciones, fue necesario retirarlos debido a la falta de espacio y a las colisiones, tal como se aprecia en la imagen B.</p>	
8	Eléctrica	Critico	<p>En el corredor del piso 1, tal como se aprecia en la imagen A, hay una interferencia entre la bandeja eléctrica y las tuberías de desagüe y ventilación, ambas pertenecientes a la</p>	<p>Para evitar la interferencia, se realizó un quiebre en el ducto mecánico para elevar su nivel, y también se ajustó la bandeja para evitar las colisiones, tal como se aprecia en la imagen B.</p>	

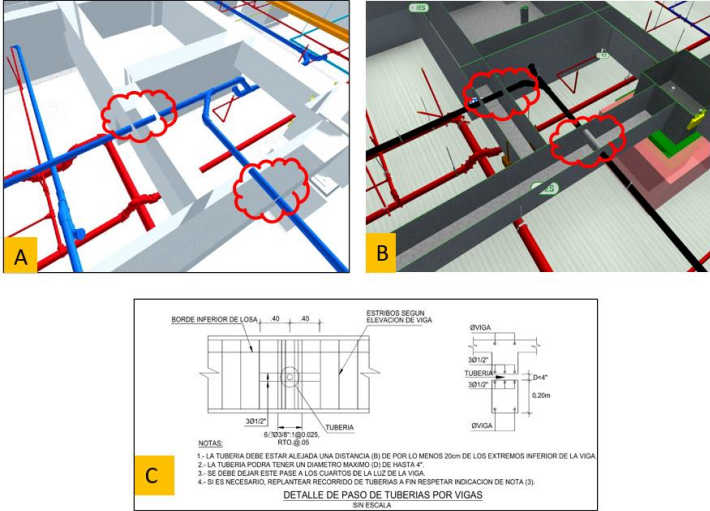
			especialidad de instalaciones sanitarias.		
9	Mecánica	Mayor	En el piso 1, entre los ambientes de servicio social y el corredor de consulta externa, se observa una interferencia entre un ducto de HVAC y una viga estructural dentro del falso cielo raso, tal como se aprecia en la imagen A.	Como se muestra en la imagen B, se logró compatibilizar los ductos de HVAC haciendo quiebres y modificando su sección, aumentando el ancho y disminuyendo el espesor para evitar interferencias con la viga estructural.	
10	Sanitaria	Mayor	Como se observa en la imagen A, en el sótano técnico del hospital, hay una interferencia entre una tubería sanitaria (tubería de agua fría) con viga estructural.	La tubería de agua fría no cuenta con pendiente y su flujo es a presión. Por lo tanto, para poder resolver la interferencia se vio por conveniente bajar la tubería hasta el fondo de viga estructural tal como aprecia en la imagen B	

11	Sanitaria	Mayor	<p>En el piso 1, en el corredor, como se aprecia en la imagen A, se observa una interferencia donde la tubería de ventilación de instalaciones sanitarias choca con las bandejas eléctricas y de comunicaciones.</p>	<p>Para resolver la interferencia, se cambió el nivel de las bandejas eléctricas y de comunicaciones, lo que permitió evitar la colisión, tal como se aprecia en la imagen B.</p>	
12	Mecánica	Mayor	<p>En el piso 1, en la sala de observaciones, tal como se aprecia en la imagen A, el ducto de ventilación (HVAC) interfiere con una viga estructural.</p>	<p>Se resolvió la interferencia moviendo primero el ducto de HVAC para que pasara la viga, y luego reubicando las tuberías para evitar más interferencias, tal como se aprecia en la imagen B.</p>	
13	Sanitaria	Mayor	<p>En el piso 1, en la sala de hidratación tal como se aprecia en la imagen A, el ducto de HVAC interfiere con tubería de instalaciones Sanitarias.</p>	<p>Para resolver la interferencia, se tuvo que cambiar el nivel de la tubería para evitar las colisiones, tal como se muestra en la imagen B</p>	

14	Sanitaria	Critico	<p>En el piso 1 en el ambiente de servicios higiénico publico mujeres, la tubería de ventilación interfiere con ventana tal como se aprecia en la imagen A</p>	<p>En coordinación con el especialista en instalaciones sanitarias, se diseñó un nuevo recorrido para evitar la interferencia. La tubería de ventilación se trasladó hacia el muro adyacente.</p>	
15	Sanitaria	Critico	<p>En el piso 1 en el ambiente de servicios higiénico publico hombres, los aparatos sanitarios, como los urinarios, están ubicados exactamente sobre la viga estructural (ver imagen A). Dado que los urinarios tienen una descarga sanitaria en el piso, la tubería de desagüe interfiere perpendicularmente con la viga estructural</p>	<p>En coordinación con el especialista de arquitectura, se consideró conveniente redistribuir el ambiente de servicios higiénicos, tal como se aprecia en la imagen B.</p>	

16	Data	Critico	<p>Como se observa en la imagen A, en el ambiente del Centro de Datos del piso 3, se aprecia la presencia de tuberías de instalaciones sanitarias (drenaje pluvial). Por motivos de seguridad de la información, esto se considera una incompatibilidad y se recomienda reubicar dichas tuberías.</p>	<p>Como se muestra en la imagen B, se logró retirar la tubería y se le dio un nuevo recorrido por el piso 4, con la finalidad de evitar que cruce por el Centro de Datos.</p>	
17	Eléctrica	Mayor	<p>En el exterior del hospital, se observa una interferencia entre la tubería de instalaciones sanitarias y un buzón de instalaciones eléctricas, tal como se muestra en la imagen A.</p>	<p>Para resolver la interferencia, se modificó ligeramente la ubicación del buzón de instalaciones eléctricas y de la tubería de instalaciones sanitarias, tal como se muestra en la imagen B, para evitar el conflicto.</p>	

18	ACI	Mayor	<p>En el corredor del piso 3, como se muestra en la imagen A, se observa una interferencia con una tubería de drenaje pluvial de instalaciones sanitarias.</p>	<p>Para resolver la interferencia, se realizaron quiebres en la tubería contra incendios. Dado que la tubería de drenaje pluvial no podía realizar un quiebre debido a su pendiente del 1%, se ajustó su recorrido, tal como se muestra en la imagen B, para evitar el conflicto</p>	
19	Estructuras	Critico	<p>En el corredor de la azotea del hospital, según se aprecia en la imagen A, hay una interferencia entre una tubería de agua helada y la pasarela estructural, diseñada para el tránsito del personal técnico del hospital.</p>	<p>Para resolver esta interferencia, se consideró conveniente que la tubería fuera aérea sobre el recorrido, tal como se muestra en la imagen B, para evitar el conflicto.</p>	

20	Sanitaria	Critico	<p>Como se observa en la imagen A, en el sótano técnico del hospital, hay una interferencia entre una tubería sanitaria y una viga estructural.</p>	<p>La tubería sanitaria, que opera con un flujo por gravedad y tiene una pendiente del 1%, no podría conectarse a la red de desagüe existente si pasara por debajo de la viga. Por lo tanto, optimizó el recorrido de la tubería y se coordinó con el especialista de estructuras para generar un detalle de pase estructural en las vigas tal como aprecia en la imagen C</p>	 <p>A B C</p> <p>DETALLE DE PASE DE TUBERIAS POR VIGAS SIN ESCALA</p> <p>NOTAS: 1.- LA TUBERIA DEBE ESTAR ALEJADA UNA DISTANCIA (B) DE POR LO MENOS 20cm DE LOS EXTREMOS INFERIOR DE LA VIGA. 2.- LA TUBERIA PODRA TENER UN DIAMETRO MAXIMO (D) DE HASTA 4". 3.- SE DEBE DEJAR ESTE PASE A LOS CUARTOS DE LA LUZ DE LA VIGA. 4.- SI ES NECESARIO, REPLANTEAR RECORRIDO DE TUBERIAS A FIN RESPETAR INDICACION DE NOTA (3).</p>
----	-----------	---------	---	--	--

Nota. Esta tabla detalla 20 ítems que incluyen defectos de construcción e interferencias entre diferentes sistemas como arquitectura, eléctrica, mecánica y sanitaria. Todos estos problemas están relacionados con la incompatibilidad e interferencia. Además, cada defecto ha sido evaluado según su criticidad o prioridad en Revizto. En este contexto, 'Crítico' significa que tendría un gran impacto en tiempo y costo durante la ejecución si no se detectara en la etapa del expediente, mientras que 'Mayor' indica un impacto menor. Gracias a la metodología BIM y al modelado de información utilizando la herramienta Revizto, estos problemas fueron detectados durante la fase de diseño y se resolvieron antes de pasar a la ejecución.

La Tabla 4 presenta un listado exhaustivo de los veinte problemas más críticos identificados en el Expediente Técnico del proyecto "Recuperación de los servicios de salud del hospital Apoyo Casma II-1". Estos problemas fueron detectados a través de un análisis detallado llevado a cabo con el apoyo de herramientas de la metodología BIM.

La Tabla 5 contiene un resumen detallado de las carencias detectadas durante el análisis del Expediente Técnico correspondiente al caso de estudio:

Tabla 5

Cantidad del tipo de deficiencias de nuestro Expediente Técnico

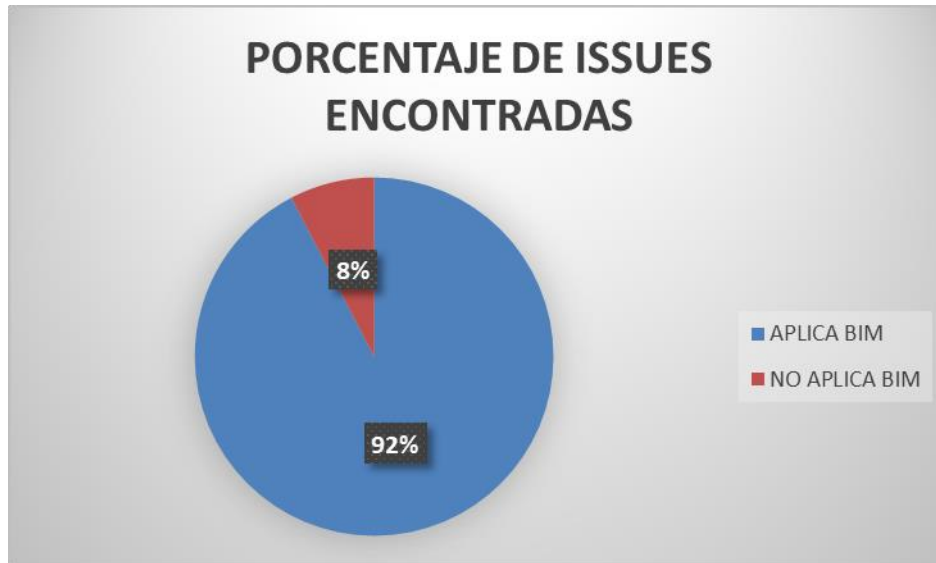
Tipos de deficiencias	Aplica BIM	No Aplica BIM	Subtotal
Información insuficiente	442	31	473
Información incoherente	159	33	192
Información técnicamente incorrecta	318	12	330
Total	919	76	995

Nota. Esta tabla muestra la clasificación de 995 deficiencias en proyectos, distribuidas en insuficiencia, incoherencia e incorrección técnica de la información.

El análisis exhaustivo del Expediente Técnico, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5, revela un total de 995 inconsistencias. De este gran volumen de problemas, un 92% (919 incidencias) fueron identificados gracias a la aplicación de la metodología BIM. Esta herramienta demostró ser especialmente eficaz en la detección de tres tipos principales de deficiencias: información insuficiente (442 casos), información incoherente (159 casos) e información técnicamente incorrecta (318 casos). Estos resultados cuantitativos evidencian el valor agregado de BIM en la identificación precisa y temprana de problemas en la documentación del proyecto.

Figura 79

Porcentaje de deficiencias detectadas empleando BIM



Nota. Fuente propia.

La figura 79 muestra para nuestro caso de estudio: “"Recuperación de los Servicios de Salud del Hospital Apoyo Casma II-1", las herramientas BIM permitieron identificar el 92% de todas las deficiencias. Este resultado es significativo porque se logró mediante un trabajo interdisciplinario, colaboración en etapas tempranas y el intercambio de información a través del software Revizto, lo que añadió un valor considerable al proceso de gestión en la elaboración del Expediente Técnico.

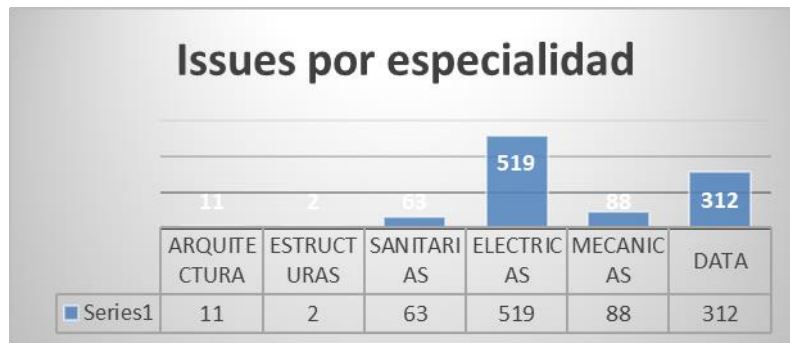
Como ya se había mencionado, se consideró un periodo de análisis de 7 días, después de esos días y hasta la culminación del expediente se encontrarán más issues, los cuales serán resueltos con la misma metodología explicada en este capítulo.

4.4.2. Estado de las issues solucionadas.

Al iniciar la compatibilización del proyecto se detectó un total de 995 issues entre todas las especialidades, estos issues se resolvieron en un plazo de 7 días gracias a la aplicación de la metodología BIM y el uso del software Revizto como CDE.

En las figuras 80 y 81 a modo de resumen mostraremos un gráfico con la distribución de issues según el tipo de especialidad, para luego detallar las issues de las principales especialidades.

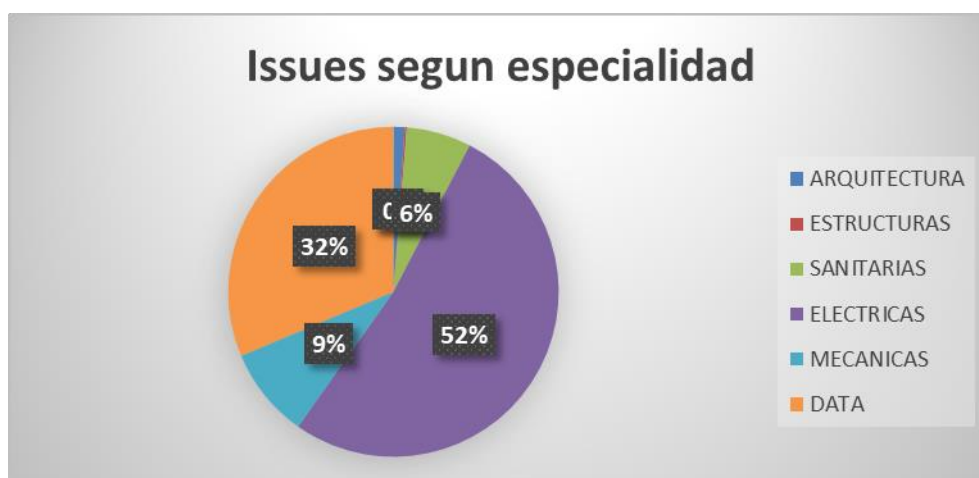
Figura 80
Porcentaje de Issues según especialidad



Nota. Fuente propia.

La figura 80 muestra que la gran mayoría de issues ocurre en las especialidades de instalaciones eléctricas con un total de 519 deficiencias y data con un total de 312 deficiencias, esto es por el tipo de edificación que estamos construyendo, el hospital tiene un alto grado de tecnificación en su inmobiliario, lo cual genera una gran cantidad de cableado y tuberías.

Figura 81
Porcentaje de Issues de especialidad



Nota. Fuente propia.

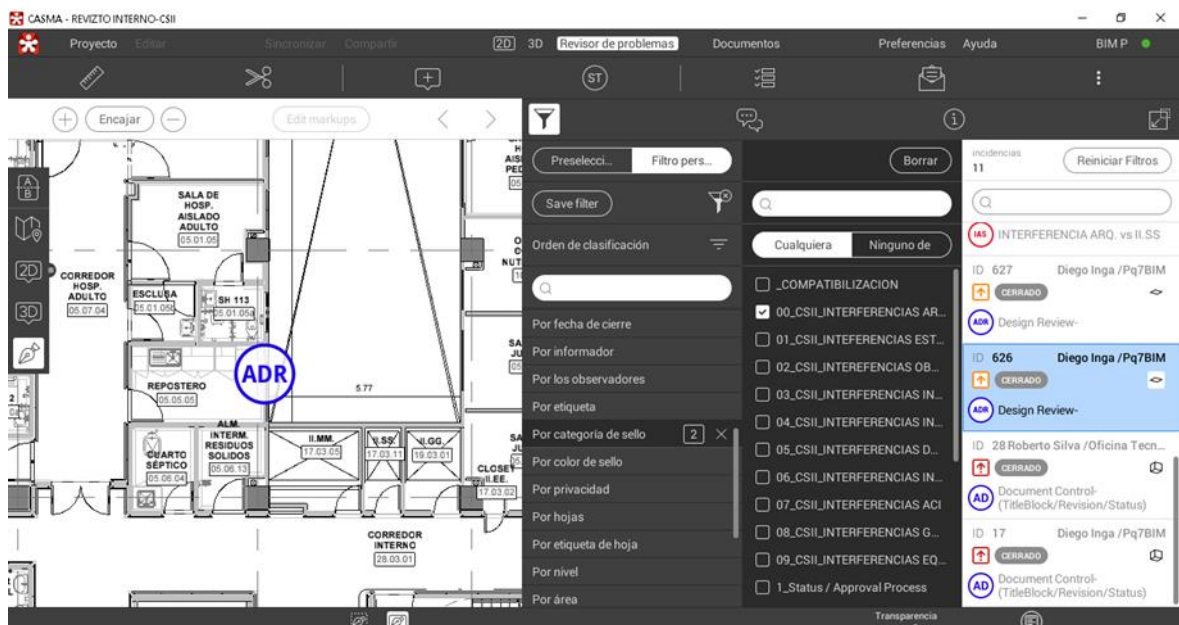
La figura 81 muestra la distribución de issues en todas las especialidades de destacando en estas por la cantidad de issues la especialidad de instalaciones eléctricas con un porcentaje de 52% y data con un porcentaje de 32%, esto es por el tipo de edificación que estamos construyendo, el hospital tiene un alto grado de tecnificación en su inmobiliario.

4.4.2.1. Estado de issues de arquitectura.

Respecto a la arquitectura se encontraron un total de 11 issues, las cuales 7 de ellas eran referentes a interferencias con otras especialidades, 2 eran issues relativas al revisiones de diseño y las ultimas 2 eran sobre control de documentos. Estas issues fueron resueltas en el plazo de 7 días y se actualizo su estado a Issues Cerradas.

En la figura 82 muestra la lista de issues de la especialidad de arquitectura, en la ventana mostrada se observa al plano en la parte izquierda y la lista por la parte derecha de la imagen.

Figura 82
Lista de Issues de Arquitectura



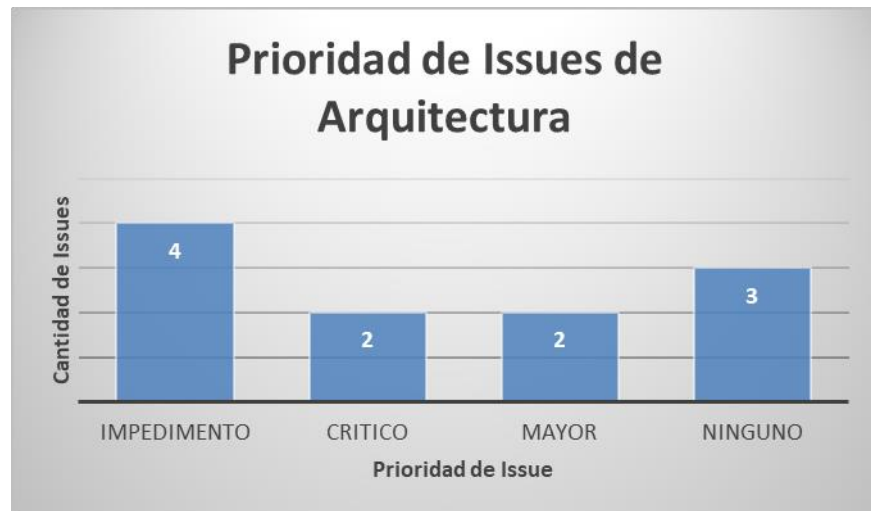
Nota. Fuente propia.

Clasificando las issues en función a su prioridad se observa que 4 issues eran impedimentos por las que fueron resueltas el mismo día de su publicación, 2 issues son de

prioridad crítica por lo que fueron resueltas en un promedio de uno a dos días, 2 issues de prioridad mayor y 3 issues sin asignación de prioridad, estas últimas se resolvieron en el plazo de los 7 días.

En la figura 83 muestra que para la especialidad de arquitectura la cantidad de issues es 11 la cual representa el 100%, para lo cual la prioridad alta de issues para la especialidad de arquitectura es para impedimento con 4 issues que representa el 36.36% seguida de ninguno con 3 issues que representa 27.27%.

Figura 83
Prioridad de Issues de Arquitectura



Nota. Fuente propia.

De forma ilustrativa procederemos a explicar el proceso de creación y culminación de una issue de arquitectura, mediante la siguiente línea de tiempo.

En la figura 84 muestra el proceso de desarrollo de una issue mediante una línea de tiempo iniciando por la creación de la issue y finalizando por la aprobación de la solución que se le brinda junto con e cambio del estado de la issue.

Figura 84

Proceso de desarrollo de una Issue



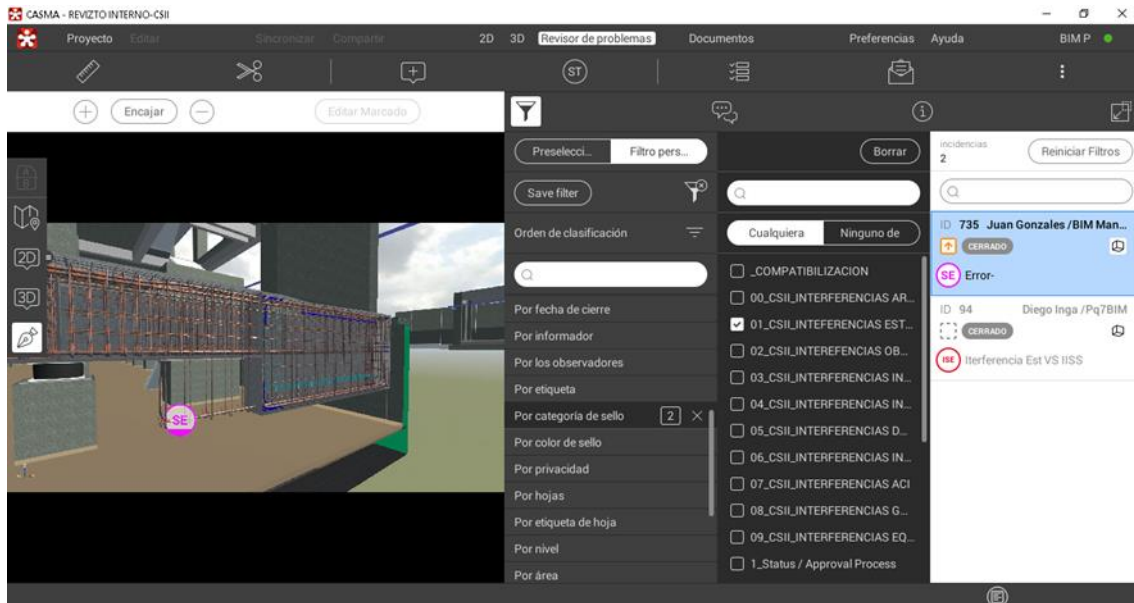
Nota. Fuente propia.

4.4.2.2. Estado de issue de estructuras.

Durante la revisión de la especialidad de estructuras, se identificaron dos incidencias críticas. La primera se relaciona con una interferencia no contemplada con la especialidad de instalaciones sanitarias, lo cual podría generar conflictos constructivos. La segunda incidencia corresponde a un error en la representación gráfica de los refuerzos de acero en las cimentaciones, las 2 issues fueron resueltas en el plazo de los 7 días y se procedió a cambiar el estado de las issues a cerradas.

En la figura 85 se visualiza la lista de issue de la especialidad de estructuras las cuales solo fueron 2 y vemos que ya está en estado cerrado porque ya fueron resueltas.

Figura 315
Lista de Issue de Estructuras



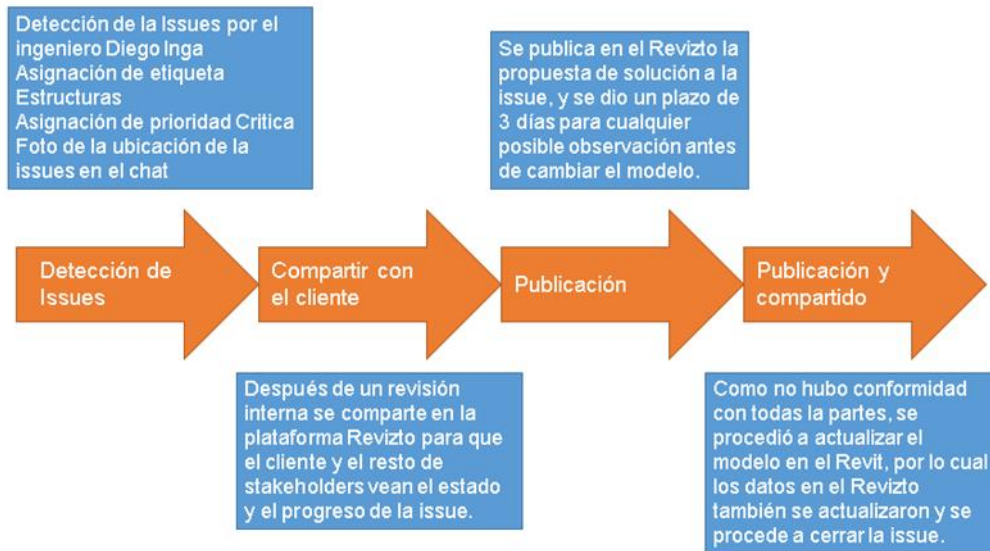
Nota. Fuente propia.

El proceso de solución de las issues fue similar en ambos casos, razón por la cual explicaremos mediante una línea de tiempo el proceso para solucionar una de las issues de estructuras. En la siguiente imagen observamos el proceso a seguir.

En la figura 86 se muestra el proceso de desarrollo de un issue en la especialidad de estructuras indicándose con flechas comenzando por la detección de la issues, compartir con el cliente, luego publicar la solución en el Revizto para finalizar con el cierre de la issue.

Figura 86

Proceso de desarrollo de un Issue de estructuras

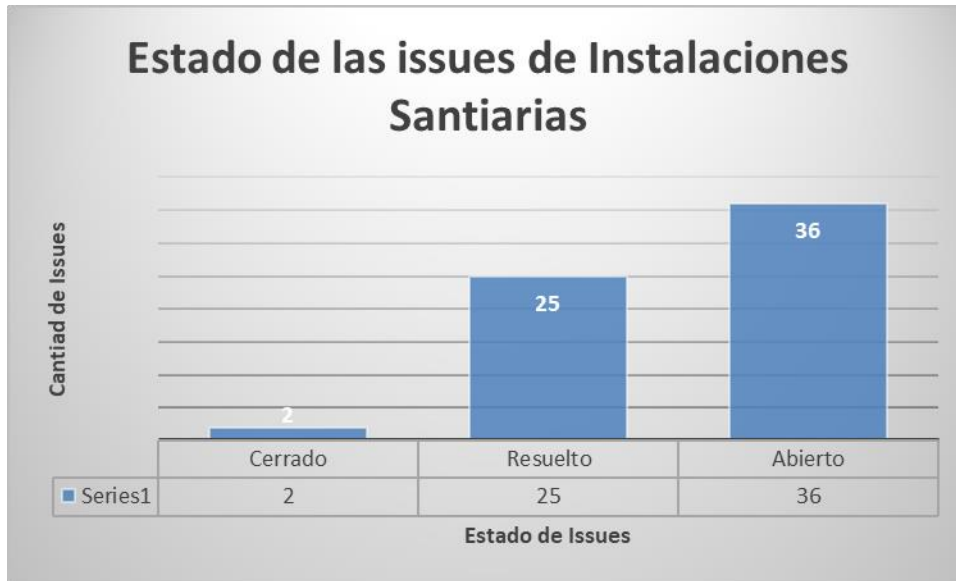


Nota. Fuente propia.

4.4.2.3. Estado de los issues de instalaciones sanitarias.

En la figura 87 muestra que de un total de 63 issues, 2 issues se encuentran cerradas, 25 issues en estado resuelto y 36 issues se encuentran en estado abierto, esto después del plazo de 7 días. Recordar que estamos en una modalidad de contrato Fast-track y el modelo se va a actualizando constantemente, razón por la cual al momento del término de los 7 días habían aparecido nuevas issues quedando muchas de ellas en estado abierto. Además, señalar que todas las issues encontradas son de prioridad Mayor.

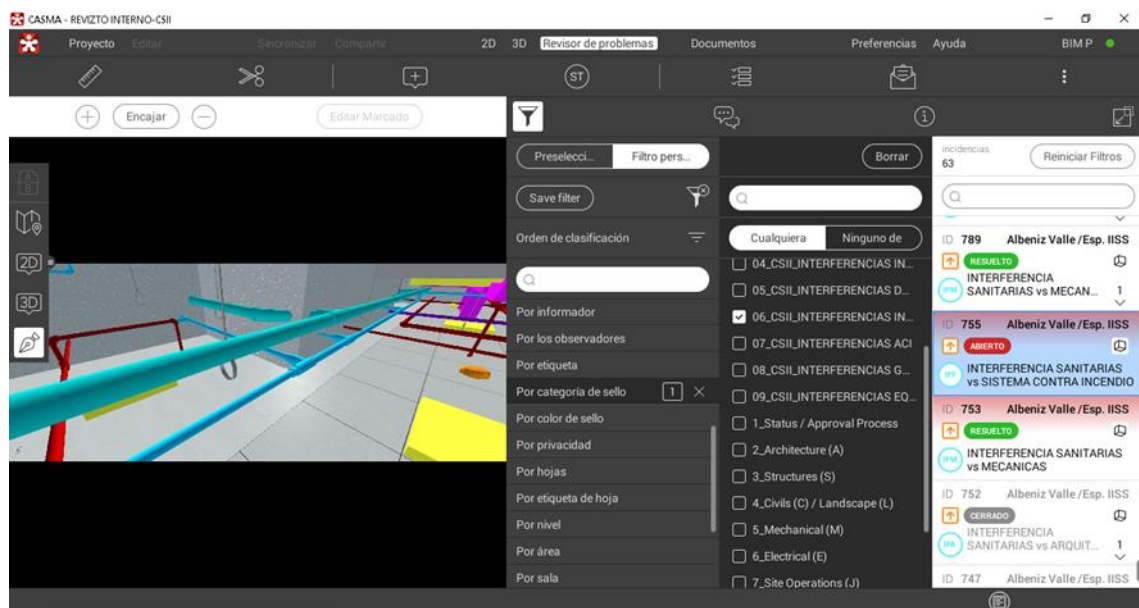
Figura 87
Estado de las Issues de Instalaciones Sanitarias



Nota. Fuente propia.

La Figura 88 presenta un listado detallado de las incidencias detectadas en la especialidad de instalaciones sanitarias. En esta figura, cada incidencia se encuentra categorizada visualmente como resuelta, abierta o cerrada mostrados en la parte derecha de la imagen.

Figura 328
Lista de Issues de Instalaciones Sanitarias



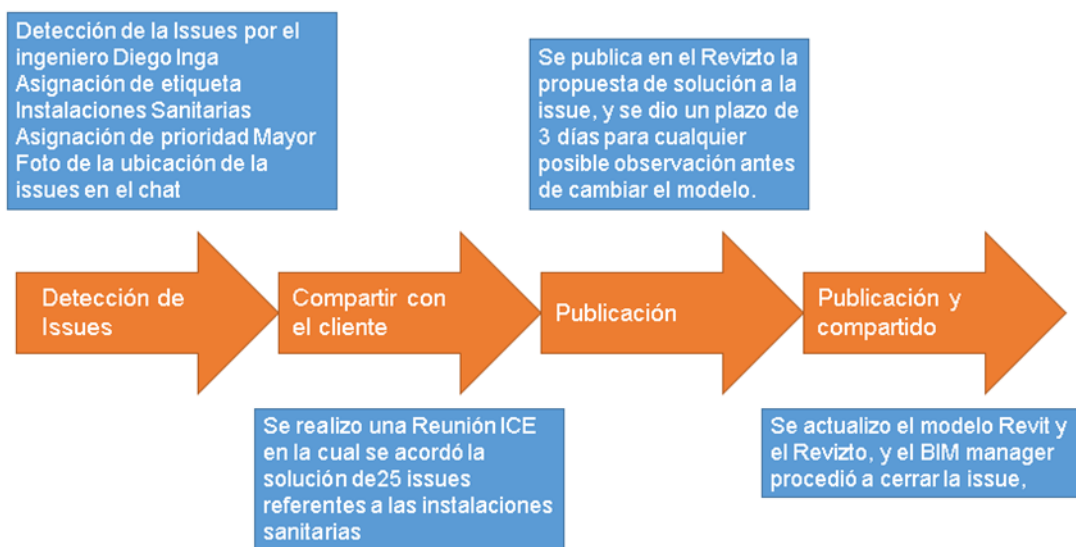
Nota. Fuente propia.

De forma análoga a las anteriores especialidades, se explicará el proceso de solución de una issue, mediante el uso de una línea de tiempo, la cual detallará el paso a paso en la siguiente imagen.

En la figura 89 muestra el proceso de desarrollo de una issue en la especialidad de instalaciones sanitarias siguiendo los pasos mediante las flechas indicadas.

Figura 833

Proceso de desarrollo de una Issue de Sanitarias

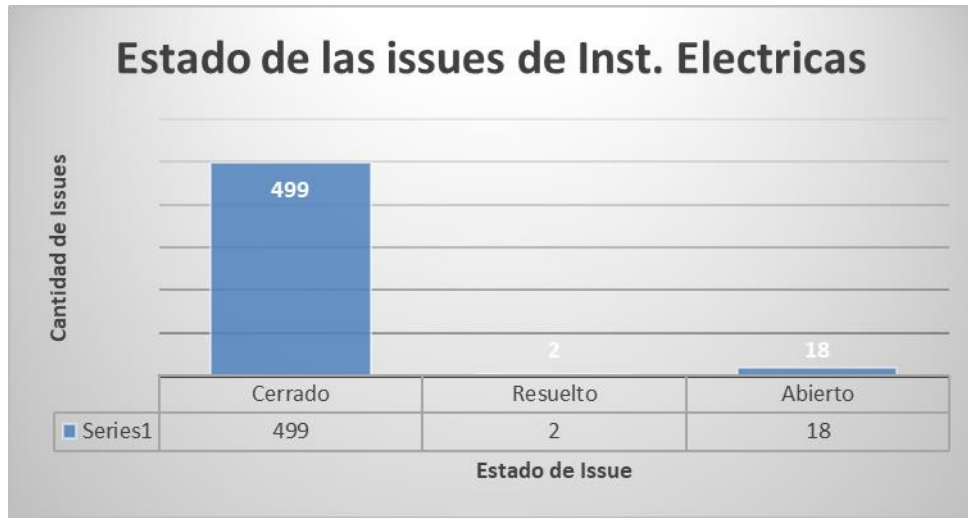


Nota. Fuente propia.

4.4.2.4. Estado de las issue de instalaciones eléctricas.

En la figura 90 se muestra que de un total de 519 issues, 499 issues se encuentran cerradas, 2 issues en estado resuelto y 18 issues se encuentran en estado abierto, esto después del plazo de 7 semanas.

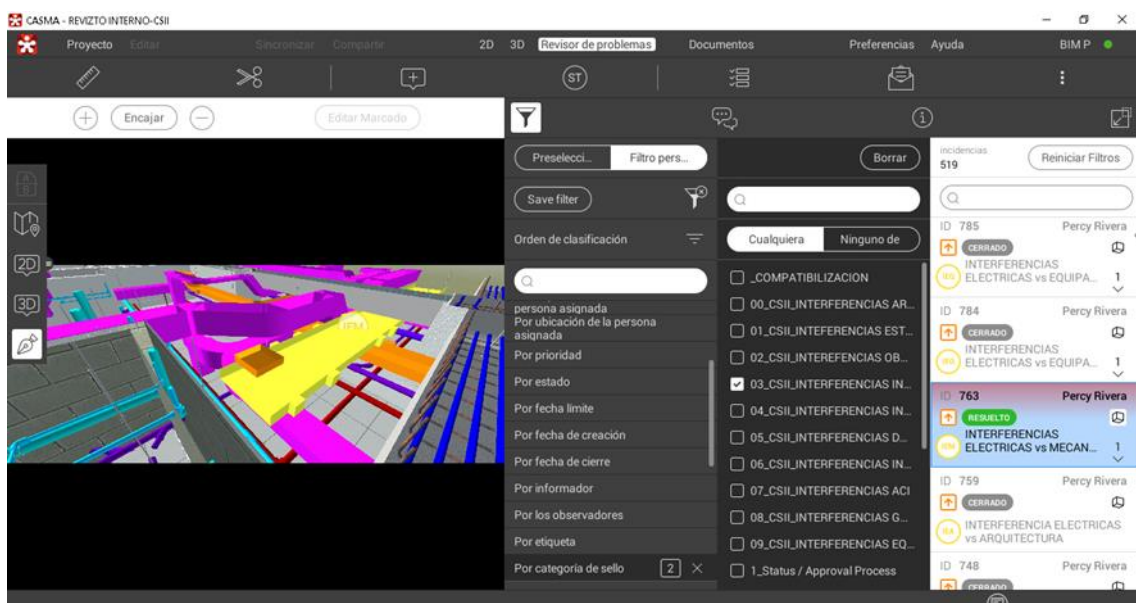
Figura 340
Estado de las Issues de Instalaciones Eléctricas



Nota. Fuente propia.

En la figura 91 presenta mediante la ventana de revisor de problemas la lista de issues de la especialidad de instalaciones eléctricas, del grafico anterior se observa plasmado en el software y se visualiza en el lado derecho de la imagen con el estado de cerrados y resuelto de las issues.

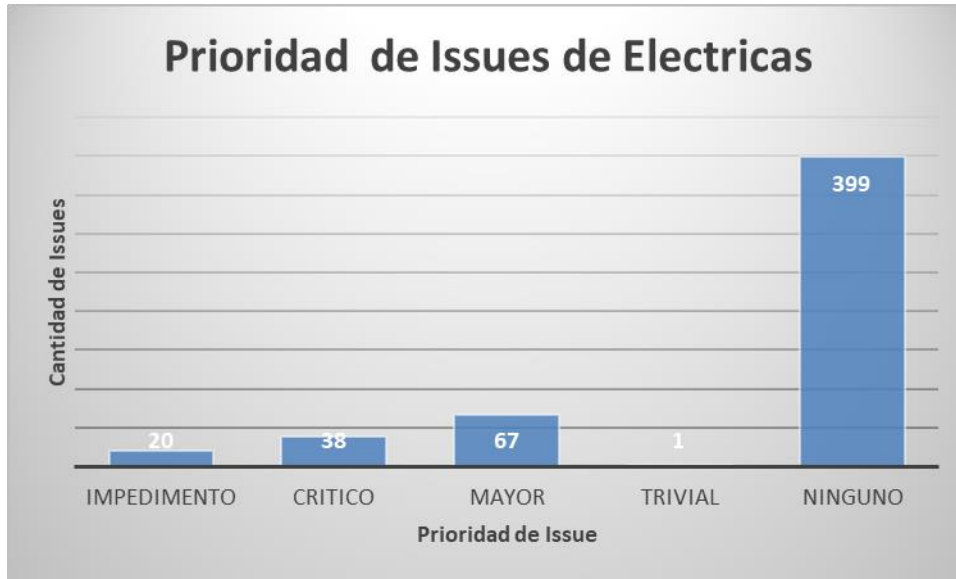
Figura 351
Lista de Issues de Instalaciones Eléctricas



Nota. Fuente propia.

En la figura 92 muestra la prioridad de las issues de la especialidad de instalaciones eléctricas mediante un gráfico siendo el de mayor incidencia la prioridad de ninguno con una cantidad de 399 issues.

Figura 362
Prioridad de los Issues de Instalaciones Eléctricas

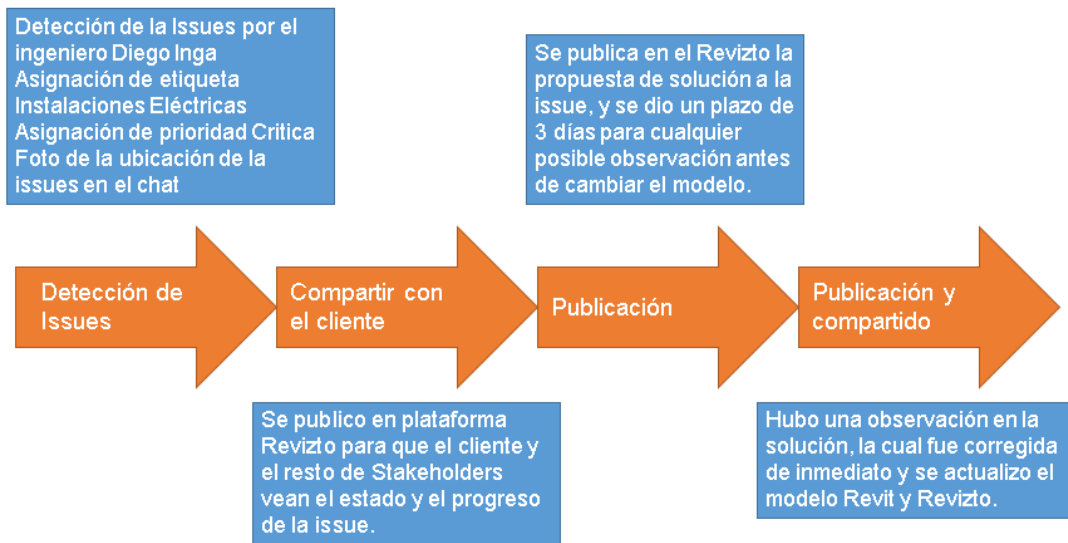


Nota. Fuente propia.

En la figura 93 muestra el proceso de desarrollo de una issue de la especialidad de instalaciones eléctricas indicados mediante flechas y cuadros descriptos.

Figura 373

Proceso de desarrollo de una Issue de Instalaciones Eléctricas



Nota. Fuente propia.

De forma análoga, se resolvió las demás issues de instalaciones eléctricas, como vemos en la siguiente imagen.

En la figura 94 muestra el proceso de desarrollo de una issue de la especialidad de instalaciones eléctricas, pero mediante una línea de tiempo y con imágenes concretas para su mayor entendimiento.

Figura 384

Proceso de desarrollo de una Issue de Instalaciones Eléctricas



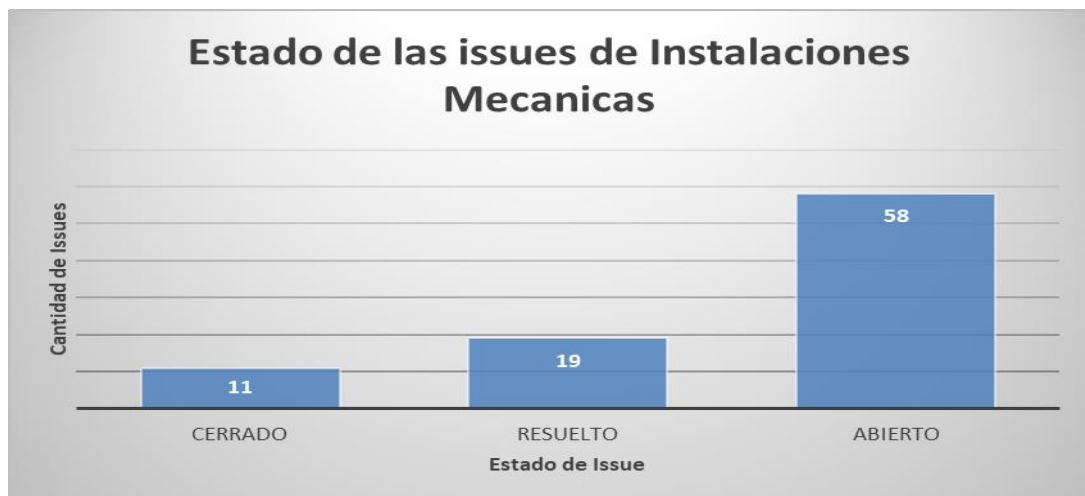
Nota. Fuente propia.

4.4.2.5. Estado de las issue de instalaciones Mecánicas.

En la figura 95 se muestra que de un total de 88 issues, 11 issues se encuentran cerradas, 19 issues en estado resuelto y 58 issues se encuentran en estado abierto, esto después del plazo de 7 días.

Figura 395

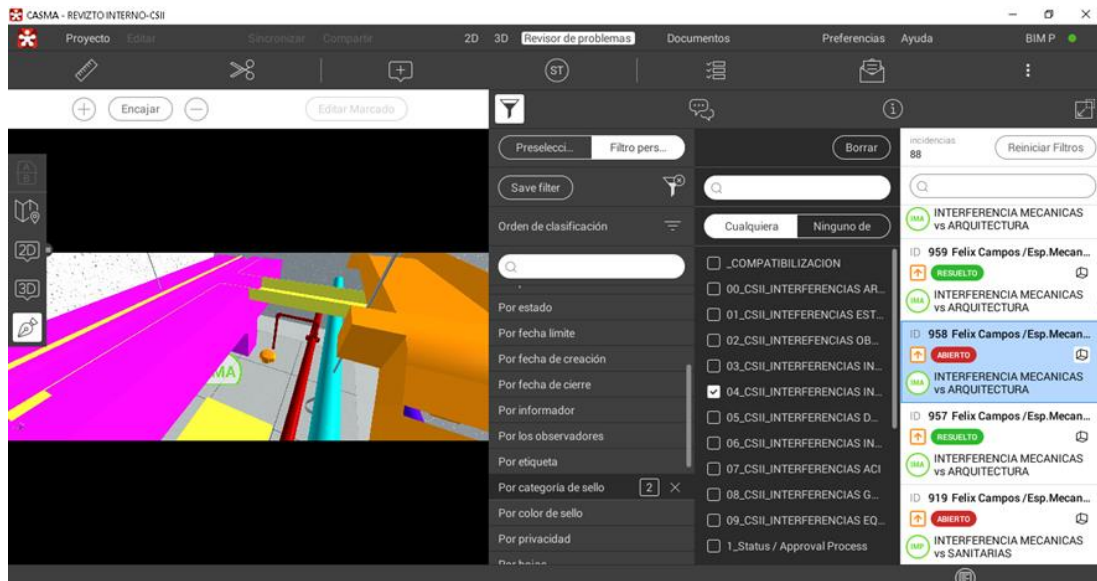
Estado de las Issues de Instalaciones Mecánicas



Nota. Fuente propia.

En la figura 96 muestra la lista de issue de la especialidad de instalaciones mecánicas plasmado del grafico anterior, en la parte derecha se encuentra las issues con sus respectivos estados.

Figura 406
Lista de Issues de Instalaciones Mecánicas



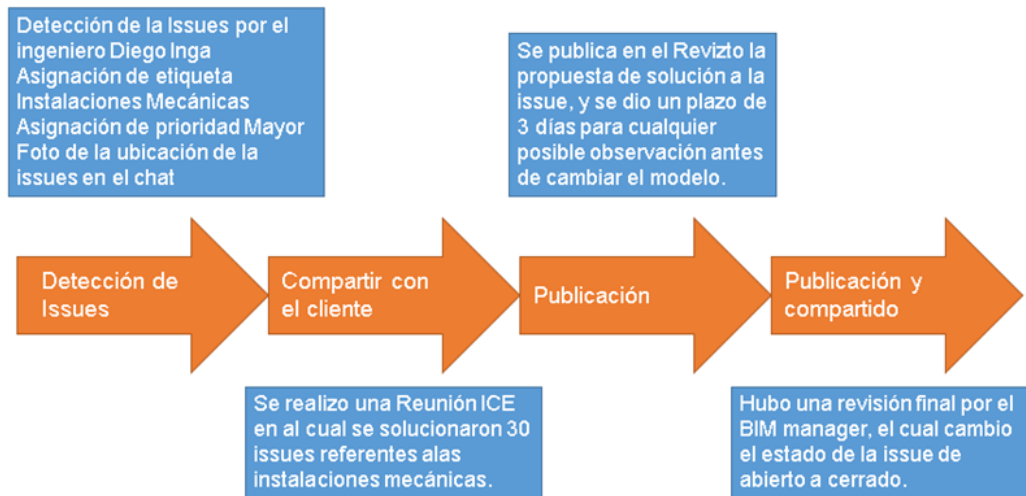
Nota. Fuente propia.

De forma análoga a las anteriores especialidades, se explicará el proceso de solución de una issue, mediante el uso de una línea de tiempo, la cual detallará el paso a paso en la siguiente imagen.

En la figura 97 muestra el proceso de desarrollo de solución de una issue de la especialidad de instalaciones mecánicas indicados mediante flechas y sus cuadros descritos.

Figura 417

Proceso de desarrollo de una Issue de Instalaciones Mecánicas



Nota. Fuente propia.

4.4.3. Aporte de la metodología BIM en el costo del proyecto.

Respecto al ahorro en el costo del proyecto lo podemos determinar en el número de días ahorrado, mediante la metodología BIM se levantó casi la totalidad de las issues en un tiempo de 7 días, mientras que con la metodología tradicional se requeriría un tiempo de trabajo de 15 días aproximadamente, considerando el costo diario de la mano de obra y el equipo, podemos aproximar el costo ahorrado gracias a la metodología BIM.

En la siguiente imagen presenta un desglose detallado de los costos diarios asociados a la ejecución de la obra. En este sentido, se observa que el costo diario de la mano de obra asciende a S/. 523.09, mientras que el costo diario de la maquinaria se estima en S/. 4596.00. Sumando ambos valores, se obtiene un costo total diario de la obra de S/. 5119.09.

En la figura 98 se muestra al formato de reportes diarios que presenta el proyecto tales como, los montos de la mano de obra directa y los equipos directos en obra.

Figura 428
Formato de reportes diarios del Proyecto

1. Mano de Obra Directa en Obra					5. Equipos Directos en Obra (Línea amarilla, equipos auxiliares, etc)						
Categoría	Descripción	Total	Total HH	PU	PP	Descripción (Tipo y Capacidad)	Cantidad	Horas Máquina			
								H.Trabaj.	Total HM	PU	PP
Jefaturas	Jefe producción Jefe grupo					Cargador Frontal	1	6.00	241.00		1,446.00
Operarios	Op. Civil	10	8.5	24.3	206.55	Torre Grúa	1	6.00	485.00		2,910.00
	Op. Mecánico					Bomba de Concreto	1	6.00	40.00		240.00
Operadores	Ope. Excavadora										0.00
	Ope. Tractor										0.00
	Ope. Volquete										0.00
	Ope. Retroexcavadora										0.00
	Ope. Rodillo										0.00
Oficiales	Of. Civil	10	8.5	19.9	169.15						0.00
	Of. Mecánico										0.00
Peones	Vigia Transito										0.00
	Peon Civil	30	8.5	17.34	147.39						0.00
Sub Total Mano de Obra Directa		50	25.5		523.09	Total	3	0.00	18.00		4,596.00

Nota. Fuente propia.

Para el cálculo del ahorro se dividieron las issues en base a sus prioridades, siendo las issues con prioridad crítica las que requieren un tiempo mayor para su solución, siendo este de 15 días, lo cual nos generó un ahorro de S/. 40 952.72.

En la tabla 6 se muestra la diferencia de los montos totales entre la metodología BIM en un proyecto y el método tradicional, el ahorro en issues de prioridad crítica que se genera.

Tabla 6
Ahorro en Issues de prioridad crítica

	Días	Costo diario	Total
Metodología BIM	7	S/ 5,119.09	S/ 35,833.63
Tradicional	15	S/ 5,119.09	S/ 76,786.35
Diferencia			S/ 40,952.72

Nota. Esta tabla compara los costos y duración de un proyecto usando metodología BIM y métodos tradicionales, mostrando que BIM es más eficiente y económico, ahorrando S/ 40,952.72 y reduciendo el tiempo a la mitad.

Para las issues de prioridad mayor se consideró un tiempo de solución de 12 días según la metodología tradicional, lo cual al implementar BIM se obtuvo un ahorro de S/ 25,595.45.

En la tabla 7 se muestra la diferencia de los montos totales entre la metodología BIM en un proyecto y el método tradicional y el ahorro en issues de prioridad mayor que se genera es esa diferencia.

Tabla 7
Ahorro en Issues de prioridad mayor

	Días	Costo diario	Total
Metodología BIM	7	S/ 5,119.09	S/ 35,833.63
Tradicional	12	S/ 5,119.09	S/ 61,429.08
Diferencia			S/ 25,595.45

Nota. Esta tabla muestra que la metodología BIM reduce el tiempo de proyecto a 7 días y ahorra S/ 25,595.45 en comparación con el método tradicional que toma 12 días.

Finalmente, para las issues de prioridad menor se resolverían en un plazo de 10 días en el método tradicional, por lo cual la metodología BIM permitió un ahorro de S/ 15 357.27.

La Tabla 8 evidencia la eficiencia económica de la metodología BIM en comparación con los métodos tradicionales en la resolución de incidencias. El ahorro se debe a la reducción de los costos asociados a la resolución de incidencias clasificadas como de menor prioridad..

Tabla 8
Ahorro en Issues de prioridad menor

	Días	Costo diario	Total
Metodología BIM	7	S/ 5,119.09	S/ 35,833.63
Tradicional	10	S/ 5,119.09	S/ 51,190.90

Diferencia

S/ 15,357.27

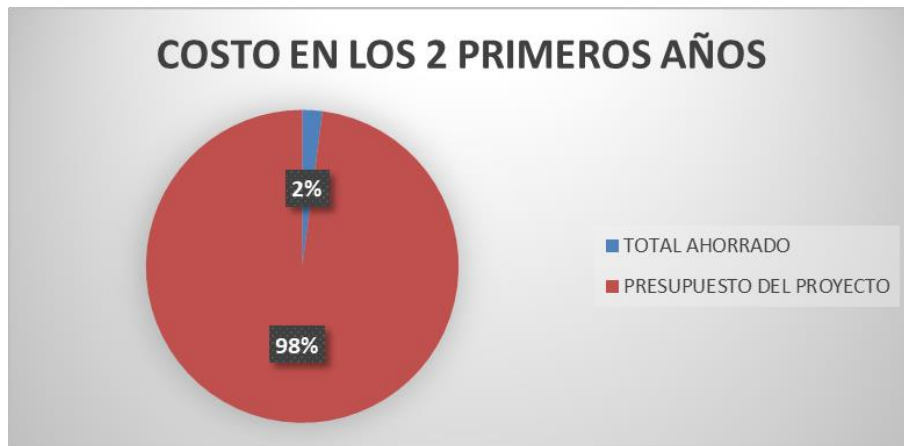
Nota. Esta tabla compara costos y duración entre BIM y métodos tradicionales, destacando que BIM ahorra S/ 15,357.27 y reduce la duración del proyecto en 3 días.

Por lo tanto, sumando el ahorro generado por los issues de todas las prioridades, y comparando con el presupuesto base, se obtiene un ahorro total de S/. 81 905.44, equivalentes al 2.11% del presupuesto base.

En la figura 99 muestra el porcentaje ahorrado en los 2 primeros años representado mediante un gráfico circular, la parte de color rojo muestra el porcentaje de presupuesto del proyecto y la de color azul muestra el porcentaje total ahorrado

Figura 99

Porcentaje ahorrado en los 2 primeros años



Nota. Fuente propia.

Este análisis corresponde a la solución de las issues en los primeros 2 años del proyecto bajo la modalidad Fast-track, como el proyecto aún no está finalizado proyectamos el ahorro generado en los 2 años que le quedan el proyecto, este ahorro corresponde al monto de S/. 81 905.44, con lo cual se tendría un ahorro total de S/.163 810.88, el cual representa un 4.23% del presupuesto base del proyecto, ahorrado gracias a la implementación de la metodología BIM.

La tabla 9 muestra el ahorro total del proyecto

Tabla 9

Ahorro total del proyecto

Total, ahorrado	S/ 163,810.88
Presupuesto del proyecto	S/ 3,875,710.00
% de ahorro	4.23%

Nota. Esta tabla muestra un ahorro del 4.23% en el proyecto, totalizando S/ 163,810.88 de un presupuesto de S/ 3,875,710.00.

En la figura 100 se muestra el porcentaje de costo total ahorrado representado mediante un gráfico circular, la parte de color rojo muestra el porcentaje de presupuesto del proyecto y

la de color azul muestra el porcentaje total ahorrado

Figura 430

Porcentaje total ahorrado en el proyecto



Nota. Fuente propia.

4.4.4. Aporte de la metodología BIM en el tiempo del proyecto.

Al usar la modalidad contractual Fast-track no se pueden emplear días adicionales en el cronograma de obra, por lo cual la metodología BIM fue indispensable para el

levantamiento temprano de cualquier deficiencia del expediente técnico y evitar la necesidad de cualquier ampliación de plazo.

Según la programación del expediente se iba a ejecutar en un plazo de 180 días calendario, sin adicionales. La implementación BIM permitió la reducción de unos 8 días debido a solución de issues referentes a la ruta crítica, lo cual representa un ahorro en tiempo del 4.44%.

Tabla 10
Ahorro en días por solución temprana de Issues

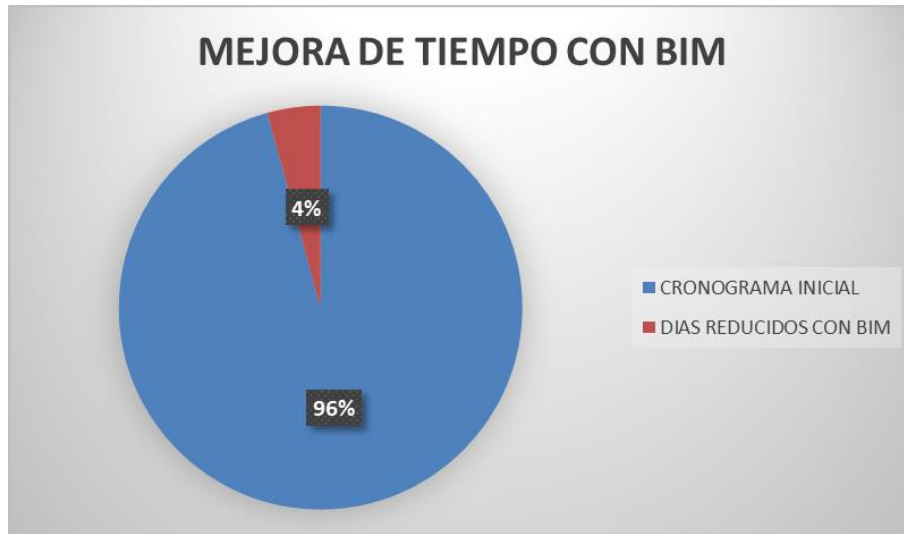
	Días
Cronograma inicial	180
Días reducidos con BIM	8
% de ahorro	4.44%

Nota. Esta tabla muestra que con BIM se redujeron 8 días de un cronograma inicial de 180 días, ahorrando un 4.44% en tiempo.

En la figura 101 muestra el porcentaje de mejora de tiempo utilizando el BIM representado mediante un gráfico circular, la parte de color rojo muestra el porcentaje días reducidos con BIM del proyecto y la de color azul muestra el porcentaje de cronograma inicial.

Figura 101

Mejora de tiempo con BIM



Nota. Fuente propia.

Como dato final, si se estuviera trabajando en otra modalidad contractual que, si permitiera adicionales, se podría considerar un promedio de 20 días adicionales para un proyecto de nuestra magnitud, que gracias a la metodología BIM serían otros 20 días ahorrados.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

En primera instancia de un total de 995 que es el 100% de deficiencias encontradas en el expediente técnico “implementación de la metodología BIM-VDC utilizando las herramientas REVIT Y REVIZTO para la compatibilización y gestión de información del expediente técnico – recuperación de los servicios de salud del hospital apoyo Casma II-1”, 473 que es el 47.54% de deficiencias corresponden a información insuficiente, 192 que es el 19,30% de deficiencias corresponden a información incoherente y 330 que es el 33,17% de deficiencias corresponden a información técnicamente incorrecta.

En segunda instancia de un total de 995 deficiencias encontradas que representan un 100%, las herramientas BIM como el software Revizto sirvieron para detectar las deficiencias en un 92% y un 8% de deficiencias encontradas no aplicaron las herramientas BIM.

En tercera instancia de un total de 995 deficiencias que representan un 100% encontradas en el expediente técnico, 519 deficiencias que representan un 52.16% pertenecen a la especialidad de instalaciones eléctricas y 312 que representan un 31.36% pertenece a Data, esto es por el tipo de edificación que estamos construyendo, el hospital tiene un alto grado de tecnificación en su inmobiliario, lo cual genera una gran cantidad de cableado y tuberías.

En cuarta instancia para el caso de la especialidad de arquitectura la cantidad de issues es 11 la cual representa el 100%, para lo cual la prioridad alta de issues para la especialidad de arquitectura es para impedimento con 4 issues que representa el 36.36% seguida de ninguno con 3 issues que representa 27.27%.

En quinta instancia al haber utilizado las herramientas BIM en la elaboración, se han identificado de forma temprana las deficiencias, generando un ahorro de horas hombre y horas máquina, por lo cual se pudo ahorrar un total de S/. 81 905.44 (2.11% del presupuesto base) en los primeros 2 años del proyecto. Siguiendo esta tendencia, se puede pronosticar que al finalizar los 4 años que durara el proyecto se generó un ahorro de S/. 81 905.44 (4.22% del presupuesto base). De este modo, en el escenario analizado, se calcula la contribución de BIM en la duración del proyecto.

En sexta instancia, considerando la modalidad contractual Fast Track, donde la construcción comienza antes de completar el diseño, se requiere una coordinación precisa entre todos los involucrados del proyecto para evitar contratiempos. Este enfoque permite simultanear las fases de ingeniería, procura y construcción, donde la metodología BIM aporta optimizando la ingeniería de detalle, reduciendo tiempo y costo, y mejorando la calidad de la información, lo cual es crucial en este tipo de proyecto. Además de estos beneficios, la solución temprana de problemas permitió un ahorro total de 8 días hábiles, lo que, comparado con un cronograma de 180 días, demuestra que la metodología BIM mejoró los tiempos en un 4.44%. De este modo, en el escenario analizado, se calcula la contribución de BIM en la duración del proyecto.

6.2. RECOMENDACIONES.

En primera instancia con el objetivo de prevenir la aparición de errores y omisiones en las etapas posteriores del proyecto, es imprescindible fortalecer la fase inicial de recopilación y verificación de datos. Una evaluación exhaustiva de la información garantiza la integridad y la coherencia de los datos, minimizando así la posibilidad de generar modificaciones o correcciones durante el desarrollo del expediente técnico.

En segunda instancia, continuar con la integración y capacitación en el uso de herramientas BIM como Revizto. Esto permitirá no solo la detección temprana de deficiencias, sino también la optimización de la comunicación y colaboración entre los diferentes equipos, mejorando así la calidad y eficiencia del proyecto.

En tercera instancia, es esencial realizar una planificación detallada y una supervisión continua en las áreas de instalaciones eléctricas y Data, especialmente en proyectos con alto grado de tecnificación. La implementación de revisiones periódicas y el uso de modelos 3D puede ayudar a prever y mitigar problemas específicos de estas especialidades.

En cuarta instancia, se recomienda establecer un protocolo de revisión y solución de impedimentos desde las primeras etapas del proyecto arquitectónico. Esto implica la colaboración estrecha con los equipos de diseño y construcción para resolver cualquier obstáculo que pueda surgir, asegurando que estos issues sean abordados de manera oportuna.

En quinta instancia, mantener y fortalecer la adopción de la metodología BIM a lo largo de todo el proyecto. Esta práctica no solo contribuye a la identificación temprana de deficiencias y al ahorro de costos, sino que también mejora la precisión en la planificación y la ejecución, optimizando los recursos disponibles.

En sexta instancia, adoptar la metodología BIM de forma integral en futuros proyectos bajo modalidades contractuales Fast Track. Aunque el método Fast Track puede acelerar el cronograma y mejorar la eficiencia, también presenta riesgos de fallas en el diseño o incompatibilidades, que pueden causar sobrecostos y retrabajos. Por ello, es crucial minimizar errores y detectar interferencias en los diseños antes de iniciar la construcción. Esta combinación permite una gestión más ágil y eficiente del proyecto, reduciendo tiempos y costos, y asegurando una mayor calidad en la entrega final. Es importante documentar y analizar estos beneficios para demostrar el valor añadido de BIM en la gestión de proyectos

REFERENCIAS

- Acosta, L., Ojeda, F., Reyes, E., Hernández, N., Suarez, E. & Matute, K. (2022). Aplicación del software Autodesk Revit como herramienta BIM en la gestión de proyectos. *Pol. Con.*7(6), 130-144.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042544>
- Alsharif, R. (2019). *A review on the challenges of BIM-based BEM automated application in AEC industry.*
https://www.researchgate.net/publication/337888446_A_review_on_the_challenges_of_BIM-based_BEM_automated_application_in_AEC_industry
- Autodesk. (s.f). *Autodesk empowers innovators everywhere to make the new possible.*
<https://www.autodesk.com/>
- Autodesk. (2021). *Norma ISO 19650, el entorno común de datos y Autodesk Construction Cloud.* <https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/article/ISO-19650-Common-Data-Environment-and-Autodesk-Construction-Cloud-2021>
- Bustamante, G., Ochoa, J. y González, F. (2021). Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco.30(1), 74-90
<https://www.scielo.cl/pdf/oyp/n30/0718-2813-oyp-30-0074.pdf>
- BIMND. (19 de noviembre de 2023). *Plan de Ejecución BIM (BEP) y cómo funciona. Nuestra Experiencia.* BIMND. <https://www.bimnd.es/plan-de-ejecucion-bim-bep-y-como-funciona-nuestra-experiencia/>
- Briceño Ynfante, M. G., Cabanillas Risco, J. A., Campos Canchucaja, J. W., & Munayco Pineda, H. L. (2020). *Implementación de Gestión BIM para una constructora de Edificios Multifamiliares como soporte del área de planificación de una obra en ejecución.* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655650>
- BuildingSMART. (2021). *Introducción a la serie EN ISO 19650.*
<https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650/>

- Dos Santos, D., Ferreira, M., & Ferreira, M. (2023). Compatibilidad de proyectos mediante metodología BIM. *Revista ingeniería de construcción*, 38(1), 80-89. <https://dx.doi.org/10.7764/ric.00053.21>
- Eischet, O. y Kaduma, L. (13 de octubre de 2022). *Adopción de BIM en todo el mundo: una perspectiva global*. Medium.
- Escuela de construcción digital. (18 de marzo 2024). *Capacitación Innova Training Center*. <https://es.slideshare.net/slideshow/extec1801-inicio-de-un-proyecto-bim-pdf/266851203#1>
- Gómez, M-, Acevedo, S., Alvarado, L. & Iturra, R. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Tecnología en Marcha*. 36, (1), 66-77. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6860>
- Hernández, D., Cuchimba, K., Donato, D. y Mosquera, A. (2019). *Implementación de la metodología BIM para la empresa W&D obras y servicios SAS, en la postulación de proyecto de infraestructura educativa*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/7a49902e-e90e-4753-80cd-0cf70d878da3/content>
- Herrera, P. (2018). *Fases de una implantación BIM*. Centro inteligente. <https://medium.com/specter-automation-insights/bim-adoption-across-the-world-a-global-outlook-1b3879f23bc6>
- López, T. G. (2023). Del desarrollo de modelos BIM hacia la realidad extendida aplicada al sector de la edificación. *DYNA*, 98(2), 114-116. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8861713>
- Loyola, M. (2022). *Encuesta Nacional BIM 2022: Informe de Resultados*. Santiago: Universidad de Chile. <https://bim.uchilefau.cl/wp-content/uploads/2022/11/Encuesta-Nacional-BIM-2022.pdf>
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C. y Zikic, N. (7 de octubre de 2019). *BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.2*. Semantic Scholar. <https://www.semanticscholar.org/paper/BIM->

[Project-Execution-Planning-Guide-Version-2.2-Messner-Anumba/6ea65de3462be0c834712e4fc0c576b4d6c9ace1](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/348293/DS_237-2019-EF_ACCESIBLE.pdf?v=1564579873)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Decreto Supremo 237-2019-EF de 2019. Aprueban el Plan Nacional de Competitividad y productividad*. Diario Oficial El Peruano del 28 de julio de 2019. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/348293/DS_237-2019-EF_ACCESIBLE.pdf?v=1564579873

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Decreto Supremo 289-2019-EF de 2019. Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública*. Diario Oficial El Peruano del 8 de setiembre de 2019. <https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-inv-publica/instrumento/decretos-supremos/20920-decreto-supremo-n-289-2019-ef-1/file>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Plan de implementación y hoja de ruta del plan BIM Perú*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD0002_2021EF6301.pdf

Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Resolución Directoral N° 0001-2022 del 31 marzo 2022. Aprueban la Directiva para la selección desarrollo y acompañamiento de proyectos piloto utilizando BIM*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3002912/DIRECTIVA001_2022_EF_6301.pdf.pdf?v=1649378528

Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Guía Nacional BIM; Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4333290/Gu%C3%ADa%20Nacional%20BIM%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20informaci%C3%B3n%20para%20inversiones%20desarrolladas%20con%20BIM.pdf?v=1680013516>

- Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M. y Lara, W. (2021). *Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/176216>
- Nieto, E., Rico, F., Antón, D. & Moyano, J. (2017), Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller en la asignatura Expresión Gráfica de Tecnologías Universidad Politécnica de Madrid. *Innovación Educativa en Edificación 1* (3), 37-52.
<http://polired.upm.es/index.php/abe/article/view/3668/3746>
- Prieto, W., Rocha, S., Páez, H., & Lozano, N. (2019). Propuesta de herramienta para la integración de BIM a la toma decisiones financieras en proyectos de construcción. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75-101.
<https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- Revizto. (s.f). *Conectando a todos los miembros del proyecto en una sola plataforma*.
<https://revizto.com/es/>
- Rojas, C. (2021). *Aplicación de software Revit Structure como herramienta BIM para optimizar la calidad del expediente técnico Edificio Residencial Los Girasoles del Dist. y Dep. de Huancavelica*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27778/Rojas%20Choque%2c%20Christian%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zaragoza, J. y Morea, M. (2015). *Guia Practica Para La Implantacion De Entornos Bim En Despachos De Arquitectura E Ingenieria*. Fe Erratas Editorial.
- Zúñiga, M. y Abdelnour, E. (2020). Propuesta para la implementación de la metodología BIM en los proyectos de obra pública de Costa Rica. *Métodos y Materiales*, 10, 35-47 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7773382>