



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA
IDENTIFICACIÓN DE INTERFERENCIAS
INTERDISCIPLINARIAS PARA EVALUAR SU INFLUENCIA
EN LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR**

**PRESENTADA POR
FRANCESCA FERNANDA ESPINEL SANGAMA
MARLA GIMENA MIRANDA VILCAPOMA**

**ASESOR
VICTOR ANTONIO ZELAYA JARA**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

LIMA – PERÚ

2021



CC BY-NC

Reconocimiento – No comercial

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, y aunque en las nuevas creaciones deban reconocerse la autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA
IDENTIFICACIÓN DE INTERFERENCIAS INTERDISCIPLINARIAS
PARA EVALUAR SU INFLUENCIA EN LA EJECUCIÓN DE UN
PROYECTO MULTIFAMILIAR**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

PRESENTADA POR

**ESPINEL SANGAMA, FRANCESCA FERNANDA
MIRANDA VILCAPOMA, MARLA GIMENA**

ASESOR

DR. ING. ZELAYA JARA, VICTOR ANTONIO

LIMA – PERÚ

2021

A mis padres y a mi hermana, por su ejemplo, por darme la oportunidad de cumplir mis metas y confiar en mí, por ser parte de cada proceso de mi vida y siempre alentarme.

Espinel Sangama, Francesca

A mis padres, que siempre apostaron por mí y me dieron fuerza en los momentos más difíciles.

Miranda Vilcapoma, Marla

Agradezco a mis padres, María y Jorge, porque me enseñaron a luchar por mis sueños y jamás rendirme.

A mi hermana, Alejandra, por ser un gran ejemplo de perseverancia y apoyarme en cada etapa de mi formación personal y profesional.

A mis sinceros amigos (as) que siempre estuvieron conmigo, motivándome para seguir cumpliendo mis metas.

Espinel Sangama, Francesca

Agradezco a mis padres, Laura y Marcos, que siempre me han inculcado a perseguir mis sueños y hacer lo que más me gusta sin temor a nada.

A mis tíos, que siempre han estado para mí y me han acompañado en cada paso que he dado, especialmente en los más difíciles.

A mis mejores amigos durante toda mi vida, Fran y Lu, con quienes he crecido y compartido todos estos años; y, a los amigos (as) incondicionales que se han ido sumando en el transcurso de este camino, a ellos mi aprecio, respeto y agradecimiento por todo su apoyo.

A mis animalitos, Momo, Benja, Lily y Rossie, gracias por acompañarme siempre y darme su amor.

Miranda Vilcapoma, Marla

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xx
CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	
1.1 Descripción de la situación problemática	1
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.4 Importancia y justificación de la investigación	5
1.5 Viabilidad de la investigación	8
1.6 Limitaciones del estudio	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	10
2.2 Bases teóricas	15
2.3 Definición de términos básicos	50
2.4 Hipótesis	52
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	
3.1 Diseño metodológico	54

3.2 Variables y definición operacional	55
3.3 Procedimiento	56
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
3.5 Técnicas para procesamiento de información	58
3.6 Diseño muestral	59
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	
4.1 Descripción del proyecto	60
4.2 Ubicación del proyecto	61
4.3 Presupuesto y plazo de ejecución	62
4.4 Vista 2d del proyecto en estudio	64
4.5 Vista 3d del proyecto en estudio	83
4.6 Procesamiento de información	95
CAPÍTULO V. RESULTADOS	
5.1 Sobre las encuestas	109
5.2 Sobre las entrevistas	117
5.3 Sobre el modelamiento BIM 3d	118
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1 Contrastación de hipótesis	165
CONCLUSIONES	172
RECOMENDACIONES	174
FUENTES DE INFORMACIÓN	176
ANEXOS	186

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Problemas ocurridos en obra debido a un mal diseño	2
Figura 2	Comparación de nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao	6
Figura 3	Nivel de adopción BIM por tipo de proyecto	7
Figura 4	Flujo tradicional para la entrega de proyectos	16
Figura 5	Esquema del sistema tradicional de proyectos de construcción	17
Figura 6	RFI más frecuente en proyectos tradicionales	17
Figura 7	Incompatibilidad entre especialidades de estructuras y arquitectura – sobrecimiento	19
Figura 8	Incompatibilidad entre especialidades de estructuras y arquitectura-pasadizo	19
Figura 9	Deficiente montaje entre instalaciones de sanitarias y comunicaciones	20
Figura 10	Deficiente montaje entre bandejas de comunicaciones y tuberías contraincendios	21
Figura 11	RFI's antes y durante la construcción (proyectos sin BIM)	22
Figura 12	Building Information Modeling	24
Figura 13	Aplicaciones BIM empleadas en el Perú	25
Figura 14	RFI más frecuente en proyecto con BIM	26
Figura 15	RFI's antes y durante la construcción (proyectos con BIM)	27
Figura 16	Tipos de RFI por proyecto (proyectos con BIM)	28

Figura 17	Edificio central del Banco de la Nación en Lima	29
Figura 18	Línea de tiempo de la metodología BIM en el Perú	32
Figura 19	Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao en el 2021	34
Figura 20	Concepto BIM	35
Figura 21	Curva esfuerzo-tiempo, Patrick McLeamy	36
Figura 22	Modelamiento 3d de un proyecto de edificación	37
Figura 23	Interferencia en la ejecución de obra	38
Figura 24	Interferencia detectada en Revit-diseño	38
Figura 25	Software Autodesk Revit	40
Figura 26	Software Autodesk Navisworks	41
Figura 27	Características de softwares Autocad y Revit	43
Figura 28	Obras emblemáticas de infraestructura en el mundo	44
Figura 29	Costos iniciales y finales de obras emblemáticas de infraestructura en el mundo	45
Figura 30	Adicionales respecto al costo directo por tipo de proyecto	46
Figura 31	Resumen de presupuesto más el costo de interferencia	47
Figura 32	Extensiones de plazo por tipo de proyecto	48
Figura 33	Resumen de días y horas por interferencia en el proyecto de oficinas	49
Figura 34	Render final del Edificio Multifamiliar Residencial Ibiza	61
Figura 35	Plano de ubicación del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	61
Figura 36	Cronograma estimado de obra del Proyecto Edificio Multifamiliar Ibiza	63
Figura 37	Planta de calzaduras-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	64
Figura 38	Elevación de calzaduras-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	65
Figura 39	Desarrollo de muros y placas en elevación-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	65
Figura 40	Plano de encofrado de techo de 8vo nivel-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	66
Figura 41	Plano de desarrollo de vigas-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	67
Figura 42	Corte de vigas desarrolladas-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	67
Figura 43	Elevación del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	68

Figura 44	Plano de planta del primer piso-accesos-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	69
Figura 45	Plano de planta de cuarto de bombas y cisternas-Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	70
Figura 46	Plano de planta de sótanos 1 y 2 – Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	71
Figura 47	Plano de planta de piso 1 y 2 – Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	72
Figura 48	Plano de planta de azotea – Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	73
Figura 49	Plano de planta del primer piso - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	73
Figura 50	Detalle de banco de medidores y concentradores - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	74
Figura 51	Diagrama unifilar de tablero de servicios generales - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	74
Figura 52	Diagrama de montantes de instalaciones eléctricas - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	75
Figura 53	Plano de tomacorrientes y fuerza de piso 1 y 2 - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	76
Figura 54	Plano de alumbrado y luces de emergencia de piso 1 y 2 - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	77
Figura 55	Detalle de conexión de pozos a tierra - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	78
Figura 56	Esquema de montante de agua fría y ACI - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	79
Figura 57	Red de agua – planta de 1° y 2° piso - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	80
Figura 58	Esquema de montantes de desagüe y ventilación - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	81
Figura 59	Red de desagüe y ventilación – planta de 1° y 2° piso - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	82
Figura 60	Plantilla en Revit de planos de Autocad 2d	83
Figura 61	Niveles de desarrollo de modelado	85
Figura 62	Modelo de la arquitectura – vista frontal	86
Figura 63	Modelo de la arquitectura – vista lateral	86
Figura 64	Distribución de ambientes en el piso 3	87
Figura 65	Puerta de ingreso a cada torre por piso	88
Figura 66	Modelamiento de la cimentación del proyecto	89
Figura 67	Modelamiento de losas de sótano 1 y 2	89

Figura 68	Modelamiento de columnas, vigas y losas de sótanos y primer piso	90
Figura 69	Modelamiento de columnas, losas y muros de sótanos	90
Figura 70	Modelo de estructuras – vista lateral	91
Figura 71	Modelo de estructuras – vista frontal	92
Figura 72	Modelamiento de redes sanitarias en piso 3	93
Figura 73	Modelamiento de montantes de desagüe	94
Figura 74	Incompatibilidad	95
Figura 75	Interferencia	96
Figura 76	Procedimiento de actividades al detectarse un error en obra	97
Figura 77	Procedimiento de detección de interferencias con Revit	100
Figura 78	Detección de interferencias con Revit	101
Figura 79	Reporte de interferencia con Revit	101
Figura 80	Plantilla de metrados en Microsoft Excel	103
Figura 81	Criterios para metrados	104
Figura 82	Especialidad y elemento para metrados	105
Figura 83	Metrado de columnas en Revit	105
Figura 84	Metrado de vigas en Revit	106
Figura 85	Mayor problema durante la ejecución de obra	110
Figura 86	Impacto de las incompatibilidades	111
Figura 87	Software para identificar incongruencias entre especialidades	112
Figura 88	Tiempo de demora del proceso de detección y solución de incompatibilidad	113
Figura 89	Concepto de BIM	114
Figura 90	Etapas de implementación de BIM	114
Figura 91	Niveles de uso de aplicación de BIM	115
Figura 92	Especialidades que se modelan en proyectos BIM	116
Figura 93	Percepción respecto al impacto de BIM en los proyectos	117
Figura 94	Clasificación de incompatibilidades e interferencias por especialidad – Autocad 2d.	119
Figura 95	Clasificación por impacto – Autocad 2d	120
Figura 96	Clasificación de incompatibilidades e interferencias por especialidad – Revit	122

Figura 97	Clasificación de incompatibilidades e interferencias por impacto – Revit	123
Figura 98	Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – montante y accesorio	143
Figura 99	Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – cruce de viga	143
Figura 100	Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – cruce de montante	144
Figura 101	Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – congestión de instalaciones en viga 1	144
Figura 102	Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – congestión de instalaciones en viga 2	145
Figura 103	Detalle de refuerzo de pase de tubería en vigas de concreto	145
Figura 104	Interferencia de estructuras con arquitectura – interferencia de ventana y viga	146
Figura 105	Cuadro de vanos altos del proyecto Ibiza	147
Figura 106	Especialidad de instalaciones sanitarias – cruces de tuberías en losa 1	147
Figura 107	Especialidad de instalaciones sanitarias – cruces de tuberías en losa 2	148
Figura 108	Error frecuente en obra – tuberías sanitarias expuestas en losa	149
Figura 109	Análisis comparativo del número de interferencias e incompatibilidades	150
Figura 110	Análisis comparativo del número de interferencias e incompatibilidades por impacto	150
Figura 111	Costos por interferencias – porcentajes	158
Figura 112	Total de costos adicionales	159
Figura 113	Comparativo de métodos de detección de interferencias	166

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Características de softwares Revit y Autocad	42
Tabla 2	Operacionalización de variables	56
Tabla 3	Resumen del presupuesto del Proyecto Edificio Multifamiliar Ibiza	62
Tabla 4	Alcance de implementación BIM en proyecto Ibiza	84
Tabla 5	Clasificación de incompatibilidades e interferencias por impacto	96
Tabla 6	Reporte de incompatibilidades e interferencias detectadas con planos de Autocad	99
Tabla 7	Reporte de incompatibilidades e interferencias detectadas con Revit	102
Tabla 8	Clasificación de incompatibilidades e interferencias por especialidades – Autocad 2d	118
Tabla 9	Clasificación de incompatibilidades e interferencias por impacto – Autocad 2d	119
Tabla 10	Clasificación por especialidad – Revit	121
Tabla 11	Clasificación por impacto – Revit	122
Tabla 12	Reporte de incompatibilidades e interferencias	124
Tabla 13	Propuestas de solución de las interferencias de impacto grave	152
Tabla 14	Presupuesto de la especialidad de estructuras del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	153
Tabla 15	Presupuesto de la especialidad de estructuras – con Revit	154

Tabla 16	Lista de precios unitarios por reparaciones	155
Tabla 17	Estimación de costos por reparaciones	157
Tabla 18	Costos de interferencias	158
Tabla 19	Costos adicionales por especialidad	159
Tabla 20	Resumen de presupuesto del proyecto con adicionales	160
Tabla 21	Estimación de días	161
Tabla 22	Total de días adicionales	163
Tabla 23	Fechas de inicio y fin de plazo con días adicionales	164

RESUMEN

La tesis “Aplicación de la metodología BIM en la identificación de interferencias interdisciplinarias para evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto multifamiliar”, tiene como objetivo aplicar hipotéticamente la metodología BIM en la ejecución del Proyecto Multifamiliar Ibiza, para luego comparar los resultados con los obtenidos por la metodología convencional que fue la que se utilizó en el citado proyecto.

Para cumplir con el objetivo, se propuso que el Proyecto Multifamiliar Ibiza utilice la metodología BIM para reducir las deficiencias en el diseño; crear una etapa de integración de información, donde los diseños de cada especialidad se trabajen interdependientemente; y, reducir las incompatibilidades e interferencias. Todo esto para demostrar que es más eficiente aplicar la metodología BIM que la metodología convencional para reducir los sobrecostos y los cambios de plazos en la ejecución de un proyecto de construcción.

Con el uso de la metodología BIM se lograron identificar 345 interferencias, de las cuales 283 tuvieron el mayor impacto. Las especialidades

involucradas con mayores cruces fueron, sanitarias-sanitarias, sanitarias-estructura y arquitectura-estructura, con cantidades de 150, 120 y 13 respectivamente. De esta forma, a partir de la experiencia en el Proyecto Multifamiliar Ibiza, se corroboró que la metodología BIM sí influyó favorablemente en la ejecución del proyecto; en tanto después de medir los cruces de las interferencias con mayor impacto, los resultados demostraron que aplicando la metodología BIM se evitaría un retraso de 56 días en la fecha de entrega y un sobre costo de S/.70,330.81 soles (0.70% del presupuesto contractual).

Palabras claves: metodología BIM, interferencias interdisciplinarias, metodología convencional, proyecto, proyecto multifamiliar

ABSTRACT

The thesis "Application of BIM methodology for identification of interdisciplinary interferences to evaluate their influence in the construction of a multifamily project", aims to hypothetically apply BIM methodology in the construction of the Ibiza Multifamily Project, and then compare the result with the outcome obtained by conventional methodology that was used in the aforementioned project.

To meet the objective, it was proposed that the Ibiza Multifamily Project use BIM methodology to reduce design deficiencies; to create an information integration stage, where the designs of each specialty work interdependently; and, to reduce incompatibilities and interferences. All this with the purpose of demonstrating that to reduce budget overruns and changes in deadlines of a construction project, is more efficient to apply BIM methodology than conventional methodology.

With the use of BIM methodology, 345 interferences were identified, of which 283 had the greatest impact. Specialties involved with the highest crossovers were, sanitary-sanitary, sanitary-structure and architecture-

structure, with amounts of 150, 120 and 13, respectively. In this way, based on the experience in the Ibiza Multifamily Project, it was corroborated that BIM methodology did influence the project favorably; thus, after measuring the intersections of the greatest impact interferences, the results showed that applying BIM methodology would avoid a 56-day delay in delivery date and an additional cost of S/.70,330.81 soles (0.70 % of contractual budget).

Keywords: BIM methodology, interdisciplinary interference, conventional methodology, project, multifamily project.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, uno de los principales pilares para el desarrollo económico es el sector construcción, este participa con el 5.6% del índice de producción nacional y representa el 6% del PBI peruano. Las nuevas infraestructuras en el país se han incrementado exponencialmente desde el 2009, su tasa de crecimiento se encuentra alrededor de 8.3% por año; por lo tanto, resulta indispensable que se optimicen los procesos en los proyectos de construcción, para ello el presupuesto y las capacidades destinadas a la implementación de **nuevas metodologías** en el rubro construcción son fundamentales, puesto que reducen el porcentaje de errores que afectan directamente la productividad en la ejecución.

En los últimos 10 años los países vienen adoptando e implementando herramientas que forman parte de la metodología BIM (Building Information Modeling), este avance permite identificar los siguientes problemas: interferencias interdisciplinarias, incompatibilidades en el diseño, falta de interacción del equipo multidisciplinario y sobre costos en la ejecución.

Los problemas antes mencionados se logran identificar después de una modelación en 3D, esta genera una base de datos con información detallada de

cada elemento modelado, y esta base a su vez permite visualizar de manera integral el diseño del proyecto.

Por todo lo expuesto, se propuso esta investigación con el objetivo general de aplicar la metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias con la finalidad de evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto multifamiliar. Para lograr el objetivo se diseñó un modelo 3D con los planos de las especialidades de Arquitectura, Estructuras e Instalaciones Sanitarias, y se aplicó la metodología BIM para analizar y visualizar los modelos de todas las especialidades señaladas, las mismas que presentaron las siguientes interferencias o cruces dentro del diseño: sanitarias-sanitarias, sanitarias-estructura y arquitectura-estructura.

Es importante precisar que mediante el modelado se pudieron detectar con mayor precisión interferencias o cruces antes mencionados, esta información permitió comparar la metodología convencional con la metodología BIM, y arrojó como resultado que la metodología BIM permite, a partir de una modelación de información, calcular con mayor certeza los sobrecostos y los días adicionales que se podrían requerir en la ejecución de un proyecto.

Asimismo, sobre los seis objetivos específicos de esta tesis, se debe precisar que se lograron en su totalidad, es decir se logró: detectar las interferencias, sanitarias-sanitarias, sanitarias-estructura y arquitectura-estructura de un proyecto multifamiliar, a fin de beneficiar los costos; y, reconocer las interferencias, sanitarias-sanitarias, sanitarias-estructura y arquitectura-estructura de un proyecto multifamiliar, a fin de monitorear el tiempo.

Al final de esta investigación se comprobó que con la implementación de la metodología BIM se identificaron 345 interferencias, de las cuales 283 fueron consideradas las de mayor impacto, asimismo, las especialidades involucradas con mayores cruces detectados fueron: sanitarias-sanitarias, sanitarias-

estructura y arquitectura-estructura, con cantidades de 150, 120 y 13 respectivamente. En base a las evidencias obtenidas, se corroboró la hipótesis de que la aplicación de la metodología BIM sí influye favorablemente en la ejecución de un proyecto. Es importante precisar también que esta corroboración se realizó a partir del Proyecto Multifamiliar Ibiza, donde se midieron los cruces de las interferencias interdisciplinarias con mayor impacto y se demostró que aplicando la metodología BIM, se evitaría un retraso de 56 días en la fecha de entrega del proyecto y permitiría un ahorro por concepto de sobrecosto de S/.70,330.81 soles (0.70% del presupuesto contractual).

La estructura de esta tesis presenta seis capítulos. En el Capítulo I se plantea la situación problemática relacionada con las deficiencias en el diseño debido al uso del sistema convencional en la ejecución de obra. En el Capítulo II se recopilan los antecedentes nacionales e internacionales de esta investigación, que van del 2010 al 2020; y, se precisan los fundamentos de la ingeniería civil empleados. En el Capítulo III se analiza la metodología, se describe el diseño elegido y se presenta la matriz de consistencia y la operacionalización de las variables. En el Capítulo IV se presenta la información relacionada al proyecto de estudio, Proyecto Multifamiliar Ibiza; se presenta el diseño de cada especialidad y el presupuesto, se muestra el plazo inicial de ejecución y se comparan las vistas 2D obtenidas mediante planos de AutoCAD con el modelamiento obtenido mediante la metodología BIM. En el Capítulo V se presentan y analizan los resultados obtenidos mediante la metodología BIM, con la finalidad de evaluar su influencia en la ejecución del proyecto. Finalmente, en el Capítulo VI se presenta la discusión de los resultados y se contrastan las hipótesis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

El sector construcción es uno de los pilares fundamentales en el crecimiento económico del Perú, su impacto se ve reflejado en mayor infraestructura, como en el gran aporte que genera en empleos. Tal como expresó Lázaro (2016), docente de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), en uno de sus artículos, el sector es muy significativo en las economías de los países, ya que, el crecimiento del mismo hace que industrias relacionadas e incluso los pequeños negocios como ferreterías prosperen, introduciendo nuevos puestos de trabajo.

En el Perú, en la ejecución de los proyectos, existen distintos criterios a considerarse, como: permisos, costos, seguridad, y uno de los más importantes, debido a su gran impacto en un proyecto, es la compatibilización de las especialidades involucradas.

En un estudio realizado por Vázquez (2006), expresó que los problemas más frecuentes en la construcción se deben a un mal diseño,

en su investigación indicó que el 35% de dificultades son ocasionadas por las incompatibilidades que se presentan entre los planos de las diferentes especialidades, tal como se muestra en la **Figura 1**.

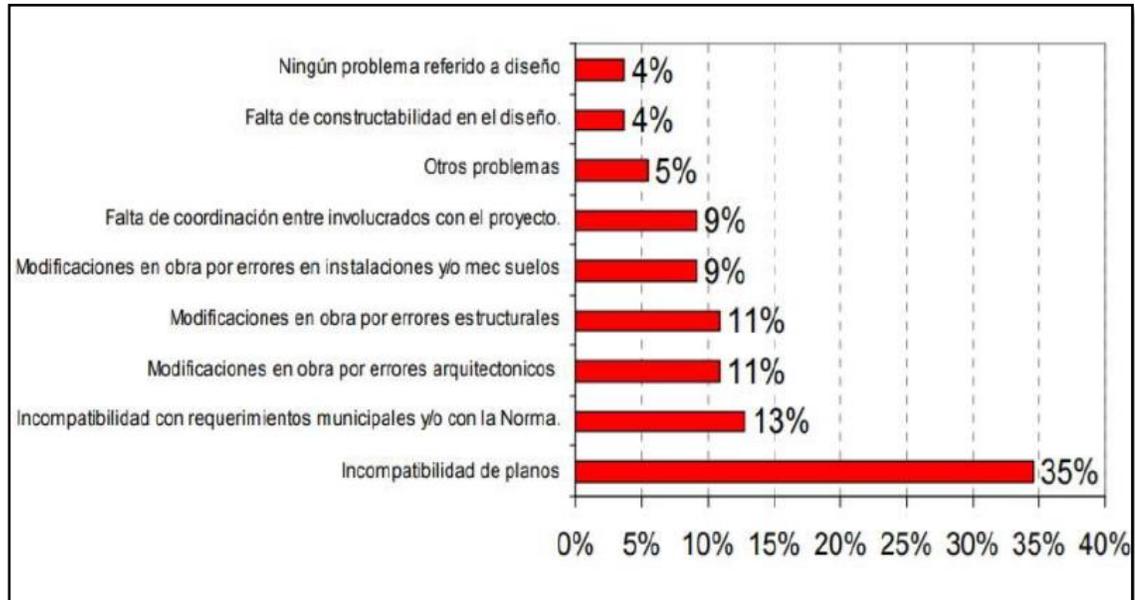


Figura 1. Problemas ocurridos en obra debido a un mal diseño.

Fuente: Vásquez, 2006

Generalmente, los proyectos de edificación, ya sea para el sector público o privado, se diseñan por un conjunto de profesionales de diferentes especialidades, que entregan como resultados un conjunto de planos elaborados en AutoCAD, una representación gráfica con distintas vistas del diseño en 2D donde se pueden apreciar las diferentes especialidades como: arquitectura, estructura, instalaciones, entre otras.

Según señaló Koch (2010), adaptar el modelo Diseño/Licitación/Construcción, es uno de los orígenes de los problemas presentados en el diseño, debido que obstaculiza las etapas más significativas en la entrega de proyectos como son la parte de diseño y construcción, además

de requerir una escasa interacción entre los demás profesionales delegados en la etapa de diseño.

Lo expuesto por Koch (2010), confirma lo representado gráficamente en el estudio de Vásquez (2006), las incompatibilidades e interferencias encontradas entre los planos de las distintas especialidades, es una de las problemáticas más frecuentes que se presentan en la mayoría de los proyectos, las cuales, generalmente se detectan en el momento de ejecución de obra, generando desperdicios en tiempos y costos.

El Gerente General del Grupo Edifica, César Guzmán, manifestó en una entrevista que tuvo con la revista Costos (2018), que el mayor porcentaje de adicionales realizados al presupuesto, proceden de incompatibilidades e interferencias encontradas entre las especialidades, los mismos que pueden llegar a un 80% o 90%.

Esta realidad, deja en evidencia, que existen deficiencias en el transcurso de ejecución de los proyectos de edificación, que se ven reflejados en: incremento del presupuesto no estimado, retrasos en obra, trabajos no productivos, replanteo de diseños, entre otras.

El proyecto Multifamiliar Ibiza, objeto de estudio de la presente investigación, forma parte de esta problemática, por lo que su presupuesto y plazo de ejecución establecido contractualmente serían afectados. Este proyecto de edificación se empezó a ejecutar a inicios del año 2020, y a medida que se iba desarrollando la obra se identificaron las primeras interferencias. El procedimiento que se viene realizando ante la detección de alguna interferencia inicia generando un reporte de consulta, de parte del contratista hacia el proyectista del proyecto, quien es el encargado de la elaboración del expediente técnico; ante ello el proyectista remite la solución correspondiente, la cual es presentada al equipo de supervisión para su conformidad. Este procedimiento puede tardar varios días, según la magnitud del

problema encontrado, las posibles soluciones, y que todos los agentes involucrados lleguen a un acuerdo, causando retrasos importantes en la ejecución de los trabajos.

Debido a la pandemia que el mundo atraviesa en la actualidad, y siendo este sector uno de los más afectados, el proyecto Multifamiliar Ibiza presenta un mayor retraso en el avance de obra, en relación a los tiempos iniciales, por lo que se enfrenta a nuevos y grandes desafíos.

Por todo lo expuesto, es recomendable gestionar el proyecto de una forma distinta a la tradicional, a fin de poder hacer frente a los desafíos presentados en el proyecto, mencionados anteriormente.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la aplicación de la Metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias influye en la ejecución de un Proyecto Multifamiliar?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo las interferencias sanitarias-estructuras, en un proyecto multifamiliar, influyen en los costos?
- ¿Las interferencias sanitarias – estructuras, en un proyecto multifamiliar, impactan en el tiempo?
- ¿Cómo las interferencias estructuras – arquitectura, en un proyecto multifamiliar, influyen en los costos?
- ¿Las interferencias estructuras – arquitectura, en un proyecto multifamiliar, impactan en el tiempo?

- ¿Cómo las interferencias sanitarias- sanitarias, en un proyecto multifamiliar, influyen en los costos?
- ¿Las interferencias sanitarias – sanitarias, en un proyecto multifamiliar, impactan en el tiempo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Aplicar la metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias con la finalidad de evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto multifamiliar.

1.3.2 Objetivos específicos

- Detectar las interferencias sanitarias – estructuras de un proyecto multifamiliar a fin de beneficiar los costos.
- Reconocer las interferencias sanitarias – estructuras de un proyecto multifamiliar a fin de monitorear el tiempo.
- Detectar las interferencias estructuras – arquitectura de un proyecto multifamiliar a fin de beneficiar los costos.
- Reconocer las interferencias estructuras – arquitectura de un proyecto multifamiliar a fin de monitorear el tiempo.
- Detectar las interferencias sanitarias - sanitarias de un proyecto multifamiliar a fin de beneficiar los costos.
- Reconocer las interferencias sanitarias - sanitarias de un proyecto multifamiliar a fin de monitorear el tiempo.

1.4 Importancia y justificación de la investigación

El objetivo del presente estudio es aplicar la metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias con

la finalidad de evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto multifamiliar; y demostrar la eficiencia en costo y tiempo que brinda la implementación de la metodología.

Debido a la problemática que presenta el proyecto en estudio y considerando la pandemia de la COVID 19 que, a la mayoría de las obras incluyendo este proyecto las ha obligado a la paralización de sus actividades, y posteriormente teniendo un reinicio progresivo el cual ha requerido una gran inversión inicial en medidas de seguridad y salud para garantizar la integridad del equipo de trabajo; es que surge la presente investigación. A partir de ello, se ha propuesto una variación en la manera en la que se gestiona el proyecto, renovando así los procesos tradicionales.

Según el segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao elaborado por Murguía (2021), se demuestra un ascenso significativo en la aplicación del BIM partiendo de 24.5% en el año 2017 a un 39.1% al año 2020 (**Ver Figura 2**).

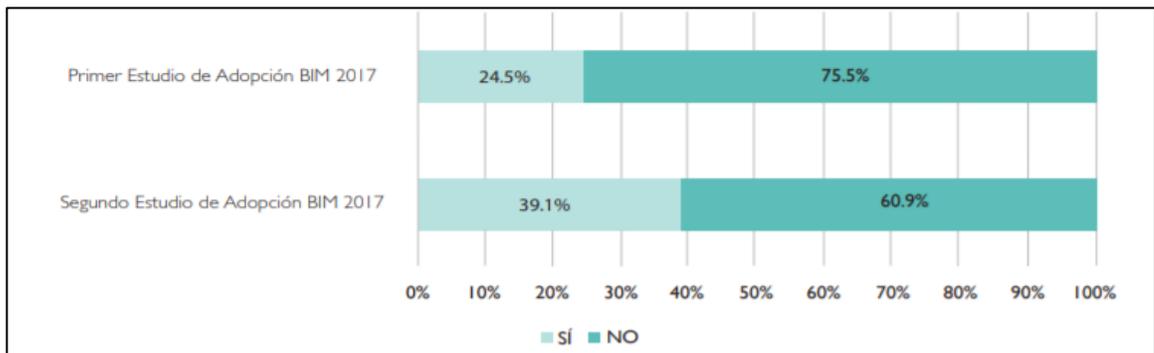


Figura 2. Comparación de nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao

Fuente: Murguía, Vásquez, Balboa y Lara, 2021

Asimismo, clasifica la adopción de la metodología por tipos de edificación, los mismos que muestran una gran diferencia según el tipo de proyecto, expresado en la **Figura 3**.

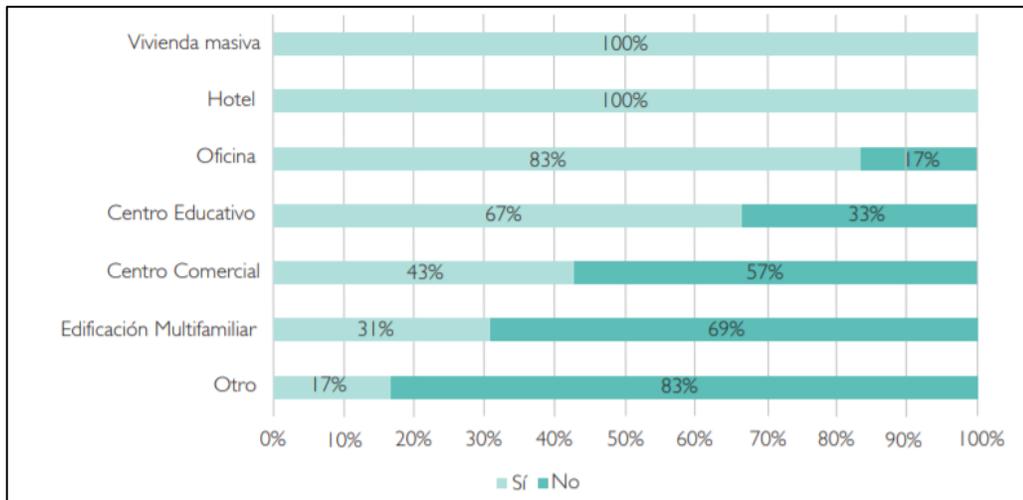


Figura 3. Nivel de adopción BIM por tipo de proyecto

Fuente: Murguía, Vásquez, Balboa y Lara, 2021

Si bien es cierto, esta metodología se viene implementando dentro del sector; sin embargo, la **Figura 3** evidencia que la aplicación de ésta en edificaciones multifamiliares es aun de un 31%. Este estudio busca formar parte de ello, desarrollando BIM en un proyecto multifamiliar el cual se encuentra en ejecución y en este proceso se han evidenciado incongruencias en el diseño; por lo que se evaluará la influencia de esta metodología en esta muestra, contribuyendo mediante los resultados obtenidos a posteriores estudios.

1.4.1 Impacto teórico

Esta investigación, aporta conocimiento e información respecto a la implementación del BIM y cómo influye este en la ejecución de un proyecto.

1.4.2 Impacto práctico

Los resultados benefician a futuras investigaciones, incentivando a la implementación de la metodología tanto en la etapa de diseño del proyecto como durante la ejecución del mismo; lo cual permitirá una visión integral del proyecto al que se aplique y se podrán detectar colisiones entre las especialidades antes de realizar el proceso constructivo correspondiente, evitando así tiempos no productivos e inversión adicional.

1.5 Viabilidad de la investigación

Este estudio es viable ya que se cuenta con información del proyecto, capacitación adecuada y con aportes técnicos de profesionales, los mismos que permitieron evaluar y comprobar las hipótesis establecidas. Asimismo, el desarrollo de este estudio pudo llevarse a cabo debido a la puesta en práctica de la metodología BIM, la cual viene demostrando resultados favorables en el sector construcción.

1.5.1 Viabilidad social

Es viable socialmente, ya que, proponiendo la implementación de BIM, se comprueba la influencia de esta en la ejecución de un proyecto, así como en la productividad del mismo, permitiendo así la culminación de más proyectos lo cual beneficia a la población en general.

1.5.2 Viabilidad económica

Es viable económicamente, toda vez que, identificando anticipadamente incongruencias en el diseño se permitirá proponer soluciones en etapas iniciales, lo cual evitará adicionales que impacten en presupuesto contractual.

1.5.3 Viabilidad técnica

La investigación es viable técnicamente, ya que se cuenta en el país con un comité BIM con respaldo de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), cuya finalidad es transmitir los adelantos en el uso de herramientas, prácticas realizadas y resultados del estudio del mismo para alcanzar equilibrio y calidad en el sector construcción nacional.

Asimismo, el 07 de agosto del año 2020 se publica la Resolución Directoral N°007-MEF, en la cual se aprueban los lineamientos para el uso en las inversiones públicas, la cual se proyecta que su implementación sea de forma obligatoria para el año 2025 en los proyectos del mismo sector. Teniendo en consideración estos lineamientos, se puede realizar el presente proyecto de investigación.

1.6 Limitaciones del estudio

Este estudio se limita a la dimensión en 3D que la metodología BIM proporciona, considerando las especialidades de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias. No se considerará las especialidades de instalaciones eléctricas, instalaciones mecánicas, comunicaciones, sistema de agua contraincendios e instalaciones de gas, debido al grado de dificultad del proyecto, además de tener un tiempo limitado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales

Candela y Carbajal (2019) plantearon como objetivo de su investigación en el Edificio de oficinas del Instituto de Seguridad Minera ubicado en el distrito de La Victoria, departamento de Lima, optimizar el control del proyecto y dar nuevas soluciones a las típicas dificultades que se presentan en el sistema tradicional del sector de construcción, teniendo como uno de los mayores desafíos conseguir que se cumpla lo planificado tanto en plazos como costos. El edificio antes citado cuenta con nueve pisos y cuatro sótanos y fue modelado a partir de su sexto mes de iniciada la obra, en él se hallaron hasta 244 incompatibilidades, se mejoró y detalló el presupuesto por cada especialidad y se obtuvieron metrados más exactos. Lo que más resaltó en este proyecto fue que con un tiempo de retraso de cuarenta y cinco (45) días, se optó por aplicar la metodología BIM y los distintos cálculos obtenidos. Con los resultados se pudo cumplir con la meta de terminar la construcción dentro del

plazo, es más, se logró incluso la reducción de once (11) días en la entrega del proyecto terminado.

Miñín (2018) tuvo como objetivo principal aplicar la metodología BIM a fin de mejorar la eficacia del Edificio Multifamiliar Fanning, ubicado en el distrito de Miraflores, el cual cuenta con 6 sótanos y 16 pisos.

Se realizó la modelación, durante la etapa de diseño, mediante el software Autodesk Revit 2018, a fin de detectar discrepancias entre el diseño de las diferentes especialidades, discrepancias que se forman por emplear el procedimiento tradicional en donde no existe una integración entre la información de los planos de las diferentes especialidades, solo se cuenta con un modelo CAD en 2D, el cual resulta insuficiente. En el estudio se detectaron 15 incompatibilidades en total, de la misma manera se realizó un presupuesto de los costos aproximados por cada incompatibilidad encontrada.

La investigación concluyó precisando que la implementación permite mejoras en tiempos de programación y costos en los proyectos, factores que garantizan el éxito de estas herramientas, por lo que se recomienda la difusión de estas a fin de contribuir con el desarrollo del sector.

Productos y Soluciones (2021) presentó el informe especial denominado “Últimos Avances de BIM en el Mundo”, donde se abordaron los más recientes avances de BIM y cómo se va implementando a través del mundo. A pesar de las adversidades provocadas por la pandemia se han podido generar resultados óptimos gracias a la aplicación del BIM, puesto que beneficia el trabajo colaborativo a distancia permitiendo realizar una correcta gestión. En función a ello, los proyectos trabajan correctamente, sin sufrir retrasos previniendo errores en la ejecución, como es el caso del nuevo hospital en Noruega, en el cual se empleó BIM para detectar desviaciones en la

construcción, reemplazando las inspecciones manuales que pueden tomar días o semanas y logrando un reconocimiento de mejor calidad.

Rojas (2019) abordó los problemas desde las posibles incompatibilidades en los planos en 2D y directo en el software Revit, lo que ocurrió al realizar el estudio de esta edificación multifamiliar ubicada en Jesús María, es que al revisar manualmente las posibles interferencias, se encontraron 74 dentro de los planos de las especialidades, pero cuando trabajaron todo el diseño y realizaron la modelación en el programa se encontraron 185, dando un resultado de que Revit es 230% más eficiente respecto a AutoCAD, por lo que llegaron a la conclusión que el modelamiento previo hubiera evitado la pérdida de días y la baja eficiencia en ciertas especialidades, ya que mejoró las cantidades de los materiales y metrados, así también optimizó los costos hasta en S/. 200,000 soles.

Ybañez (2018) se planteó como objetivo mejorar la etapa de diseño de una edificación ubicada en el distrito de Villa El Salvador, departamento y provincia de Lima, la cual se diseñó para dos pisos y un semisótano destinados a uso de oficinas. Para lograr su objetivo, implementó la metodología BIM a fin de dar salida a uno de los principales problemas que afrontó todo proyecto de construcción: cruces e incompatibilidades, ya que estas generaban sobrecostos y retrasos en la ejecución de obra.

Se realizó un comparativo del número de interferencias detectadas: de forma manual (con los planos de AutoCAD) y con el modelamiento realizado en el software Navisworks, obteniendo cantidades de 54 y 142, respectivamente. Además, a partir de las incompatibilidades identificadas, se estimó un presupuesto por cada una de ellas, así como también se determinó el tiempo que hubiera consumido la reparación de estas.

Finalmente, se concluyó que la implementación de BIM optimiza el proceso de diseño en los proyectos, permitiendo detectar errores de forma anticipada.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Ahmed.M. Eldeep, Moataz.A.M. Farag y L.M. Abd El-hafez (2021) estudiaron una de las nuevas edificaciones de la Universidad de Damman, estudio que fue desarrollado sin ninguna metodología. Para probar la hipótesis los citados investigadores diseñaron la edificación completamente en un modelo 3d; a partir de ese diseño, realizaron una comparación entre el modelado en 2d y el modelado en 3d con BIM, así corroboraron que utilizando esta última metodología se reducen procesos; se facilita la comunicación entre especialistas; y, sobre todo se pueden identificar errores desde el diseño para prevenir su ocurrencia durante la etapa de ejecución.

Mojica & Valencia (2012) realizaron el diseño de un proyecto de inmueble propuesto para oficinas, el cual presentaba 6 pisos y 1 sótano, en la etapa constructiva, en la ciudad de Bogotá (Colombia). Es oportuno precisar que, tanto en Colombia como en el Perú, los proyectos de construcción presentan múltiples incompatibilidades en la fase de diseño, lo que genera sobrecostos, retrasos en los cronogramas y menor calidad en la construcción.

La implementación de la metodología BIM en Colombia presenta dificultades debido al tiempo que toma la capacitación de profesionales, además que existen muchos casos de proyectos que pese a haber utilizado estas herramientas virtuales, no han tenido éxito.

Esta investigación buscó exponer el proceso de modelamiento mediante el uso del software Revit, permitiendo obtener un presupuesto ajustado el cual difiere del contractual, además de efectuar un simulacro del paso constructivo basado en la programación de obra real. Se detectaron 15 errores entre los planos de estructuras y arquitectura, los cuales hubieran sido evitados en la etapa de diseño.

Finalmente se concluyó, que la metodología BIM permite la integración de la información y de los profesionales involucrado, mejorando las técnicas de diseño, planeación y ejecución de los proyectos de construcción.

Monfort (2015) realizó una publicación teórica de la metodología BIM, así como un estudio práctico, mediante su implementación con el software Revit, en un domicilio unifamiliar, situada en el municipio de Yátova (Valencia), a fin de determinar el impacto que tendría. Inicialmente el proyecto fue desarrollado mediante la metodología tradicional, planos en AutoCAD 2D.

Esta investigación surgió como respuesta al bajo rendimiento del sector construcción de España, generada por la falta de fuentes de innovación. Los primordiales inconvenientes que se muestran en los proyectos son: incumplimiento de plazo, exceso del presupuesto inicial y conflictos en fase de ejecución.

Con la aplicación de BIM en el proyecto, se presentaron grandes beneficios como: información más completa, por ende, un resultado final de mayor calidad; facilitó el entendimiento del proyecto, incentivó a la colaboración entre los miembros del equipo, permitió al equipo anticiparse a tomar decisiones, redujo el tiempo y gasto económico.

Salazar (2017) identificó los problemas más habituales que se exhiben en la práctica de distintos proyectos de la ciudad de Manizales en Colombia, analizó lo relacionado a costos y estableció las faltas que se pudieron haber evadido si se hubiera usado BIM. Después del análisis y haber ingresado toda la información respectiva al sistema, obtuvieron una variación dentro del costo de 2.83% del que tenían previsto, el proyecto hubiera tenido un costo aproximado de 32 millones de pesos colombianos pero debido a las transiciones que se presentaron desde el inicio añaden un importe de 68 millones, más del doble, un gasto que pudo ser evitado.

Valdés (2014) evaluó la factibilidad de la implementación de las tecnologías BIM en un proyecto inmobiliario habitacional en altura, ubicado en la zona urbana de Santiago (Chile), a fin de mejorar los métodos de gestión. Esta investigación surgió como respuesta a la falta de coordinación y planificación en los proyectos, que generan un 6% de los costos de la construcción, impactando de forma negativa.

Finalmente, Valdés concluyó que el uso de BIM permitió un incremento del 13% en la rentabilidad del proyecto, así como también una reducción del 40% de los contratiempos en el período de ejecución, en comparación a un proyecto realizado de forma tradicional.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistema tradicional de un proyecto de construcción

En el país, la mayoría de los proyectos de construcción se vienen realizando bajo un sistema tradicional, el cual está conformado por 3 etapas: **Diseño, Licitación y Construcción**, este modelo es el más utilizado para realizar proyectos tanto en entidades públicas como

privadas. Este método de gestión de contrataciones de proyectos de construcción consiste en que los arquitectos e ingenieros diseñan una propuesta del proyecto proporcionando planos y especificaciones técnicas de acuerdo con el pedido del propietario; posterior a ello, el dueño solicita las propuestas a los contratistas y consiente un contrato y este documento permite el inicio de la ejecución del proyecto en base al diseño previamente aprobado. Una de las ventajas que presenta este sistema es que permite precisar de manera clara los deberes y compromisos de cada una de las partes implicadas.



Figura 4. Flujo tradicional para la entrega de proyectos

Fuente: Taboada, Alcántara, Lovera, Santos, y Diego, 2011

Sin embargo, una de las principales desventajas de este método, es que no se tiene la seguridad de la constructibilidad del proyecto, debido a que el ejecutor no participa en la fase de diseño, esto puede generar sobrecostos para el interesado por la aparición de deficiencias, así como también retrasos en la programación de obra establecida; asimismo, bajo este sistema no existe una etapa de integración de la información de las distintas especialidades involucradas, por lo que uno de los mayores problemas en más del 50% es que no se identifican las incongruencias con anticipación a la ejecución. En la **Figura 5**, se muestra el esquema del sistema tradicional descrito anteriormente.

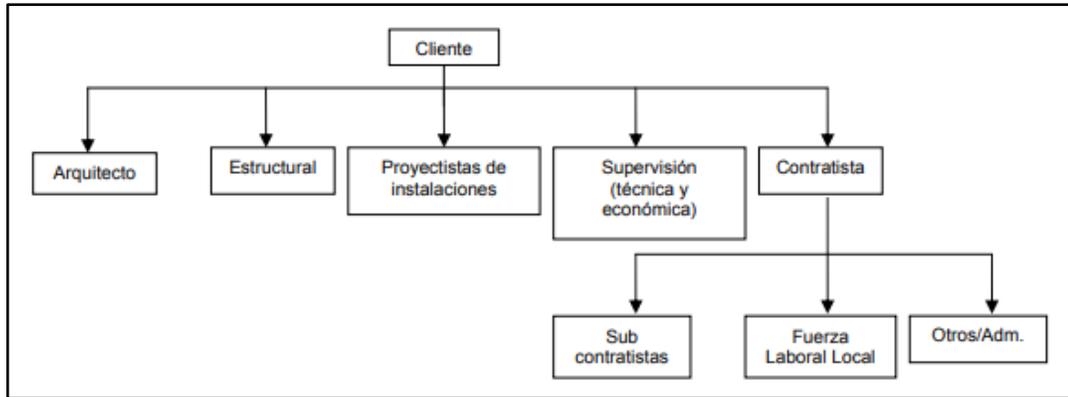


Figura 5. Esquema del sistema tradicional de proyectos de construcción

Fuente: Echevarría, 2007

Según la investigación realizada por Farfán y Chavil (2016), recopilaron un total de 25 encuestas atendidas por personal de proyectos BIM en sus distintos cargos, dentro de esta ejemplar se encuentran incluidos representantes de empresas reconocidas como GyM, Cosapi, Marcan, CDV consultores, entre otros. Una de las consultas realizadas está relacionado al tipo de RFI (Requerimientos de Información) que se presenta con mayor frecuencia en un proyecto ejecutado de forma tradicional, obteniendo los siguientes resultados:

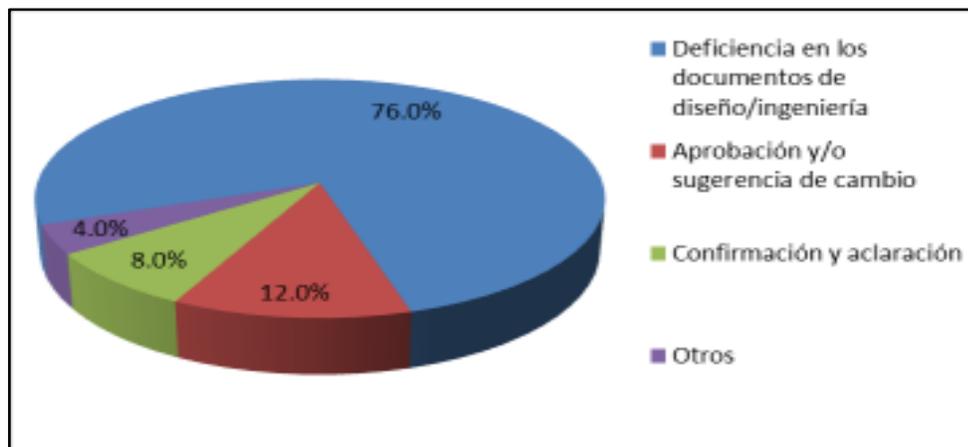


Figura 6. RFI más frecuente en proyectos tradicionales

Fuente: Farfán y Chavil, 2016

Como se observa en la **Figura 6**, un 76% de los encuestados opinan que, en un proyecto tradicional; es decir, en el cual no se implementa BIM, el RFI más frecuente es aquel que se genera a causa de las carencias en la documentación de diseño/ingeniería.

Es preciso indicar que un RFI (Requerimiento de Información), es una solicitud de información que suele emplearse durante en el proceso de ejecución de obra para realizar consultas sobre el diseño, confirmar información poco clara, por errores u omisiones en planos, cambios de materiales no disponibles, entre otros factores, correspondientes al expediente técnico y demás documentos contractuales.

En ese sentido, tal como lo muestra la **Figura 6**, generalmente en la etapa de ejecución de los proyectos, se identifican deficiencias e incongruencias entre la información de los planos de las especialidades, ya sea días u horas antes de realizar la ejecución de una partida, como son los vaciados de concreto, lo cual genera dudas en el personal sobre cual plano debe prevalecer, por ende, se debe seguir con el procedimiento correspondiente que consiste en elevar la consulta mediante un RFI al equipo de supervisión para que pueda coordinar con los especialistas proyectistas y poder definir la solución adecuada a dicho problema en obra; sin embargo, este proceso toma tiempo, dependiendo del grado de la consulta, afectando directamente a la programación y al plazo de entrega contractual determinado inicialmente.

Asimismo, considerando la partida de vaciados de concreto mencionado anteriormente, en muchos casos reales, posterior a la ejecución de esta actividad es que se identifican las incompatibilidades o interferencias, lo cual genera la paralización de los trabajos dependientes a esta partida hasta encontrar la solución más adecuada; y en ocasiones críticas, es necesario demoler la estructura y corregir la interferencia, lo cual impacta en mayor grado tanto en el costo y tiempo, como en la calidad del producto final. A

continuación, se describen algunos ejemplos referenciales, sobre incompatibilidades e interferencias que se presentan en obra.



Figura 7. Incompatibilidad entre especialidades de estructuras y arquitectura - sobrecimiento

Elaborado por: las autoras

En la **Figura 7**, se puede observar la ejecución de un sobrecimiento de concreto armado; sin embargo, por la incompatibilidad de los planos de la especialidad de estructuras con los planos de arquitectura, no se ha previsto dejar los vanos para las puertas correspondientes, además no se cuenta con detalles de columnetas para el confinamiento de los muros, vanos de ventanas y puertas.



Figura 8. Incompatibilidad entre especialidades de estructuras y arquitectura – pasadizo

Elaborado por: las autoras

En la **Figura 8**, se puede observar una mala práctica constructiva, como es el picado de muros, columnetas y vigas de amarre del pasadizo de una edificación, como consecuencia de la incompatibilidad de los planos de estructuras y arquitectura, en los cuales el ancho del pasadizo tiene la misma medida; y es al iniciar con la partida de tarrajeo cuando se evidencia dicho problema, por lo que se toma como solución el picado de la estructura, a fin de cumplir con el ancho del pasadizo, según lo precisado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE); sin embargo, este procedimiento no es el adecuado, llevando consigo a emitir Reportes de No Conformidad (RNC), que generan mayor retraso e inversión para subsanarlos.

Como se mencionó en el caso anterior (**Figura 8**), la presencia de problemas en el diseño tiene también un gran impacto en la calidad de los trabajos, los casos más frecuentes de RNC o productos no conformes, se dan en las instalaciones, las cuales al momento de realizar inspecciones en obra y teniendo en consideración la normativa correspondiente, se pueden identificar el deficiente montaje.



Figura 9. Deficiente montaje entre instalaciones de sanitarias y comunicaciones

Elaborado por: las autoras



Figura 10. Deficiente montaje entre bandejas de comunicaciones y tuberías
contraincendios

Elaborado por: las autoras

En las **Figuras 9 y 10**, se puede observar un típico problema que se presenta en el proceso de ejecución de un proyecto, como es el montaje de tuberías de agua y contraincendios sobre las bandejas de comunicaciones, lo cual no es tomado en consideración por la contratista a cargo, generando sobrecostos para replantear el recorrido de las instalaciones, así como también retrasos en los trabajos posteriores planificados.

Es preciso indicar que, actualmente en la etapa de diseño de los proyectos, la mayoría se realizan mediante planos en el software Autocad, programa que pertenece a la familia de Autodesk, el cual es usado por distintos profesionales que se dedican al rubro de la construcción los cuales necesitan plasmar dibujos en 2D. Este fue creado en 1982 y desde esa fecha fue creciendo potencialmente en el mercado internacional ya que permite trabajar con distintas especialidades como son: arquitectura, estructura, sanitarias, eléctricas, mecánicas, comunicaciones.

Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología, la mayor exigencia de los clientes en los diseños y los problemas que llevan

consigo el uso del sistema tradicional en la construcción, las empresas se ven obligadas a adoptar nuevas herramientas tecnológicas que mejoren el flujo de trabajo, integren la información entre las diferentes especialidades implicadas en el proyecto, actualicen de forma inmediata los datos, entre otros factores que el software Autocad no garantiza en su uso.

De un ejemplar de tres proyectos de edificaciones realizado por la empresa Marcan, se obtuvieron los resultados presentados en la **Figura 11**. En esta se indica el número de consultas antes y durante la construcción en proyecto que no han implementado BIM.

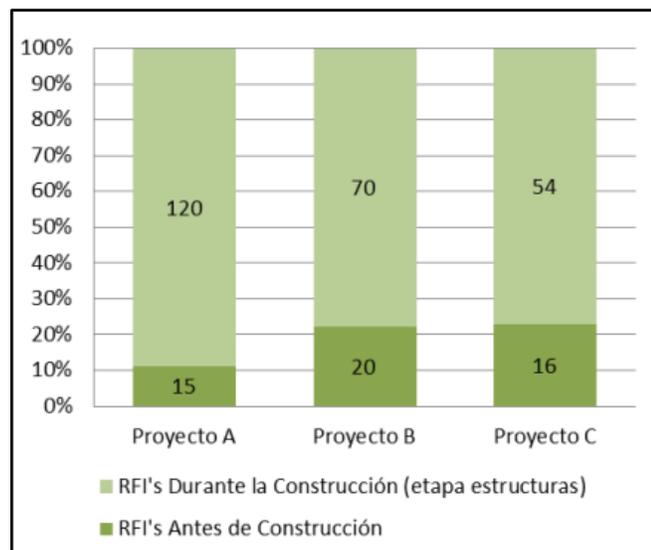


Figura 11. RFI's antes y durante la construcción (proyectos sin BIM)

Fuente: Farfán y Chavil, 2016

De los resultados presentados, se concluye que aproximadamente el 18.7% de RFI's se detectan antes de la construcción del proyecto (diseño) y el 81.3% restante se manifiesta durante la etapa de ejecución en obra.

2.2.2 Inicio de una nueva filosofía en la construcción- Building Information Modeling (BIM)

A lo largo de los años, en el sector construcción; se han evidenciado retrasos en la entrega de proyectos debido al incremento en el tiempo de determinadas partidas, lo cual se produce por errores en el diseño del proyecto, malas planificaciones, interferencias encontradas recién en el proceso de ejecución, entre otros factores. Asimismo, la mayoría de los proyectos no cuentan con una planificación, eso no significa que no se tenga la lista de actividades a realizar de cada dependencia, sino que no se cuenta con una estrategia clara sobre el desarrollo del proyecto, los objetivos no se encuentran definidos. Es importante trabajar en función a estos objetivos, buscando la optimización y eficiencia en los procesos.

Una estrategia definida desde la concepción del proyecto permite analizar y decidir los procesos más adecuados a implementar, así como tener claro los alcances del proyecto a realizar; esto implica conocer la empresa para la que se trabaja, sus herramientas, sus recursos, sus aliados, pero, sobre todo, los retos presentes en el sector en el que se desarrolla.

Con el fin de lidiar con las problemáticas expuestas anteriormente, el desarrollo constante de la tecnología permite que los sectores se vayan innovando y creando nuevas metodologías de gestión, dando paso a nuevas filosofías de cambio que los países van implementando.

El sector construcción es uno de los que más ingresos produce, por eso se observan continuas actualizaciones en programas que cada vez mejoran más la experiencia y beneficios para los proyectos; y es así como nace la metodología BIM (Building Information Management), esta forma de trabajo colaborativo se basa en la modelación en 3D en la cual se

vincula toda la información del proyecto, con el fin de contribuir en la toma de decisiones a partir del período de diseño y durante toda la etapa de vida del activo.

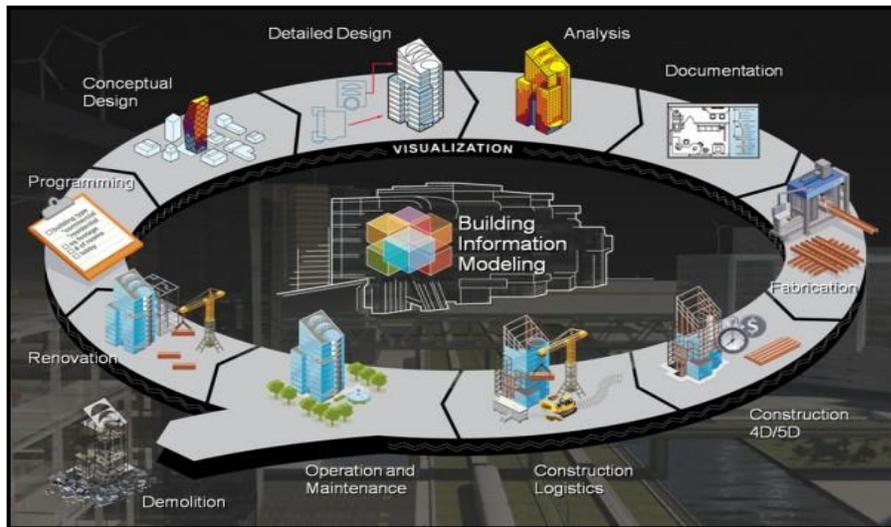


Figura 12. Building Information Modeling

Fuente: Kaizen, 2015

Es preciso aclarar, que BIM no es un software de dibujo, es una metodología de gestión de proyectos, que está vinculado a una gran cantidad de herramientas que admiten la interconectividad entre sí, realizando un proceso que implica el trabajo integral.

Según el estudio peruano realizado por Murguía (2021), se obtuvo el nivel de aceptación de la metodología BIM por tipo de proyecto en Lima Metropolitana y Callao, tal como se muestra en la **Figura 03**. Se evidencia que un 100% corresponde a viviendas masivas y hoteles, un 83% corresponde oficinas, un 67% a centros educativos, y con un porcentaje menor a 50% los centros comerciales, edificaciones multifamiliares y otros.

Entre los primordiales usos de BIM en Perú, poseemos la detección de conflictos como son omisiones, incompatibilidades e interferencias entre los planos de las diferentes especialidades.

APLICACIONES BIM	CANT.	%
Visualización	24	100.0%
Diseño	18	75.0%
Simulación / Análisis	16	66.7%
Estimación de costos	14	58.3%
Prevención y/o detección de conflictos	20	83.3%
Metrados	21	87.5%
Procura	7	29.2%
Planificación de la producción	18	75.0%
Planificación de la seguridad	11	45.8%
Gestión en la cadena de suministro	8	33.3%

Figura 13. Aplicaciones BIM empleadas en el Perú

Fuente: Farfán y Chavil, 2016

De los resultados de la **Figura 13**, se puede concluir que el 100% de los encuestados concuerda que recurrieron al BIM buscando mejoras en la visualización; así también, entre las aplicaciones más frecuentes de BIM se tiene: obtención de metrados, prevención y/o detección de conflictos, diseño y planificación de la producción. En ese sentido, la compatibilización es uno de los principales usos de BIM, tanto en el diseño como en la construcción de los proyectos.

Lograr compatibilizar el proyecto en el proceso de diseño genera un mayor grado de seguridad al momento de ejecutarlo, debido a que las variaciones serán menores durante la etapa de ejecución; asimismo, durante el proceso de ejecución, se notificará la reducción de retrabajos al descubrir las exigencias mínimas de las instalaciones y de la arquitectura en el periodo de casco.

Farfán y Chavil (2016), según las encuestas realizadas, presentaron una clasificación de RFI's según el tipo que es más frecuente en proyectos que han implementado la metodología BIM.

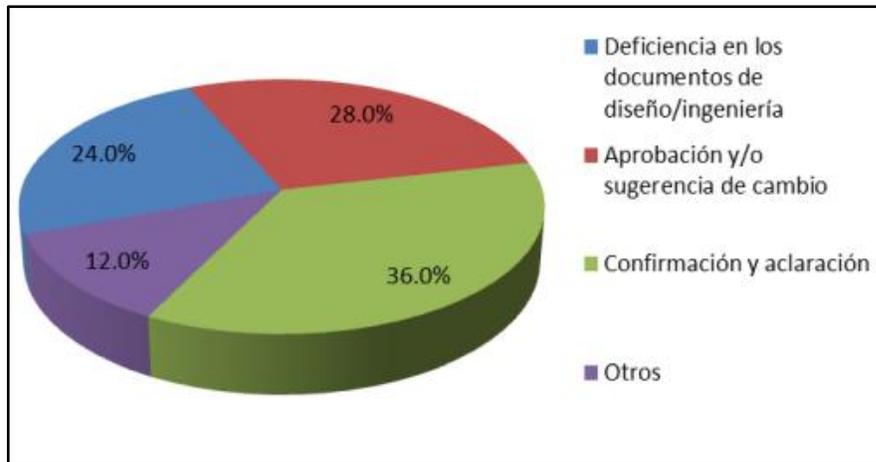


Figura 14. RFI más frecuente en proyecto con BIM

Fuente: Farfán y Chavil, 2016

Tal como se evidencia en la **Figura 14**, la implementación de la metodología BIM permite que las deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería reduzcan significativamente (de 76% a 24%), por lo que ya no representan el tipo de consulta que se realiza con mayor frecuencia.

A fin de evaluar el impacto que tiene BIM en los proyectos, se realizó un comparativo de la cantidad de RFI's que se han registrado en un proyecto posterior a la implementación de esta metodología. La empresa Marcan realizó la cuantificación de la cantidad de RFI's en 4 de sus proyectos inmobiliarios, detectados durante la etapa de preconstrucción y en la etapa de estructuras (casco).

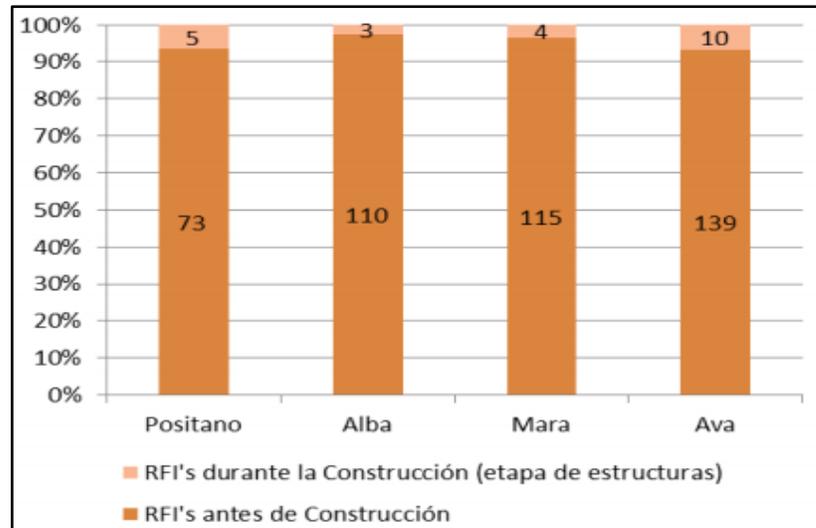


Figura 15. RFI's antes y durante la construcción (proyectos con BIM)

Fuente: Farfán y Chavil, 2016

De los resultados de la **Figura 15**, se evidencia que un promedio del 95% de RFI's fueron identificados durante la fase de preconstrucción, entretanto un 5% restante se manifestó en la etapa de construcción de la especialidad de estructuras.

Asimismo, Farfán y Chavil (2016), presentaron distinta información de tres proyectos de oficina realizados en Lima y que han sido diseñados con la metodología BIM, clasificaron la cantidad de RFI's obtenidos según el tipo de consulta: de aprobación o sugerencia de cambio, de confirmación o aclaración, incompatibilidad u omisión y de interferencias.

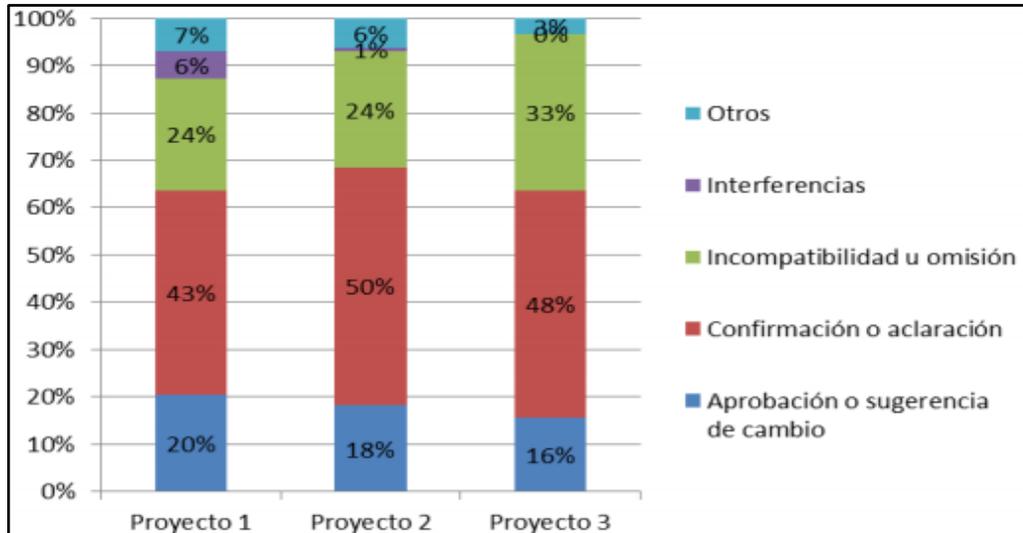


Figura 16. Tipos de RFI por proyecto (proyectos con BIM)

Fuente: Farfán y Chavil, 2016

De los resultados de la **Figura 16**, se puede evidenciar que, en promedio, el 43% de los RFI's son de "confirmación o aclaración de información", el 27% corresponden a "incompatibilidades u omisiones en los planos" y el 18% son de "aprobación o sugerencias de cambio"; se evidencia también que el porcentaje de interferencias es mínimo, entendiendo que esta representa cruces físicos de elementos.

Finalmente, los encuestados expresaron que lograr implementar BIM desde la etapa inicial es importante, ya que permite liberar de incompatibilidades al proyecto, evitando reingenierías y sobrecostos durante la construcción.

2.2.3 Desarrollo y marco legal de BIM en el Perú

En Perú, BIM empezó a ser implementado por empresas líderes en el sector Construcción a partir del año 2005, entre ellas podemos mencionar: Graña y Montero, Cosapi, Aesa; que iniciaron con

pequeños proyectos piloto, a fin de evaluar los beneficios de este, y hoy en día; la han incorporado como metodología de gestión de los proyectos a su cargo.

Un gran ejemplo de éxito de la implementación de BIM, fue la construcción del Banco de la Nación, ubicado en la Av. Javier Prado Este, San Borja; la cual fue entregada en agosto del 2015. Este proyecto fue realizado por la empresa COSAPI, la cual combinó tecnologías como Revit, Lean Construction y Last Planner; las cuales permitieron unificar la ingeniería, diseño y control de la construcción.

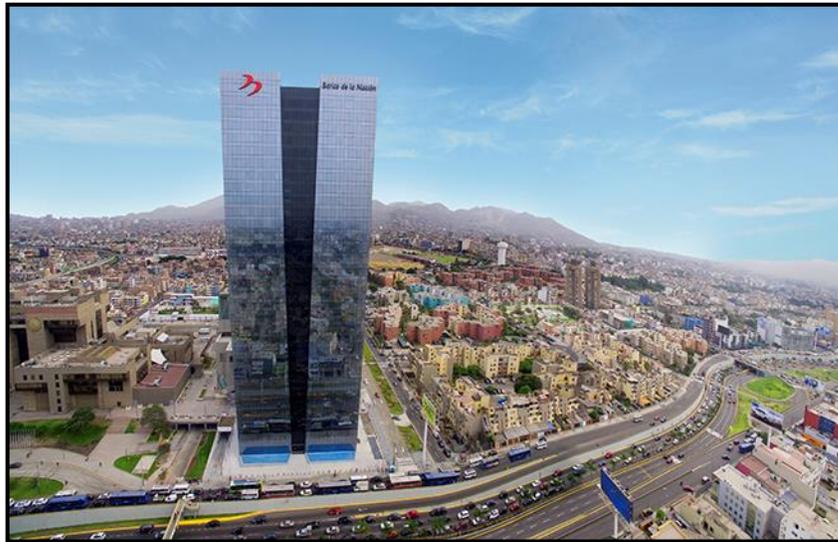


Figura 17. Edificio central del Banco de la Nación en Lima

Fuente: COSAPI, 2021

El año 2012, se considera la partida del desarrollo de la metodología BIM en el sector privado, se creó un comité en el Perú, el cual pertenece a la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). Este comité es un conjunto técnico conformado por agentes involucrados en las diferentes etapas de un proyecto, con experiencias directas en la aplicación de esta metodología, y su principal objetivo es difundirlo a todas las empresas del sector, buscar la estandarización a nivel nacional y transformar la manera de gestionar los proyectos.

Por parte del estado peruano, a partir del 2018, se desarrollaron normativas que establezcan BIM a las Obras Públicas, entre los cuales mencionamos:

Decreto Legislativo N°1444-MEF: Modificación de la Ley N°30225 de la Ley de Contrataciones del Estado, publicado el 16 de setiembre del 2018; en la cual se instauran los criterios para la incorporación gradual de herramientas necesarias de modelamiento digital de la información para cumplimiento de obras públicas.

Decreto Supremo N°284-MEF: publicado el 09 de diciembre del 2018; en la cual se crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, cuyo ente rector tiene entre sus funciones exponer las metodologías colaborativas de modelamiento digital de la información, para mejorar la eficiencia de las inversiones.

El mismo año, el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) aprobó la conformación del Comité Técnico de Normalización de Edificaciones y Obras de Ingeniería Civil, que agrega el Subcomité de Organización de la Información sobre Obras de Construcción, lo cual permitió la creación de las normas técnicas sobre BIM; así tenemos la ETP-ISO/TS 12911-guía marco para el modelado de información de la edificación (BIM).

Más adelante, en el año 2019, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), publica la resolución ministerial N°242, en la cual se muestran los lineamientos generales para el uso del BIM en proyectos de construcción. Así también, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) desarrolló el Plan BIM Perú, a fin de brindar información técnica para la toma de decisiones respecto a esta metodología.

Respecto a este plan y su desarrollo, el gerente general de SUMA, Ing. Carlos Jurado en una entrevista en la revista Costos (2020), expresó que se ha recopilado la información de los avances BIM en el

sector construcción, tanto en obras públicas como privadas a fin de lograr un enfoque unificado de esta metodología.

Posteriormente, en agosto del año 2020, se publicó la Resolución Directoral N°007-MEF, en la cual se aprueban los lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas.

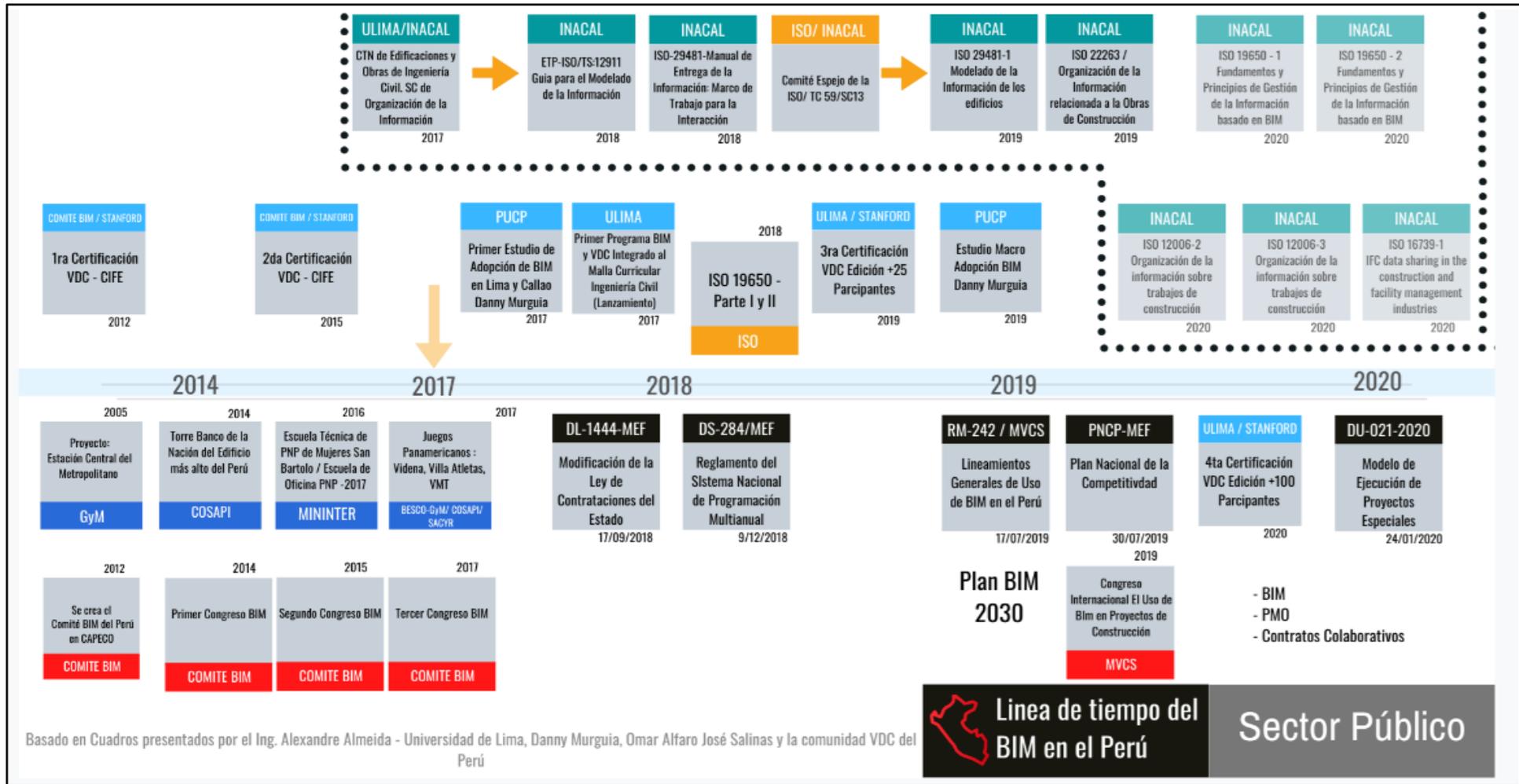


Figura 18. Línea de tiempo de la metodología BIM en el Perú

Fuente: Cabrera, 2020

Actualmente, para la difusión de esta metodología, se cuenta con un congreso Internacional, el cual se desarrolla anualmente, y tiene por finalidad proporcionar conocimientos de trabajo colaborativo para el encargo de un proyecto de construcción, así como de incentivar la implementación de BIM en más proyectos del país. También es necesario mencionar, que las universidades han comenzado a incluir en las mallas curriculares cursos que permitan a los jóvenes estudiantes capacitarse en BIM, entre ellas podemos mencionar: Universidad de Lima , Pontificia Universidad Católica del Perú; permitiendo difundir este conocimiento desde edades tempranas, así como también, se han ido creando pequeñas empresas de modelamiento y consultoría BIM, brindando sus servicios a oficinas de diseño, constructoras, entre otras, como también cursos de capacitación para el desarrollo de los profesionales.

Según Alexandre Almeida, director de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Lima, en una entrevista, expresó lo siguiente:

El éxito del BIM en nuestro país dependerá de la educación, capacitación e investigación, pilares esenciales para impulsar la evolución de la industria de la construcción. Las universidades deben incorporar el BIM en sus mallas curriculares de forma integral, a ejemplo de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Lima, para que los futuros ingenieros estén listos a trabajar en ambientes colaborativos. (Almeida, 2018, p.40).

De la investigación realizada por Murguía (2021), sobre la adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao, con una muestra de 203 profesionales, se consultó respecto al nivel de adopción, obteniendo los siguientes resultados:

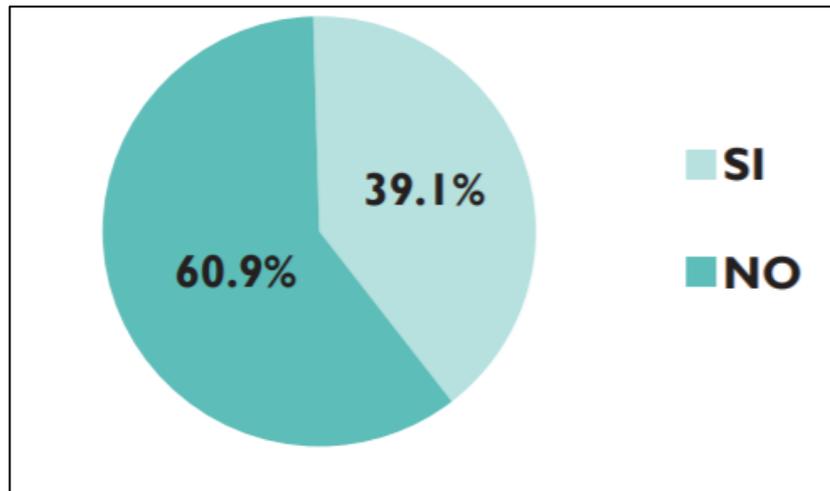


Figura 19. Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao el 2021

Fuente: Murguía, Vásquez, Balboa y Lara, 2021

De los resultados de la **Figura 19**, se evidencia que el 39.1% de proyectos ha adoptado BIM, mientras que un 60.9% no lo ha adoptado, por lo que se debe seguir promoviendo esta metodología para maximizar su aplicación en las obras.

2.2.4 Definición de BIM

En Perú, presentamos algunas definiciones sobre el término BIM:

a. Según Almeida (2019):

“Metodología de trabajo colaborativa para la creación de modelos digitales de proyectos y su gestión durante todo su ciclo de vida”.

b. Según la Resolución Ministerial N°242 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019):

“Metodología de trabajo colaborativo que utiliza herramientas informáticas para la gestión de un proyecto de obra civil y edificación, a través de una base de datos gráfica que permite crear un modelo tridimensional inteligente de una edificación u obra civil” (p.7).

Según el segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao 2021, en el cual se encuestó a 203 responsables de proyectos respecto al concepto que tienen de BIM, se obtuvieron los siguientes resultados:

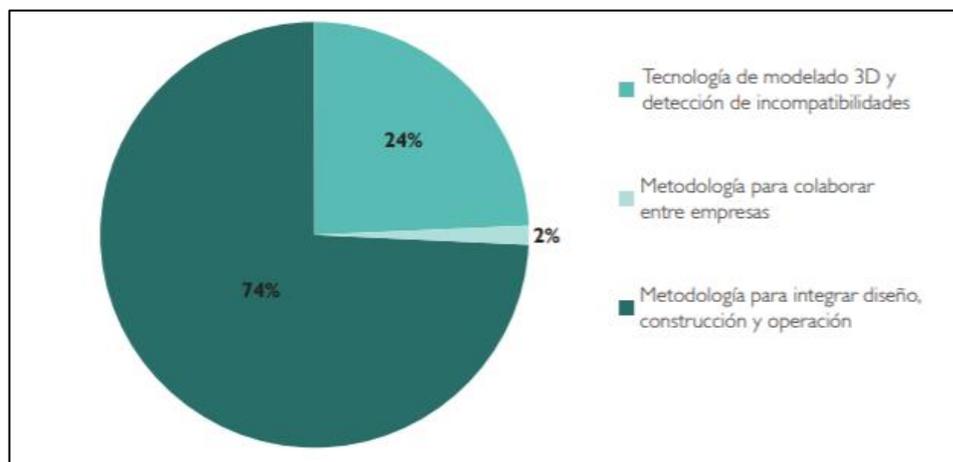


Figura 20. Concepto BIM

Fuente: Murguía, Vásquez, Balboa y Lara, 2021

Como se observa en la **Figura 20**, el 74 % considera que es una metodología para integrar diseño, construcción y operación, el 24% considera que es una tecnología de modelado 3D y detección de incompatibilidades; y finalmente el 2% considera que es una metodología para colaborar entre empresas.

2.2.5 Beneficios del BIM

Se presenta la curva MacLeamy, donde se representan las ventajas de aprovechar la metodología. La curva sugiere que si movemos el esfuerzo de diseño inicial en el proyecto (curva 3) a la izquierda, esta será más eficiente.

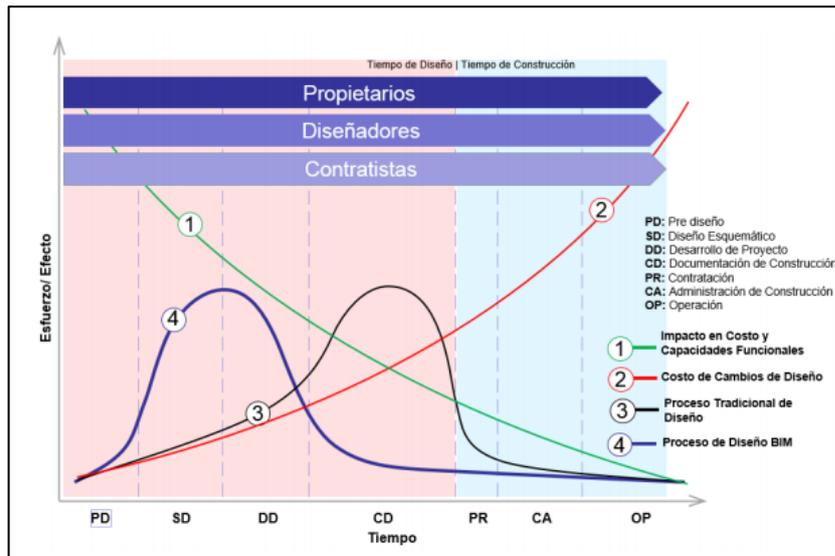


Figura 21. Curva esfuerzo-tiempo, Patrick McLeamy

Fuente: Sierra, 2016

Tal como se muestra en la **Figura 21**, la curva verde descendente (1) representa la capacidad de influir en costo y las capacidades funcionales del proyecto, la curva roja ascendente (2) representa que, a mayor avance, el costo de hacer cambios es mayor. Así también, la curva negra (3) representa el proceso tradicional de diseño cuyos esfuerzos se desarrollan en la parte intermedia de la fase de diseño e ingeniería de detalle, y la curva azul (4) representa el proceso de diseño, el cual centra sus esfuerzos en la etapa de concepción del proyecto y parte inicial de la fase e ingeniería de detalle, permitiendo tener mayor influencia en los costos y funcionalidad del proyecto; de igual forma, los costos por cambios ejecutados serán menores, ya que estos son en planos y no implica demoliciones ni posibles incrementos.

Mover todo el esfuerzo a la etapa inicial permite al cliente visualizar y comprender cómo marchará el proyecto, permitiendo así entender las necesidades del usuario y cubrir sus expectativas, asimismo, permite disminuir los tiempos de reuniones y definiciones entre especialistas, mejora la calidad del diseño mediante una buena compatibilización del proyecto, incluir los criterios de constructibilidad para optimizar los costos y tiempos de la etapa de construcción.

Entre los principales beneficios que presenta la metodología BIM en un proyecto de construcción, tenemos:

2.2.5.1 Mayor colaboración y comunicación.

Una gran ventaja que promueve BIM, es el trabajo colaborativo, integra toda la información del proyecto permitiendo la participación, además de crear una red de colaboración cuyo fin es mejorar la coordinación y comunicación de todos los miembros del equipo. Es importante que cada integrante tenga claro sus roles y funciones, por lo que tener acceso a la información actualizada y compatibilizada permitirá alcanzar los objetivos establecidos.

2.2.5.2 Visualización del proyecto en preconstrucción.

Esta metodología permite la construcción digital en 3D del proyecto, así como realizar recorridos en este; a partir de ello, se puede extraer información necesaria como son: metrados, presupuestos, además; se puede realizar una mejor planificación para la posterior ejecución en obra. Es importante mencionar que, al ser un modelado en 3D, permite tener un nivel de detalle mucho mayor que en los planos 2D, logrando entender mejor el proyecto; y tomar mejores decisiones.



Figura 22. Modelamiento de un proyecto de edificación

Elaborado por: las autoras

2.2.5.3 Detección y compatibilización de interferencias entre diferentes especialidades

Permite el modelamiento 3D de las diferentes especialidades con las que cuenta un proyecto, permitiendo integrar la información de todas ellas, a fin de detectar interferencias previo a la ejecución. Una de las primordiales ventajas que brinda, es que permite reducir costos y tiempo, así como subsanar errores con anticipación.



Figura 23. Interferencia en la ejecución de obra

Elaborado por: las autoras

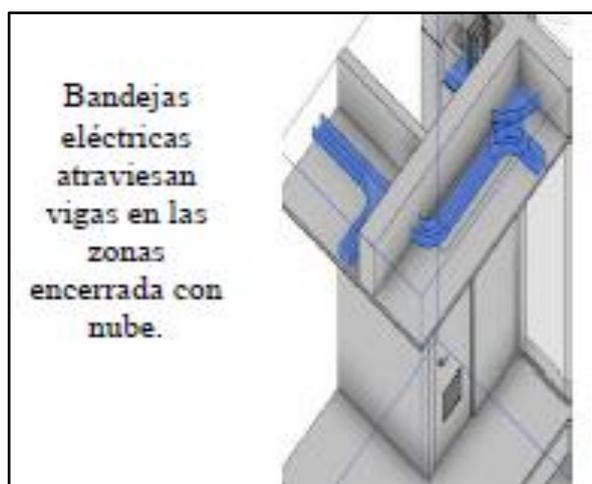


Figura 24. Interferencia detectada en Revit-diseño

Fuente: Candela y Carbajal, 2019

2.2.5.4 Generación automática de la documentación del proyecto.

Esta metodología utiliza un modelo en 3D para agrupar toda la información que detalla un proyecto: plantas, secciones, elevaciones, detalles constructivos; cualquier cambio en una de las vistas se actualiza automáticamente en todas las demás.

2.2.6 Herramientas del BIM

En la actualidad, existen diversos softwares, que trabajan utilizando el concepto de interoperabilidad, los cuales son herramientas que permiten el desarrollo en los proyectos, logrando el trabajo integrado y colaborativo entre los profesionales. Entre las principales y más utilizadas, se tienen las siguientes:

a. Autodesk Revit

Fue creado en el año de 1997, por la empresa Revit Technology Corporation, los cuales tuvieron mucha dificultad de introducir su producto al mercado debido a la gran cantidad de profesionales acostumbrados a los programas en 2D como es Autocad.

Fue en el año 2000, debido al desarrollo y constantes mejoras que se presentaban al programa, que despertó el interés de los profesionales al igual que de la empresa Autodesk, por lo que deciden comprarla.

Revit es un software de modelamiento en 3D, que permite abordar todo lo relacionado con un proyecto de construcción, desde su diseño, ejecución y puesta en marcha; con ayuda de esta herramienta se crea una familia paramétrica para cada elemento, por lo que todos los objetos se encuentran integrados e interactúan.

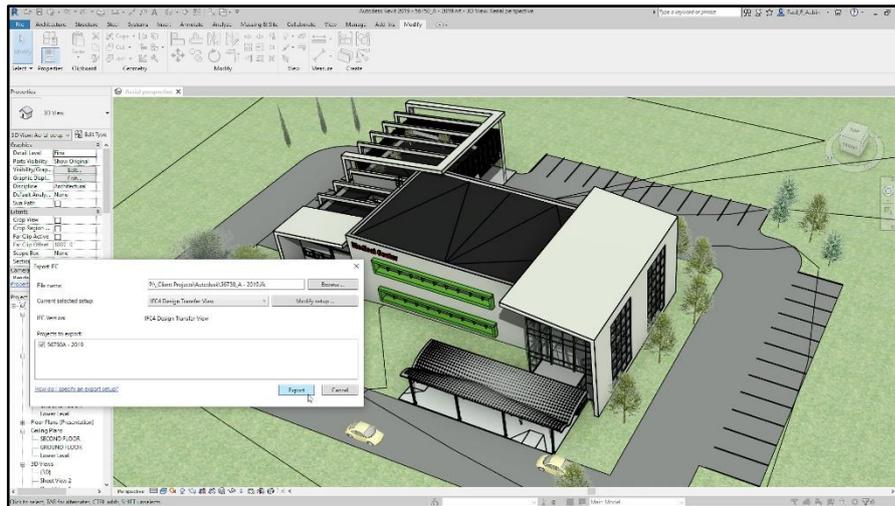


Figura 25. Software Autodesk Revit

Fuente: Autodesk, 2020

Entre sus principales características y beneficios, tenemos:

- **Conocimiento del proyecto:** el modelamiento en 3D, permite establecer un panorama integral del proyecto; además, la modificación de cualquier dato, automáticamente es actualizado en toda la documentación.
- **Gestión del proyecto:** permite realizar una construcción digital, permitiendo identificar interferencias, modificar detalles, detectar errores antes de la ejecución del proyecto permitiendo ahorro en tiempo y costos.
- **Unificación:** centralizar la información del proyecto en una misma plataforma.
- **Trabajo colaborativo:** permite la integración de todos los miembros del equipo.

Autodesk plantea tres variedades de este programa: Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP, permitiendo desarrollar la integración de todas las especialidades en una misma plataforma.

b. Autodesk Navisworks

Es un software que adquirió Autodesk a mediados del año 2007, inicialmente llamado JetStream.

Este programa, pretendía ser solo un visualizador para revisar proyectos de construcción; sin embargo, hoy en día presenta una gran variedad de herramientas utilizadas por la industria para completar los paquetes de diseño 3D que ya existen, como son Autodesk Revit y Autocad.

Entre sus principales características y beneficios, tenemos:

- Herramienta de revisión que cuenta con múltiples comandos de medición.
- Integración 4D (Análisis de Duración) y 5D (Análisis de Costos).
- Permite combinar modelos 3D.
- Examinar el modelo usando un grupo de herramientas que incluyen todo tipo de información necesaria del proyecto.
- Detección de interferencias, y simulación de tiempo 4D.

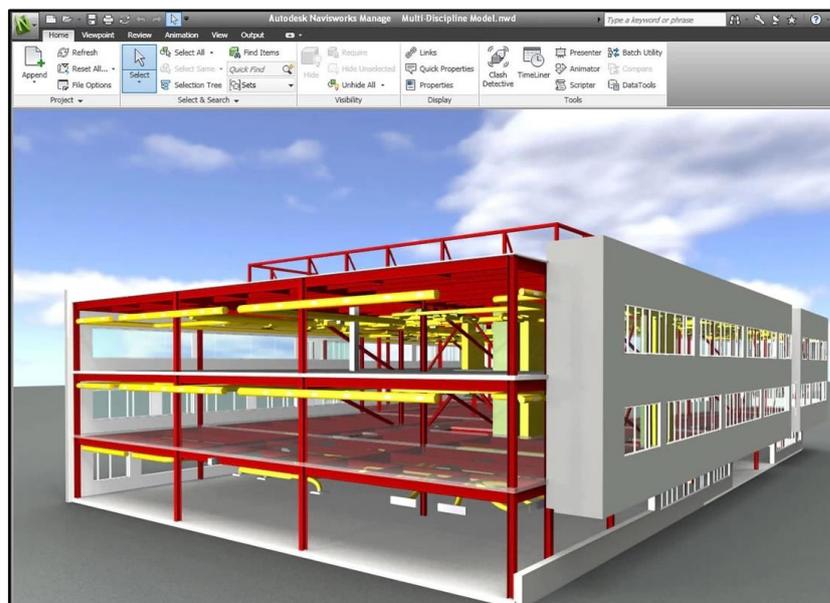


Figura 26. Software Autodesk Navisworks

Fuente: Autodesk, 2020

2.2.7 Diferencia entre Revit y Autocad

Estos softwares son utilizados por profesionales del sector construcción para generar un conjunto de documentos de los proyectos; sin embargo, ambos trabajan en función a conceptos y flujos de trabajos totalmente distintos.

La principal diferencia entre estos dos programas radica en que Autocad es un software de diseño en 2D y 3D, que permite dibujar líneas que representan elementos reales; mientras que Revit es un software que trabaja bajo la metodología BIM, mediante la cual se realiza una preconstrucción, componentes 3D cargados con información real del proyecto. En la **Tabla 1**, se presentan algunas características de ambos softwares.

Tabla 1. Características de softwares Revit y Autocad.

REVIT	AUTOCAD
SE USA EN:	SE USA EN:
<ul style="list-style-type: none"> - Preconstrucción de componentes 3D. - Modelado 3D unificado, permitiendo modificaciones instantáneas en todas las vistas. - Diseños de arquitectura. - Diseño de estructuras. - Diseño de instalaciones eléctricas, mecánica, sanitarias. - Metrados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dibujos y diseño de líneas en 2D. - Modelado y presentación en 3D. - Diseño de elementos por separado, llevando consigo a un seguimiento manual de cambios.
QUE HACE:	QUE HACE:
<ul style="list-style-type: none"> - Modelado paramétrico en 3D. - Documentación del diseño. - Modelado de distintas especialidades. - Análisis, simulaciones y desempeños. 	<ul style="list-style-type: none"> - Edita geometrías en 2D. - Crea y edita objetos sólidos y superficies de malla. - Permite hacer anotaciones dentro de los dibujos. - Adjunta y comparte datos de archivos.

Elaborado por: las autoras.

En relación con la identificación de posibles errores en el diseño, el software Revit es una herramienta que permite elaborar un modelo 3D del diseño del proyecto, cuyo fin es alcanzar una mayor precisión que lo acerque a la realidad, de esta forma se podrán detectar deficiencias de forma automática; es por ello que se menciona que una de las funciones principales de Revit es la preconstrucción del proyecto, ya que los modelos de cada especialidad pueden ser integrados en uno solo, para

revisiones entre sus elementos, que son considerados con la geometría e información tal cual sería ejecutado en obra.

Autocad, es un software que con su diseño 2D dificulta la identificación de posibles errores entre los planos de las especialidades, ya que no son visibles, es necesario sobreponer los planos, lo que generaría sobrecargar, además que el tiempo invertido es mucho mayor a comparación de Revit. Asimismo, otra de las funciones de Revit, es la cuantificación de materiales, es decir; los metrados, este programa tiene la capacidad de calcular áreas y volúmenes de manera muy rápida debido a la modelación en 3D de cada elemento, los cuales están cargados de información real, como el tipo de material que lo componen, lo cual permite organizar los elementos y obtener las cantidades de forma inmediata, generando presupuestos con un grado mayor de precisión.

Así también, el software Autocad, proporciona los planos 2D, los cuales son interpretados por personal calificado para la cuantificación manual correspondiente en planillas de Microsoft Excel; sin embargo, las incongruencias entre los planos de las especialidades en muchas ocasiones pueden generar un error, por lo que el presupuesto final se verá afectado dependiendo del grado de error. Es así como Revit se referencia como una herramienta eficiente, por todos los beneficios que brinda al diseño y construcción de los proyectos.

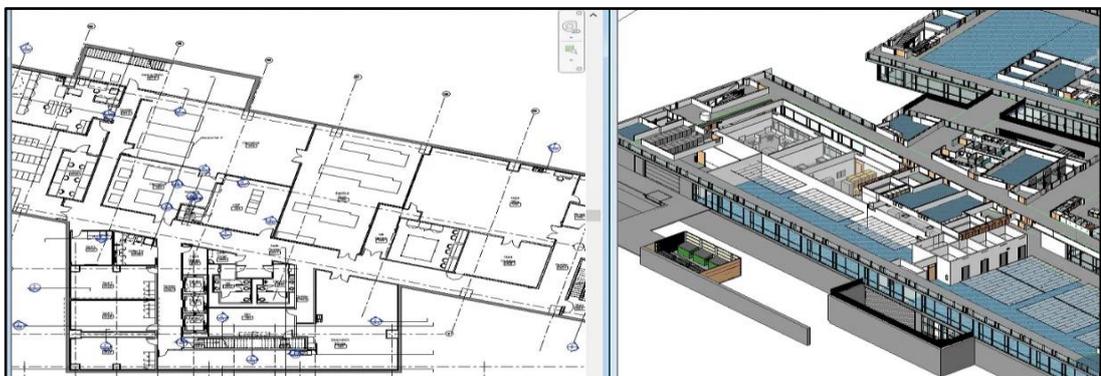


Figura 27. Características de softwares Autocad y Revit

Elaborado por: las autoras

2.2.8 Costos del proyecto

Uno de los primeros pasos para decidir si un proyecto es viable es con la evaluación del costo, el cual consiste en estimar los recursos necesarios (humanos y materiales) para cumplir las actividades establecidas en las partidas. Dentro del desarrollo del proyecto ocurren variaciones no planificadas que necesitan mayores o menores ajustes para cumplir con los objetivos, los mismos que modifican el costo proyectado inicialmente y dan como resultado un nuevo costo final al término de la obra.

El Ingeniero Delgado (2018) comentó que es un suceso muy común, no solo en el país, sino en cualquier parte del mundo, incluyendo los países más avanzados donde se observa que los incrementos en los costos han sido muy considerables, no solo en porcentaje sino en número de veces que se excedió el costo inicialmente contratado, como se observa en las **Figuras 28 y 29**.

OBRA	FOTO	PAÍS
Sidney Opera		Australia
Burj Khalifa		Emiratos Árabes Unidos
Aeropuerto Int. de Hong Kong		Hong Kong

Figura 28. Obras emblemáticas de infraestructuras en el mundo

Fuente: Delgado, 2018

COSTO INICIAL / AÑO DE INICIO DE OBRAS	COSTO FINAL / AÑO DE FIN DE OBRAS	VARIACIÓN, NÚMERO DE VECES
\$ 7 millones 1957	\$ 102 millones 1973	14.5
http://en.wikipedia.org/wiki/Sydney_Opera_House#Completion_and_cost		
\$ 876 millones 2004	\$ 1.5 billones 2009	1.7
http://www.ukessays.com/essays/economics/analysis-of-the-burj-khalifa-tower-project-economics-essay.php		
\$ 2.45 billones 1991	\$ 20 billones 1994	8.2

Figura 29. Costos iniciales y finales de obras emblemáticas de infraestructura en el mundo

Fuente: Delgado, 2018

Bonifaz (2018), en una entrevista con el diario El Comercio, comentó que, en nuestro país, el 62% de los contratos que han sido concesionados se han renegotiado y el 85% de las adendas se han elaborado antes del quinto año. En esta línea de ideas, Bonifaz afirmó que se puede establecer que un 50% de la problemática en el sector construcción está dada por los sobrecostos y que las principales causas de estos se encuentran en las incompatibilidades, las que representan un 35% aproximadamente del presupuesto inicialmente estimado.

Asimismo, en una investigación realizada por Delgado (2014) y presentada en el 1er Congreso BIM del Perú, sobre un proyecto de oficinas realizado bajo el método tradicional, el porcentaje del monto adicional como resultado de las incompatibilidades fue de 2.65% del Costo Directo.

Como se muestra en la **Figura 30**, el porcentaje de adicionales debido a deficiencias en el diseño en un proyecto ejecutado tradicionalmente, indican un incremento del costo directo de 15% respecto a proyectos de carreteras, 4% en proyectos de salud y aproximadamente 4% en proyectos de vivienda.

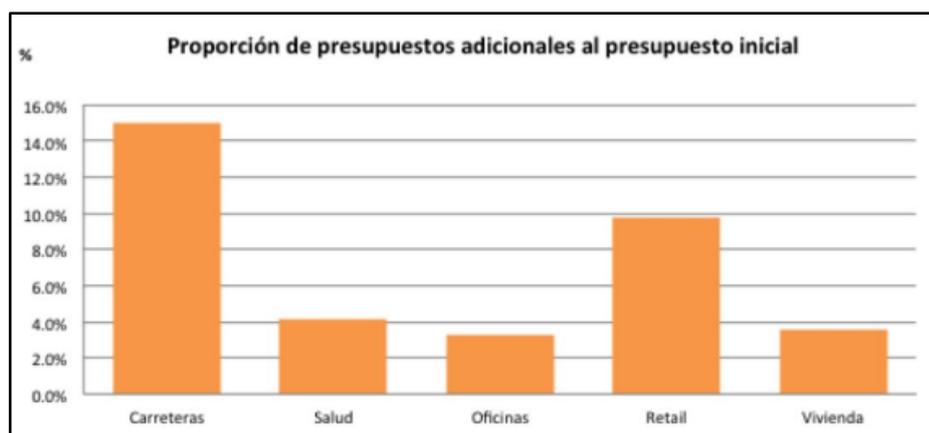


Figura 30. Adicionales respecto al costo directo por tipo de proyecto
Fuente: Delgado, 2014

Tal como mencionan Farfán y Chavil (2016), y como se muestra en la **Figura 30**, la seguridad del presupuesto contractual de obra depende, entre otros factores, de la calidad del diseño del proyecto; es decir, mientras mejor diseñado se encuentre el proyecto y no tenga incompatibilidades, interferencias, información poco clara o contradictoria, menores serán los adicionales durante la construcción.

En la **Figura 31**, se muestra el presupuesto inicial de un proyecto de edificación de uso de oficinas y el costo por interferencias identificadas en el proyecto, las cuales representan un 3.01% del presupuesto contractual de la obra. Se puede observar un incremento considerable debido a las interferencias interdisciplinarias encontradas que representarían un adicional por mayores metrados.

ITEM	FORMULA	DESCRIPCION	C.D. SIN EQUIPOS
1.00	1.00	ESTRUCTURAS	1,536,717.43
2.00	2.00	ARQUITECTURA	1,234,915.16
3.00	3.00	INST. MECÁNICAS	536,478.79
4.00	4.00	INST. SANITARIAS Y ACI	167,872.39
PROYECTO			S/. 3,475,983.77

ITEM	FORMULA	DESCRIPCION	C.D. SIN EQUIPOS
1.00	1.00	ESTRUCTURAS Y ARQUITECTURA	85,521.73
2.00	2.00	INST. SANITARIAS	2,623.92
3.00	3.00	INST. MECÁNICAS	13,810.80
4.00	4.00	SISTEMA DE ACI	2,520.39
INTERFERENCIAS			S/. 104,476.84

PROYECTO + COSTO DE INTERFERENCIAS			3,580,460.61
---	--	--	---------------------

Figura 31. Resumen de presupuesto más el costo de Interferencia

Fuente: Ybañez, 2018

Respecto a esta situación concurrente, lo que se busca en estos últimos años es la precisión de estos costos, tratando de evitar adicionales o adendas al contrato por variaciones en los metrados, que, a su vez, incrementa la cantidad de recursos horas hombre para cubrir dicha problemática.

2.2.9 Tiempos del proyecto

El tiempo del proyecto es la línea de vida que tendrá la construcción, es decir, plazo de ejecución establecido, en el que se muestra la fecha de inicio y fin de la obra. Es en conjunto, la información de todos los trabajos a realizar en las distintas partidas presupuestales de las especialidades involucradas, por lo que es necesario una buena gestión, en la que se haya planificado y controlado los tiempos para cumplir con el cronograma de avance de obra.

En una investigación realizada por Delgado (2014) y presentada en el 1er Congreso BIM del Perú, se mostró el siguiente gráfico de barras respecto a las extensiones de plazo por tipo de proyecto debido a las deficiencias en el diseño del proyecto.

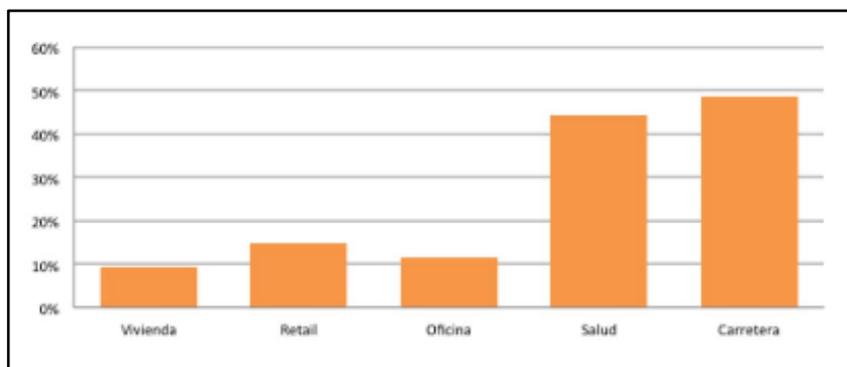


Figura 32. Extensiones de plazo por tipo de proyecto

Fuente: Delgado, 2014

Como se evidencia en la **Figura 32**, existe un incremento respecto al plazo de ejecución del 10% en los proyectos de vivienda, 15% aproximadamente en los proyectos de retail, 12% en los proyectos de oficina, 45% en los proyectos de salud y casi 50% en los proyectos de carretera.

Así también, en el estudio realizado por Ibañez (2018) en un proyecto de edificación destinado a oficinas, se identificaron 142 incompatibilidades e interferencias, cuyo tiempo de retraso que generó su reparación en obra fueron de 104 días, lo que representa por lo menos 3 meses de ampliación de plazo, el cual impacta en el plazo de ejecución contractual, tal como se evidencia en la **Figura 33**.

ESPECIALIDAD	DIAS	HORAS
ESTRUCTURA	80.00	640.00
ARQUITECTURA		
INSTALACIONES SANITARIAS	6.00	48.00
INSTALACIONES MECANICAS	14.00	112.00
AGUA CONTRA INCENDIOS	4.00	32.00
	104.00	832.00

Figura 33. Resumen de días y horas por interferencia en el proyecto de oficinas

Fuente: Ybañez, 2018

Cabe mencionar que los días calculados en la **Figura 33**, no consideran el tiempo que representa consultar al proyectista especialista y la espera en las respuestas, esto incrementaría aún más el tiempo determinado inicialmente. Estas deficiencias en el diseño perjudican el cronograma de avance de obra de forma significativa, provocando no solo una variación en el plazo de ejecución sino en la productividad.

La metodología BIM mediante su modelamiento 3D permite conocer con mejor nivel de detalle el proyecto y poder hallar los errores en los planos, promoviendo el trabajo colaborativo, tramitando consultas anticipadamente y obtener respuestas en el tiempo apropiado sin impactar en el avance de la obra, lo que permite reducir el riesgo de ampliaciones de plazo respecto al establecido inicialmente para el proyecto.

Tal como menciona Farfán y Chavil (2016), mejorar la calidad de los documentos del proyecto relacionado a reducir las consultas de tipo incompatibilidades e interferencias, permite el cumplimiento del costo y plazo de la ejecución, ya que al tener un importante número de consultas podría influir en el flujo de producción continua en obra.

2.2.10 Productividad en obra

La productividad se define como la relación entre lo producido con los recursos utilizados durante un plazo y estándar de calidad establecido.

La pérdida de productividad es cuando ocurre un incremento de costos durante la ejecución, a causa de una variación en las condiciones, recursos o procesos, estimados o planificados originalmente.

La productividad en los proyectos de construcción puede verse perjudicada por factores que impactan el desarrollo eficiente de las actividades programadas como son: cambios en el proyecto, interferencias, demoras o atrasos, interrupciones, alteración de la secuencia constructiva, errores y retrabajos, entre otros.

2.3 Definición de términos básicos

- a. **Autodesk Autocad:** software del tipo CAD (Computer Aided Design), que significa “Diseño Asistido por Computadora”, con capacidad de edición, que permiten realizar dibujos en 2D. Hoy en día, es el programa más utilizado en el ámbito de la ingeniería y arquitectura, empleado para creación de planos de distintas especialidades (Autodesk, 2020).
- b. **Autodesk Revit:** software de diseño, que se utiliza para el modelado BIM (en 3 dimensiones). Plantea tres variantes: Revit Architecture, Revit Structura y Revit MEP, para las distintas especialidades del proyecto. Es una metodología innovadora de trabajo colaborativo, aumenta la eficiencia y la precisión en todo el ciclo de vida del proyecto. (Autodesk, 2020).
- c. **BIM:** sus siglas significan “Building Information Modeling”, es una forma colaborativa de trabajo para diseñar, construir y operar mejor los proyectos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020).

- d. **Cronograma de Obra:** es donde se define las actividades de las partidas, las cuales involucran el rendimiento, los materiales, las herramientas y la cantidad de personal (HH), para la ejecución de la obra. (Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado, 2019).
- e. **Ejecución de un proyecto:** es la puesta en marcha del proyecto, en la cual se aplican los documentos técnicos y económicos del expediente técnico. (Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado, 2019).
- f. **Incompatibilidades:** incoherencia de la información o deficiencias de diseño, que se presenta entre la información técnica de las especialidades que contiene el proyecto, provocando que los elementos no guarden relación. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019).
- g. **Interferencias interdisciplinarias:** cruce físico, colisiones y superposiciones que pueden existir entre los elementos del proyecto, entre dos o más especialidades. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019).
- h. **Metrado:** cuantificación de las partidas que forman parte del proyecto, cuyas unidades de medida ha sido establecidas en la Norma Técnica de Metrados para obras de edificación, y son necesarias para calcular el presupuesto estimado de obra. (Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado, 2019).
- i. **Modelamiento:** es una representación virtual en 3D del diseño del proyecto, que se realiza a partir de la información proporcionada por los planos, especificaciones técnicas, materiales, entre otras; que permite visualizar la construcción antes de su ejecución y coordinar de forma automática los cambios que se realizan. (Autodesk, 2020).
- j. **Plazo de Ejecución:** corresponde al plazo establecido en el contrato para la ejecución de un proyecto, el cual inicio al día siguiente del perfeccionamiento del contrato. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019).

- k. **Presupuesto de Obra:** representación del costo aproximado de la obra a ejecutar, compuesta por una serie de partidas y subpartidas, las cuales deben detallar todos los conceptos que comprende el proyecto. Está conformado por: costos directos (mano de obra, materiales, equipos y subcontratos) y costos indirectos (gastos generales, margen de utilidad e IGV). (Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado, 2019).

- l. **Procesos constructivos:** Secuencia ordenada de los trabajos de la obra organizados por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma. (Diccionario de la Construcción, 2020).

- m. **Productividad:** es la correlación que existe entre lo producido y lo usado en ello, así como el control eficiente de los recursos para cumplir con una actividad específica. (Real Academia Española, 2020).

- n. **RFI:** sus siglas se encuentran en inglés, que significan “Request For Information”, es decir; Requerimientos para la Información. Es un documento utilizado en obra, donde el contratista envía consultas al proyectista de una especialidad específica, ya sea por falta de información o por incompatibilización entre especialidades, a fin de realizar su ejecución en obra. (Diccionario de la Construcción, 2020).

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Aplicando la metodología BIM, en la identificación de las interferencias interdisciplinarias, influye de manera favorable en la ejecución de un proyecto multifamiliar

2.4.2 Hipótesis específicas:

- Identificando las interferencias sanitarias – estructuras de un proyecto multifamiliar beneficia los costos.
- Identificando las interferencias sanitarias – estructuras de un proyecto multifamiliar contribuye en el tiempo.
- Identificando las interferencias estructuras – arquitectura de un proyecto multifamiliar beneficia los costos.
- Identificando las interferencias estructuras – arquitectura de un proyecto multifamiliar contribuye en el tiempo.
- Identificando las interferencias sanitarias – sanitarias de un proyecto multifamiliar beneficia los costos.
- Identificando las interferencias sanitarias – sanitarias de un proyecto multifamiliar contribuye en el tiempo.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es **mixto**, porque se recolecta, analiza y se relacionan datos cuantitativos y cualitativos en el estudio.

3.1.2 Tipo de investigación

La presente investigación es de **tipo correlacional**, ya que se trata de determinar la relación existente entre las variables.

3.1.3 Nivel de investigación

El nivel de esta investigación es **explicativo**, ya que hay una relación causa efecto entre las variables propuestas.

3.1.4 Diseño de la investigación

Esta investigación es **experimental** por la manipulación de la variable independiente y **longitudinal** porque se han obtenido datos en distintos periodos de tiempo (gradual al desarrollo de los modelos 3d).

3.1.5 Método de la investigación

El método de la presenta investigación es **hipotético deductivo**, porque se cuenta con hipótesis planteadas que serán posteriormente comprobadas con los datos obtenidos en el estudio.

3.2 Variables y definición operacional

3.2.1 Variable independiente

Se tiene como variable independiente a:

- Interferencias interdisciplinarias

Se deben considerar también las dimensiones tales como: Sanitarias-Estructuras, Sanitarias – Arquitectura y Sanitarias – Sanitarias.

3.2.2 Variable dependiente

Se tiene como variable dependiente a:

- Ejecución

Se deben considerar también las dimensiones tales como: Costo y Tiempo.

3.2.3 Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

OBJETIVOS	VARIABLES	
<p>Objetivo General Aplicar la metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias con la finalidad de evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto multifamiliar</p>	V: INDEPENDIENTE	V: DEPENDIENTE
	X: Interferencias Interdisciplinaria	Y: Ejecución
	DIMENSIONES DE X	DIMENSIONES DE Y
	X1: Sanitarias – Estructuras X2: Estructuras – Arquitectura X3: Sanitarias - Sanitarias	Y1: Costos Y2: Tiempo
	INDICADORES DE X	INDICADORES DE Y
X11: Planos Estructurales X12: Planos Sanitarios X21: Planos Estructurales X22: Planos Arquitectónicos X31: Planos de Redes de agua X32: Planos de Redes de desagüe	Y11: Presupuesto Inicial Y12: Presupuesto Modificado Y21: Plazo Contractual Y22: Plazo Modificado	

Elaborado por: las autoras

3.3 Procedimiento

Para poder aplicar la metodología BIM, primero se recopiló la información técnica del proyecto en estudio; luego, se seleccionó el software Revit como herramienta BIM para realizar el modelamiento del diseño de las especialidades de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias del proyecto multifamiliar en estudio, lo cual permitió identificar las colisiones interdisciplinarias. Posteriormente, estas interferencias se clasificaron por impacto que generarían en la ejecución del proyecto, mediante cuadros y gráficos de barra; asimismo, se realizó la identificación de incongruencias de forma manual, mediante el software Autocad, a fin de realizar un comparativo entre los resultados obtenidos con ambos programas.

Finalmente, en base a los aportes técnicos de los profesionales sobre las problemáticas identificadas con la metodología BIM, se pudo estimar el sobrecosto y el tiempo adicional que representan estas reparaciones en obra.

Otra de las ventajas que proporciona aplicar la metodología BIM, es la obtención de metrados a partir de los modelos realizados, lo cual permitió extraer la cuantificación de los elementos considerando los de mayor variación respecto a las cantidades establecidas en el presupuesto del proyecto. Esta diferencia de metrados permitió calcular la cantidad de días adicionales que representan e impactan en el plazo de ejecución estimado inicialmente.

En ese sentido, realizando el procedimiento descrito se evaluó cómo la aplicación de la metodología BIM en la identificación de interferencias interdisciplinarias influye en la ejecución del proyecto multifamiliar seleccionado.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron en la siguiente investigación para la recolección de datos, se detallan a continuación.

En las **técnicas** de recolección de datos:

- Se recopiló información del proyecto en estudio como: planos de las distintas especialidades, así como memoria descriptiva.
- Se recopiló investigaciones pasadas relacionadas a la implementación de la metodología BIM, a fin de realizar un comparativo de los resultados obtenidos.

- Se realizaron encuestas a profesionales en proyectos de construcción, lo cual permitirá obtener información que sustente la aplicación de la metodología en relación a la problemática expuesta.
- Consultas a profesionales en la materia a través de entrevistas.

En los **instrumentos** de recolección de datos:

- Se utilizó la herramienta Autodesk Revit para la modelación en 3D, a fin de identificar incongruencias en el diseño y extraer metrados de los elementos modelados.
- Se utilizó el software Autodesk AutoCAD, para verificar los planos del proyecto, e identificar incongruencias en el diseño de forma manual.
- Se utilizó el software Ms Project, para la evaluación del cronograma de obra.

3.5 Técnicas para el procesamiento de información

La información fue analizada e ingresada al software Revit, a fin de realizar el modelamiento 3D de la edificación; este proceso permitió identificar las posibles deficiencias en el diseño en las distintas especialidades del proyecto las cuales fueron registradas y organizadas en cuadros que representan reportes, para una mejor comprensión. Se utilizó Microsoft Excel como herramienta de procesamiento.

La información obtenida permitió estimar un monto adicional que afectaría al presupuesto de obra y determinar un plazo aproximado que afectaría en la ejecución del proyecto.

3.6 Diseño muestral

La muestra estudiada para la presente investigación es el Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, que se está ejecutando mediante un sistema tradicional. Este se encuentra ubicado en el distrito de San Miguel, departamento de Lima.

El método de muestreo es no probabilístico, ya que la muestra ha sido escogida al ser un caso de estudio accesible para las investigadoras.

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Descripción del proyecto

El Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, tiene un área de 839.70 m², conformado por 12 pisos, 2 sótanos y azotea con un total de 95 departamentos, estacionamientos en sótanos y áreas de recreación común en la azotea.

El proyecto se desarrolló teniendo en consideración el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A.010 (Arquitectura), Norma A.020 (Vivienda), el D.S. N°013-2013-VIVIENDA, las ordenanzas municipales y el Certificado de Parámetros Urbanísticos correspondiente, emitido por la Municipalidad de San Miguel.



Figura 34. Render final del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza
Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.2 Ubicación del proyecto

El proyecto en estudio se encuentra ubicado en Jirón Echenique, distrito de San Miguel, en la provincia y departamento de Lima.

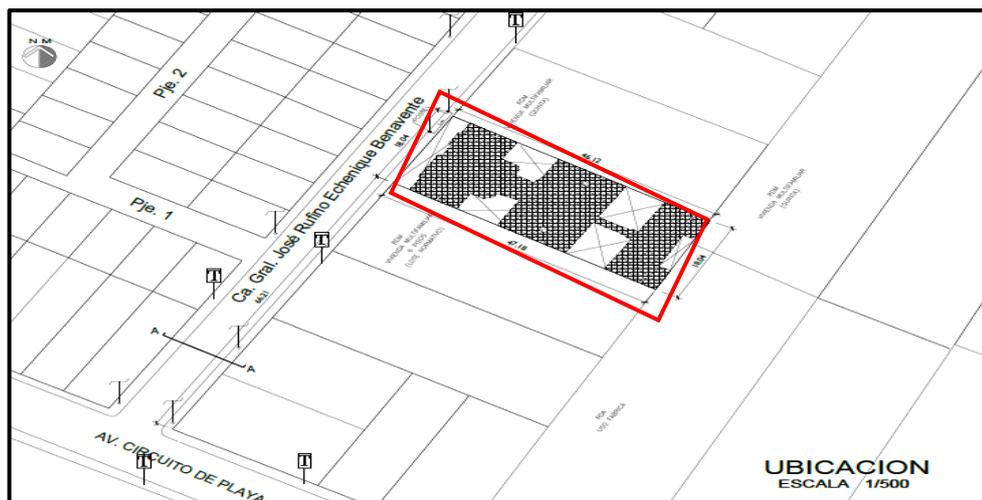


Figura 35. Plano de ubicación del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza
Elaborado por: las autoras

4.3 Presupuesto y plazo de ejecución

El resumen presupuesto estimado para el Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza se muestra en la siguiente tabla.

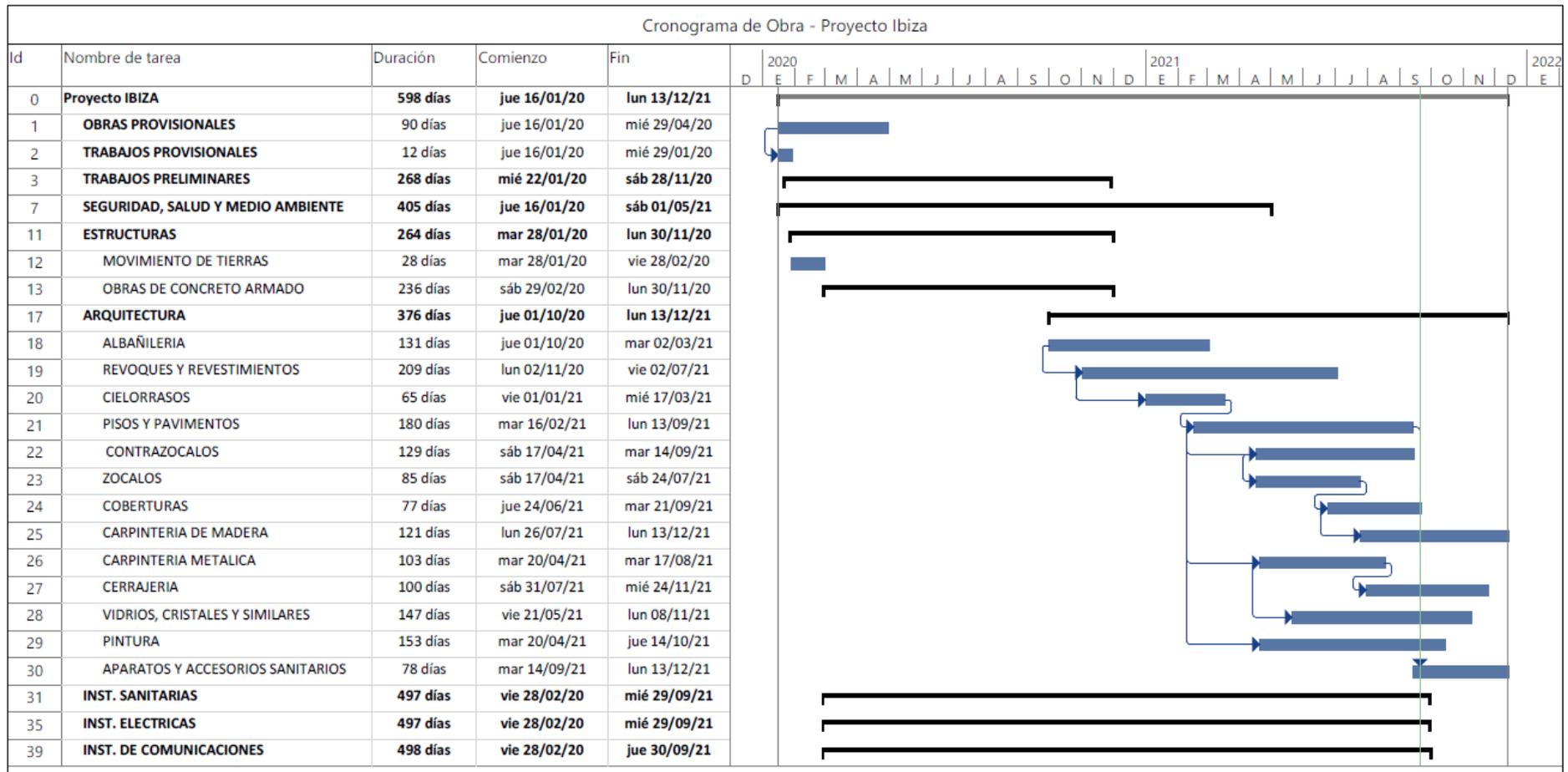
Tabla 3. Resumen del presupuesto del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO			
Item	Descripción		Parcial (S/.)
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		493,468.34
2	ESTRUCTURAS		3,723,906.50
3	ARQUITECTURA		3,239,435.28
4	INSTALACIONES SANITARIAS		1,065,005.46
5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		1,182,144.30
6	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES		140,256.22
7	INSTALACIONES DE GAS		153,391.27
	COSTO DIRECTO		9,997,607.37
	GASTOS GENERALES	8%	799,808.59
	UTILIDAD	4%	399,904.29
	SUB TOTAL		11,197,320.25
	IGV	18%	2,015,517.65
	TOTAL DEL PRESUPUESTO		13,212,837.90

Elaborado por: las autoras

En relación con el plazo de ejecución del proyecto en estudio es de 15 meses (441 días aproximadamente), el mismo que se vio afectado por el COVID-19, como todos los proyectos en el país, por lo que se estimó una cantidad 157 días de paralización de actividades, obteniendo un total aproximado de 598 días.

Figura 36. Cronograma estimado del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza



Elaborado por: las autoras



Figura 38. Elevación de calzaduras - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza
 Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

Del 1º al 13º piso, está conformado por columnas, placas y vigas las cuales forman pórticos en ambas direcciones de la edificación a fin de cumplir con el diseño sismo resistente.



Figura 39. Desarrollo de muros y placas en elevación - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza
 Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

Los techos de los niveles superiores y los sótanos se encuentran formados por losas aligeradas y losas macizas.

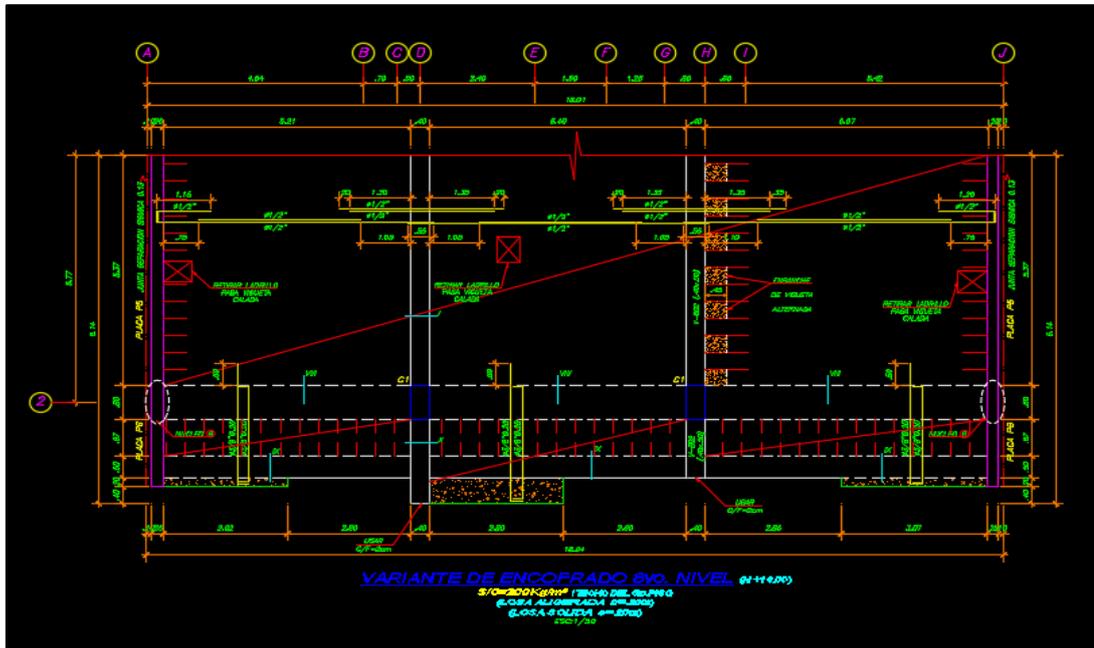


Figura 40. Plano de encofrado de techo de 8vo nivel - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

Las vigas son peraltadas y las columnas han sido dimensionadas según las estimaciones arquitectónicas y estructurales. En ambos sentidos del estudio de los elementos sismo resistentes principales son los muros de concreto armado.

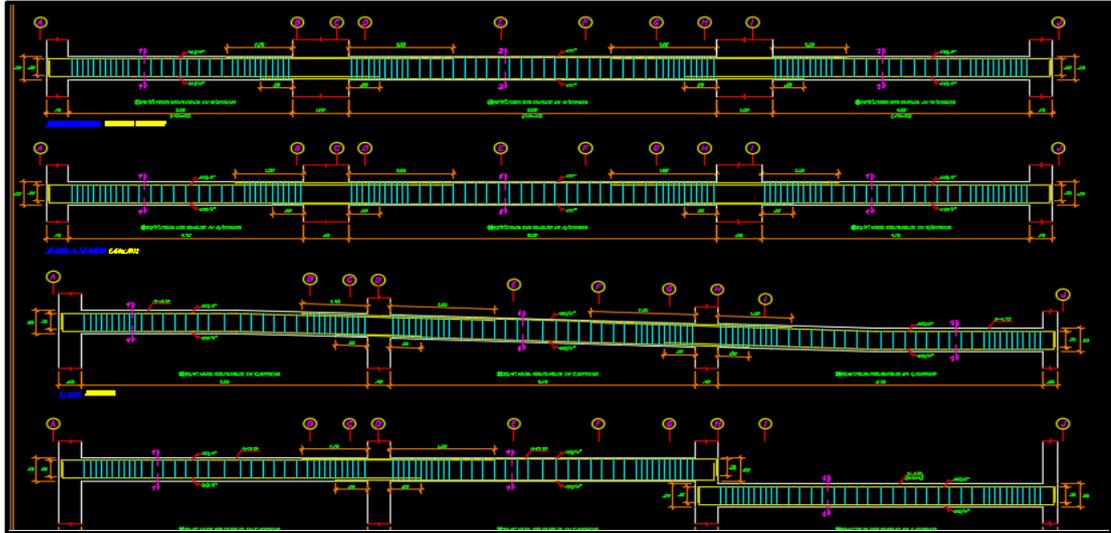


Figura 41. Plano de desarrollo de vigas - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

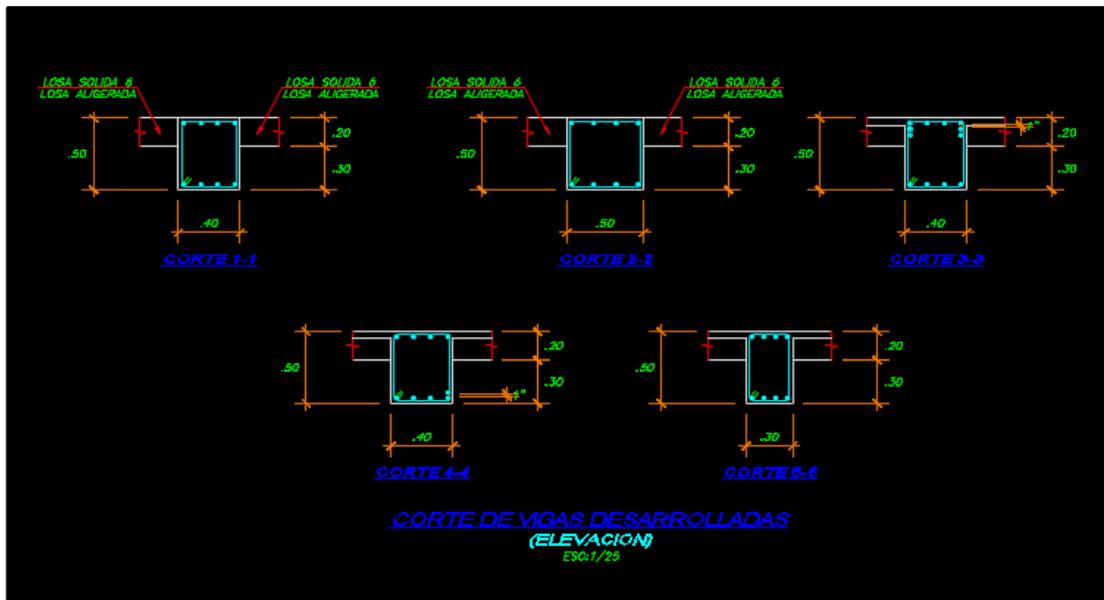


Figura 42. Corte de vigas desarrolladas - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

Las normas utilizadas para el desarrollo estructural del presente proyecto son:

- General: Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú (RNE)

- Norma E.020 Cargas
- Norma E.030 Diseño Sismo resistente
- Norma E.050 Suelos y Cimentaciones
- Norma E.060 Concreto armado
- Norma E.070 Albañilería
- Materials: American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Concreto Estructural: American Concrete Institute - Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI350-01).

4.4.2 Especialidad de arquitectura

Este proyecto de edificación es de tipo multifamiliar residencial con 12 pisos, 2 sótanos y azotea con un total de 95 departamentos, estacionamientos en los sótanos y áreas comunes de recreación en la azotea.

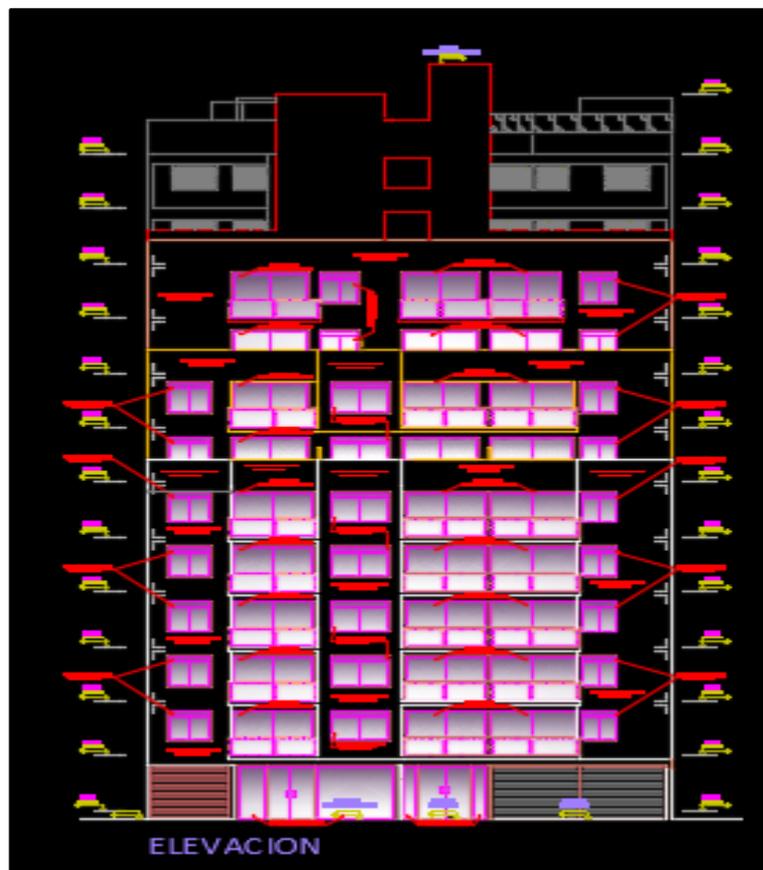


Figura 43. Elevación del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.4.2.1 Accesos

Esta edificación cuenta con 3 accesos: uno de ellos es el ingreso al local comercial, el segundo, es el ingreso a la edificación misma, inicialmente al lobby y recepción, para posteriormente ir a los departamentos y, el tercero, es el ingreso vehicular a los dos sótanos para estacionamientos.

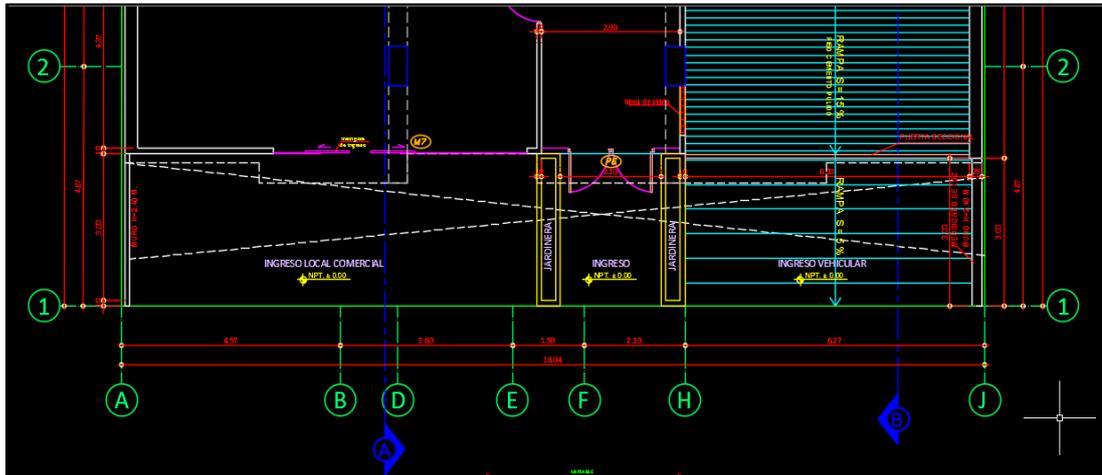


Figura 44. Plano de planta del primer piso - accesos - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.4.2.2 Distribución

- **Cisterna:** este ambiente tiene escalera de acceso, cuarto de bombas, cisterna de agua contra incendios y cisterna de agua de consumo doméstico.

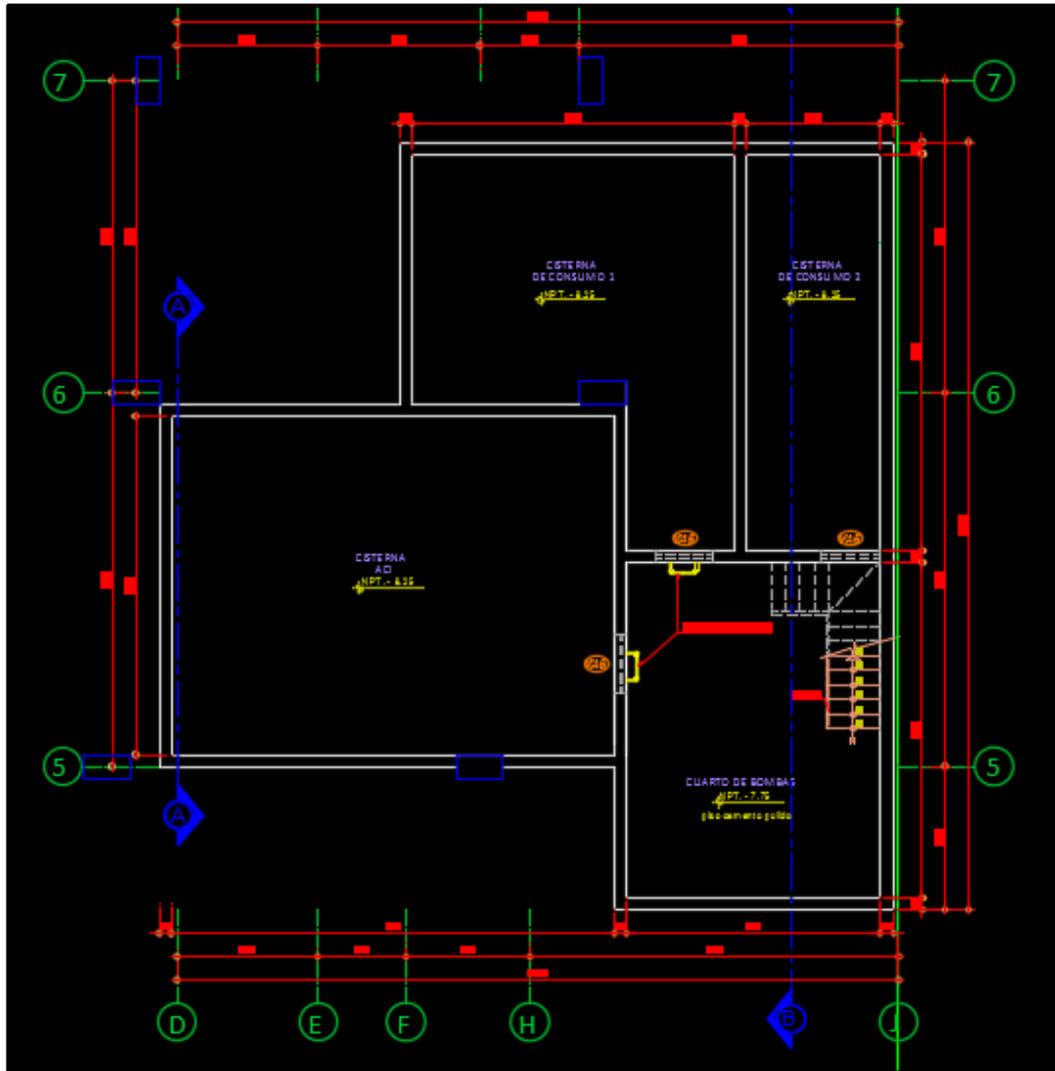


Figura 45. Plano de planta de cuarto de bombas y cisternas - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

- **Sótanos:** la edificación cuenta con 2 sótanos que tienen un total de estacionamientos simples, depósitos, ascensor y rampa de acceso vehicular.
- **Distribución general:** la edificación cuenta con departamentos con distribución típica, así como acceso a ascensores y escalera de evacuación.

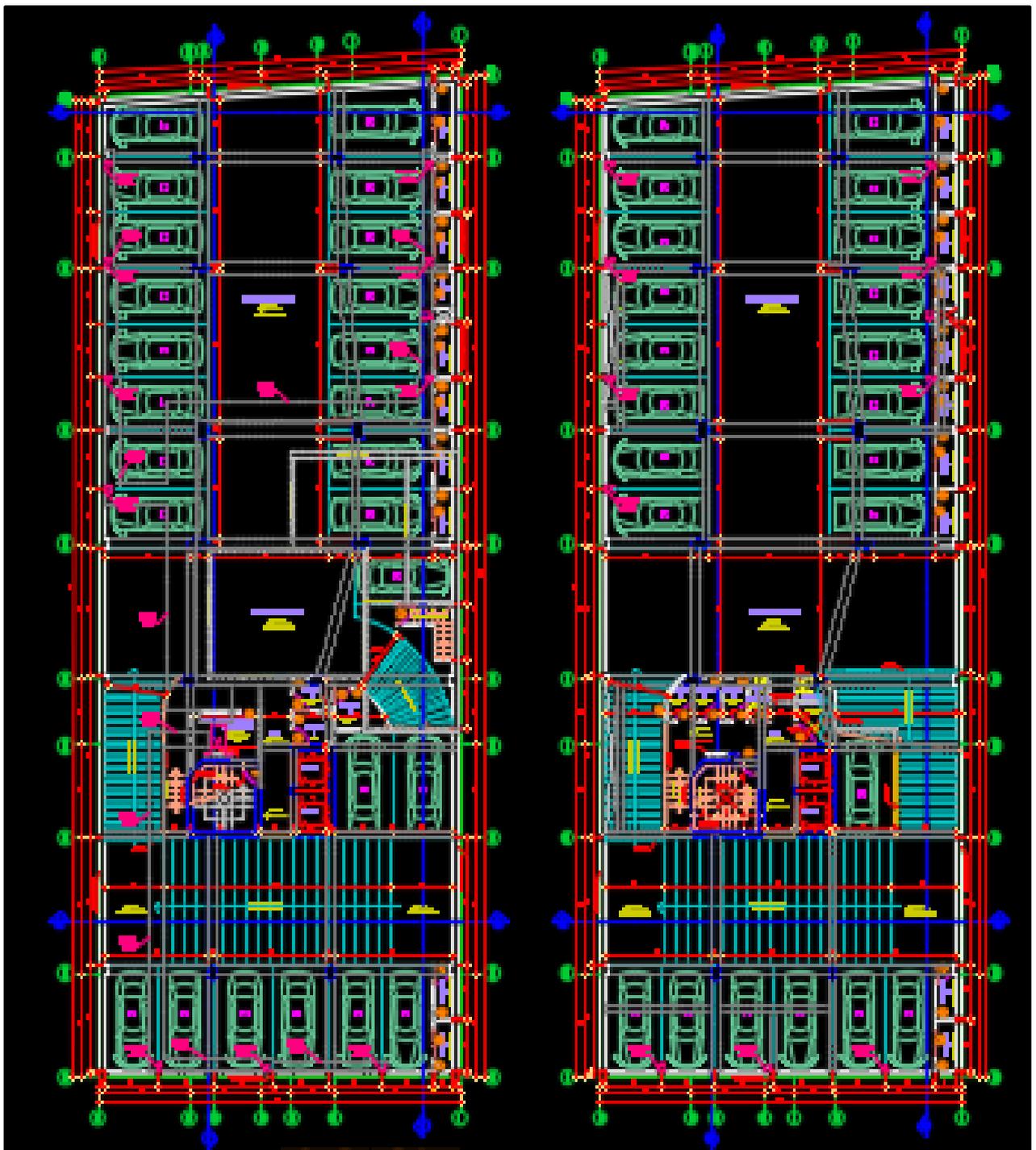


Figura 46. Plano de planta de sótanos 1 y 2 - Proyecto Multifamiliar
Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

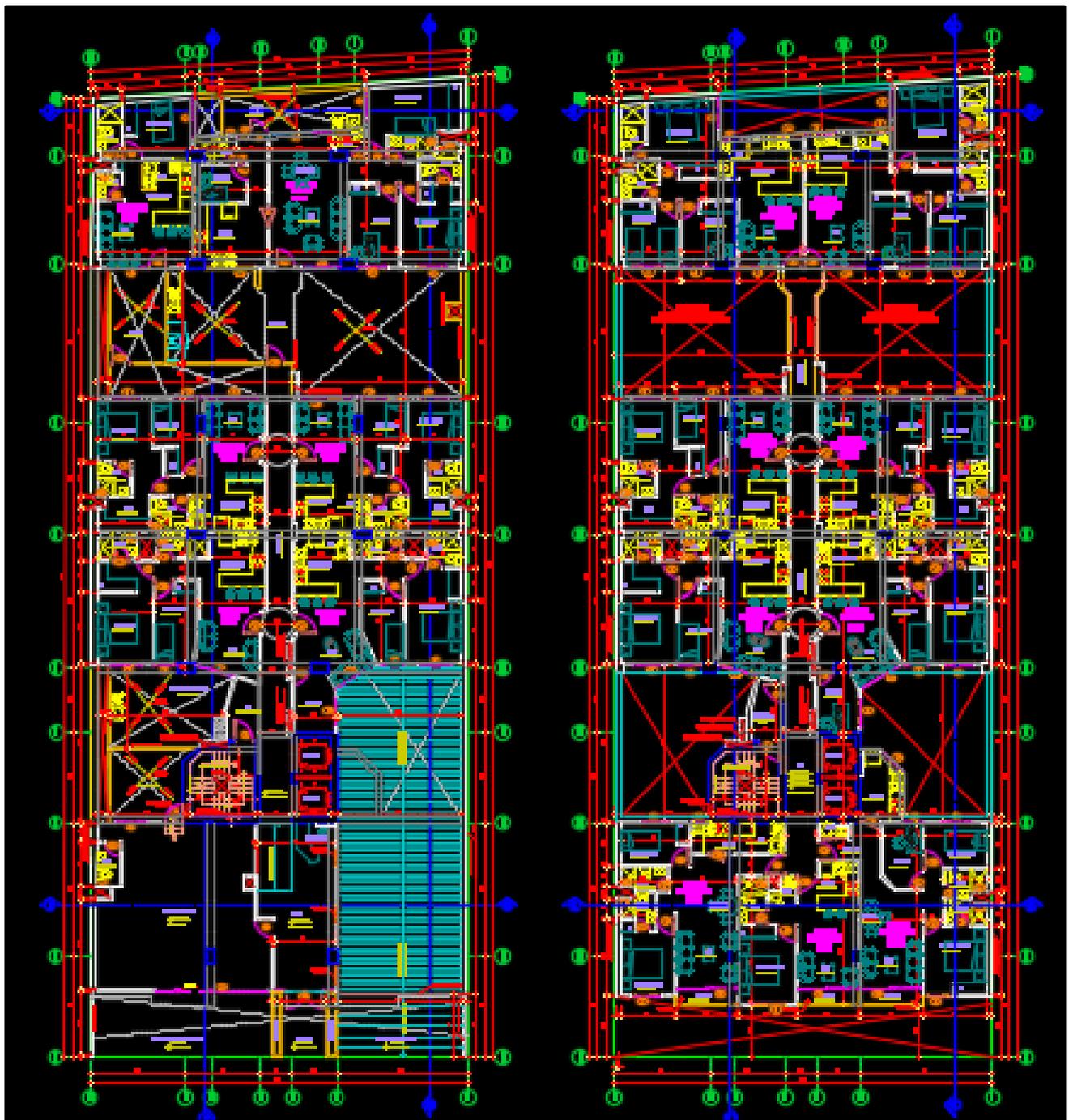


Figura 47. Plano de planta de piso 1 y 2 - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

- **Azotea común:** se ubican las áreas de esparcimiento del edificio y cuenta con zona de terraza, piscina y juegos infantiles.

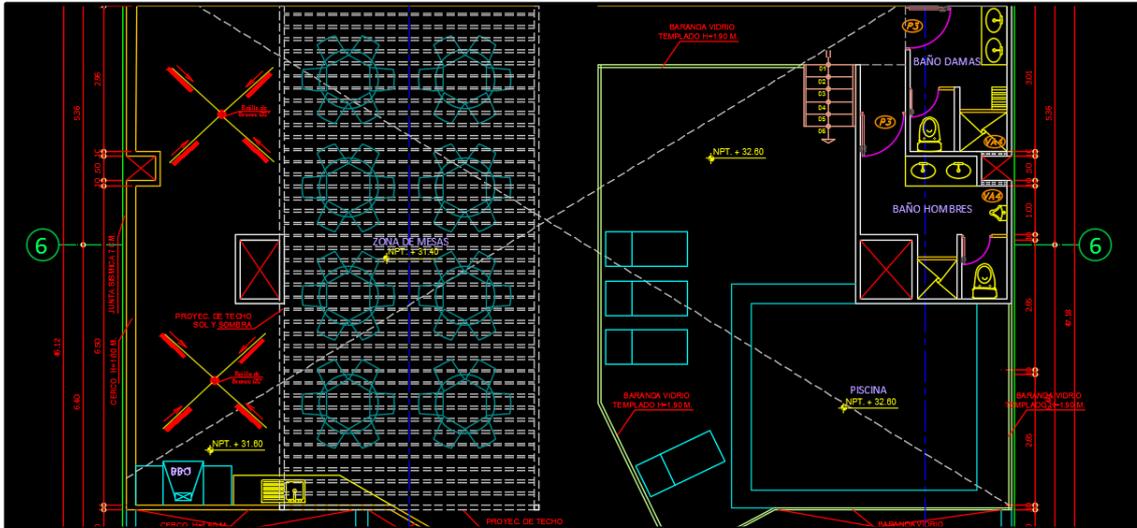


Figura 48. Plano de planta de azotea - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.1.1.1. Circulaciones

El acceso principal del exterior es por la avenida principal, presenta circulaciones horizontales y verticales, asimismo, cuenta con un pasadizo interior en cada nivel para la distribución interna de los departamentos. Se precisa que, para acceder a los niveles superiores del citado proyecto, existen 2 ascensores y una escalera.

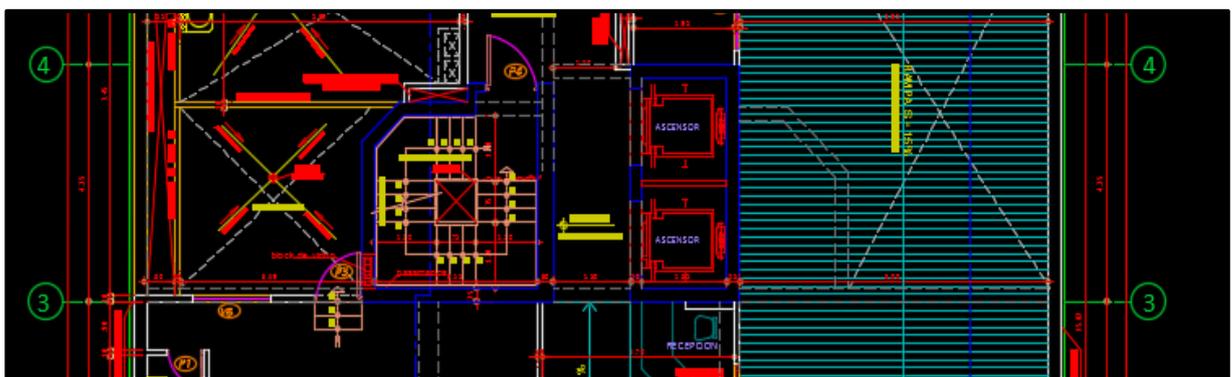


Figura 49. Plano de planta del primer piso - circulaciones - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.4.3 Especialidad de instalaciones eléctricas

La red de alimentación es mediante una acometida subterránea, la cual se distribuye a los bancos de medidores (uno para el sistema contraincendios, y el otro para los servicios generales de la edificación), y mediante los montantes se distribuyen piso a piso, hasta los tableros de distribución en cada departamento.

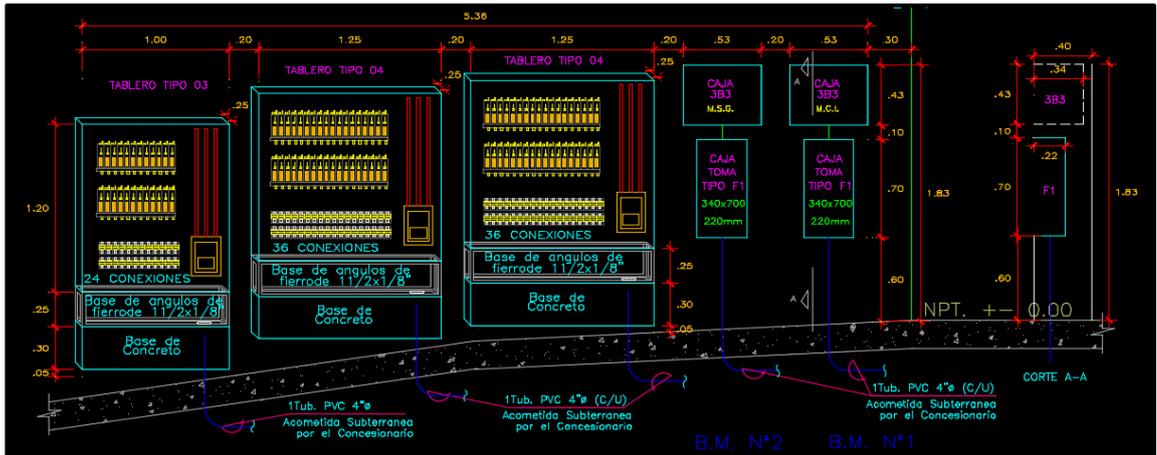


Figura 50. Detalle de banco de medidores y concentradores - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

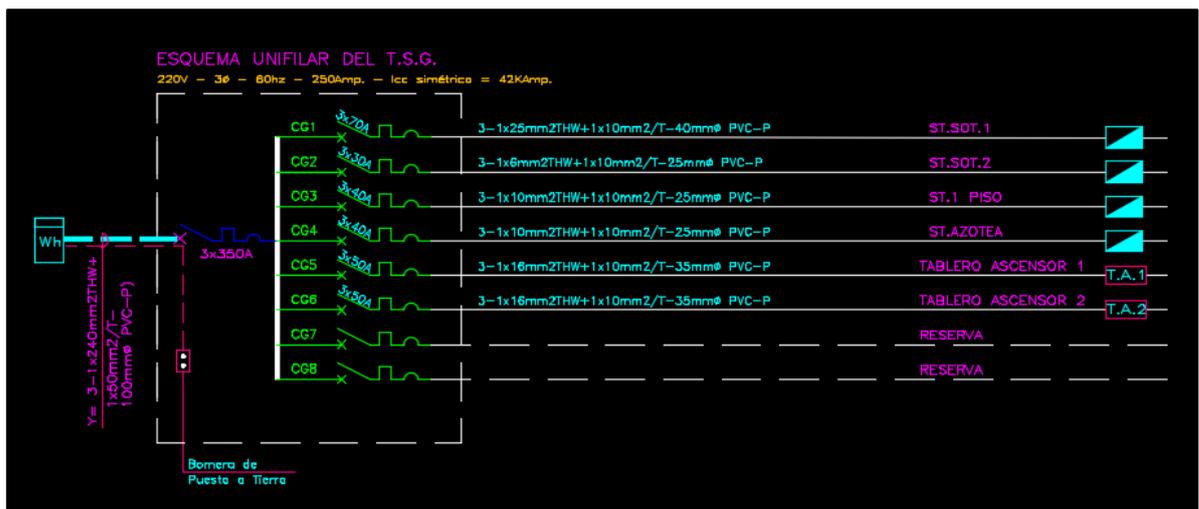


Figura 51. Diagrama unifilar de tablero de servicios generales - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

En relación con el esquema de montantes, estos se distribuyen de piso a piso, mediante una canalización a lo largo del pasadizo y llegan a los tableros de distribución para cada departamento.

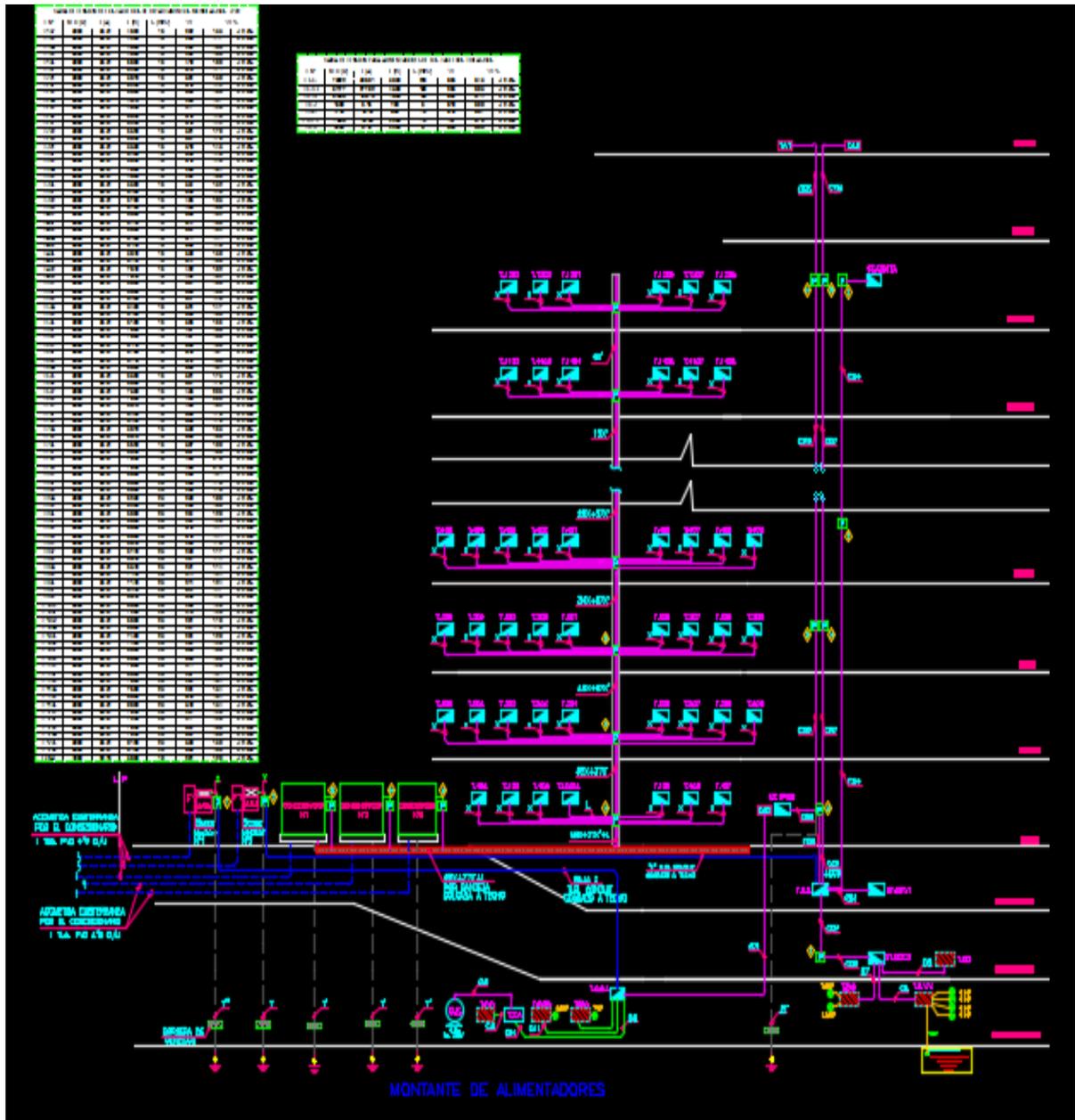


Figura 52. Diagrama de montantes de instalaciones eléctricas - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza.

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

En relación con esta especialidad, se cuenta con dos planos:

- **Plano de tomacorriente y fuerza:** se identifica la ubicación de los tomacorrientes simples, así como los especiales utilizados en cocinas y baños, salidas para extractores, entre otros.

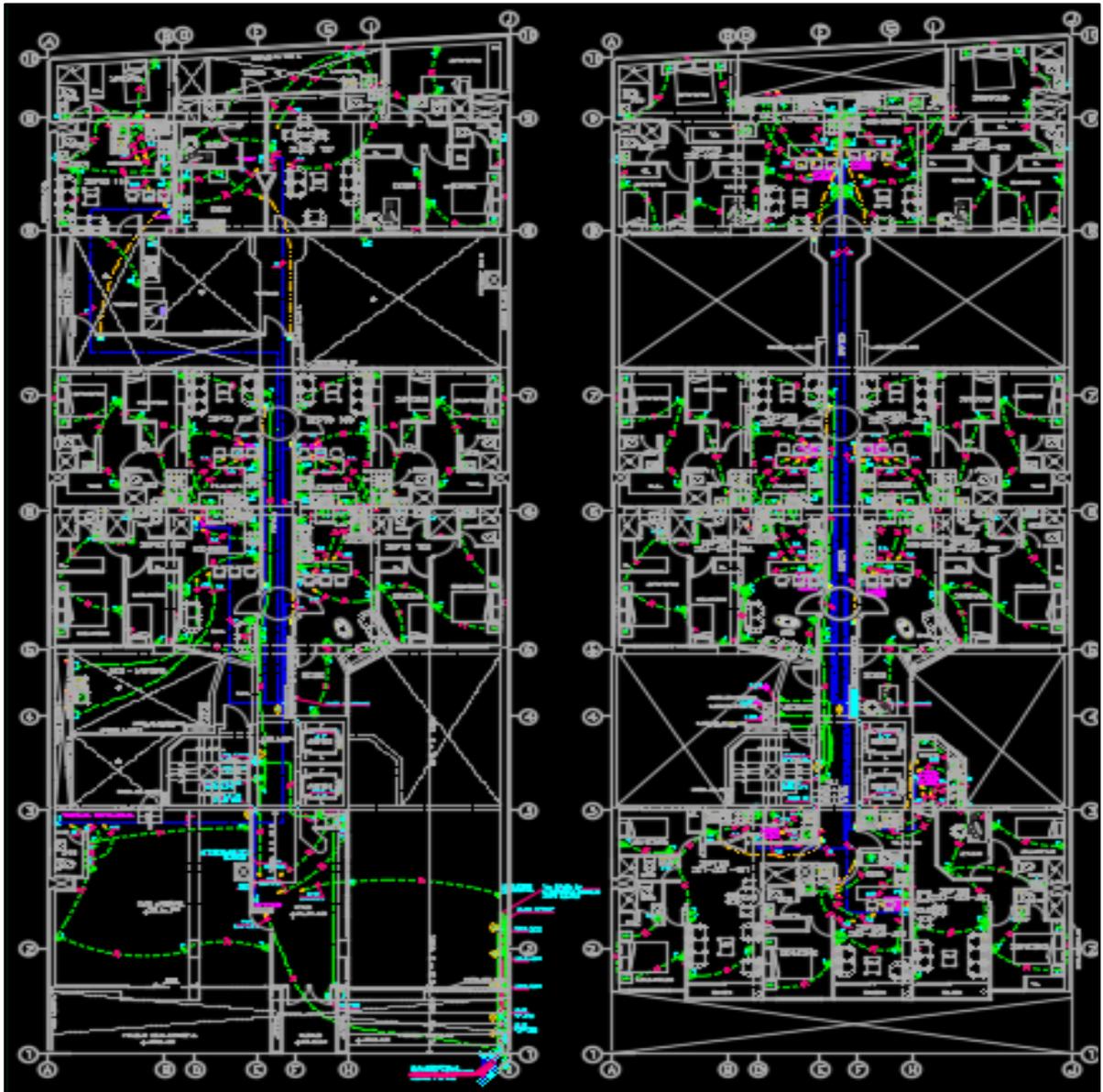


Figura 53. Plano de tomacorrientes y fuerza de piso 1 y 2 - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

- **Plano de alumbrado y luces de emergencia:** se identifica la ubicación de luminarias en techo, interruptores, cajas de pase en pared, entre otros.



Figura 54. Plano de alumbrado y luces de emergencia de piso 1 y 2 -
Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza
Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

Es preciso indicar que tanto los bancos de medidores y concentradores se conectan a una barra equipotencial y de ahí hacia el pozo a tierra correspondiente, como mecanismo de seguridad.

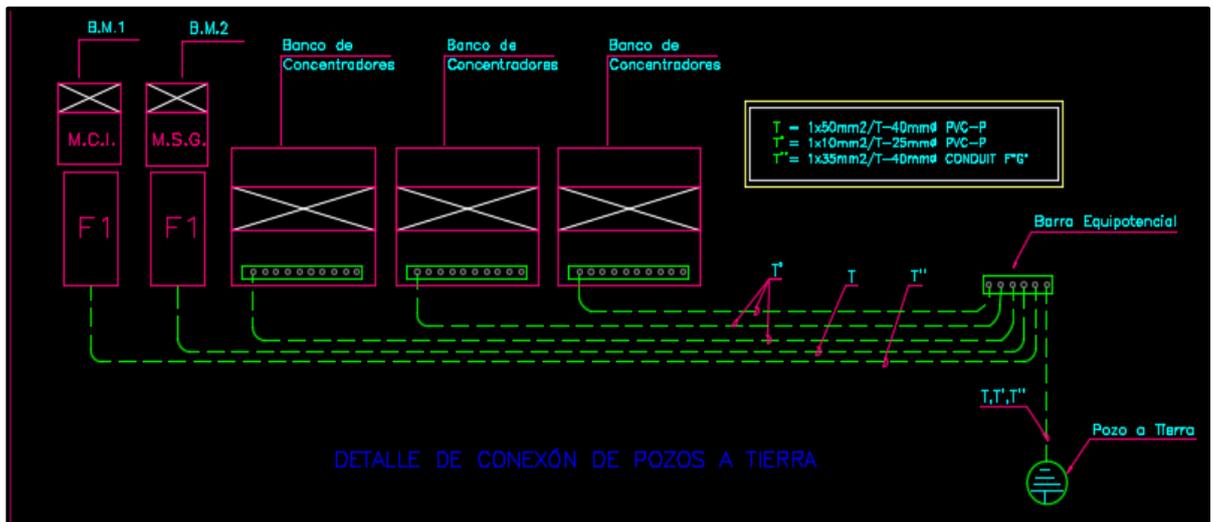


Figura 55. Detalle de conexión de pozos a tierra - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.4.4 Especialidad de instalaciones sanitarias

La edificación se ha realizado en función de los planos de arquitectura: distribución, cortes y elevaciones, el Título III, Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.4.4.1 Sistema de agua fría

La edificación cuenta con un abastecimiento de agua por medio de una línea de alimentación desde la conexión al edificio (medidor principal) y la cisterna; y por medio de un sistema de electrobombas bombean el agua mediante una tubería de alimentación, el cual se distribuye en montantes y estas a cada departamento del edificio. Asimismo, al ingreso de cada departamento se cuenta con el medidor respectivo.

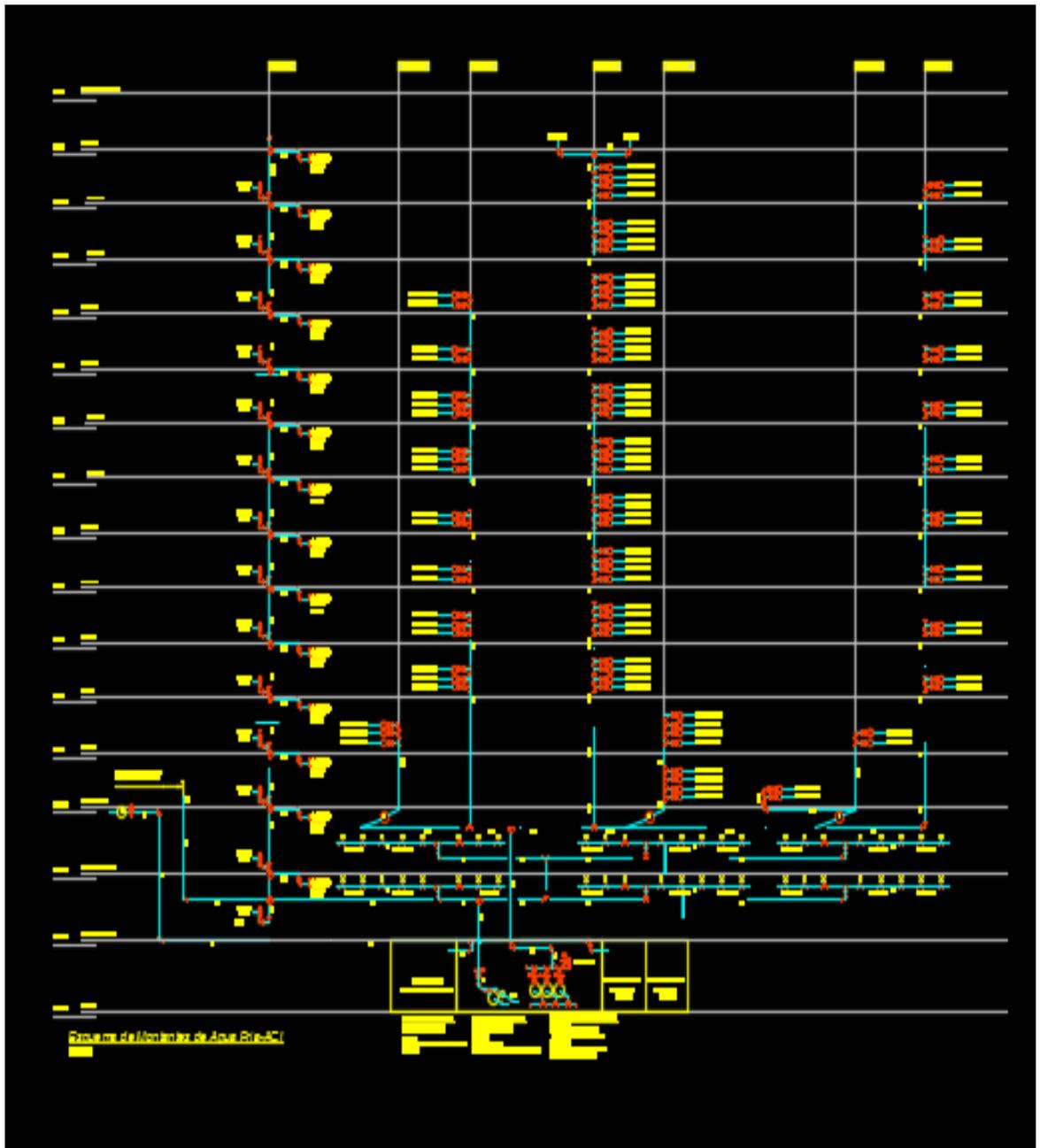


Figura 56. Esquema de montaje de agua fría y ACI - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

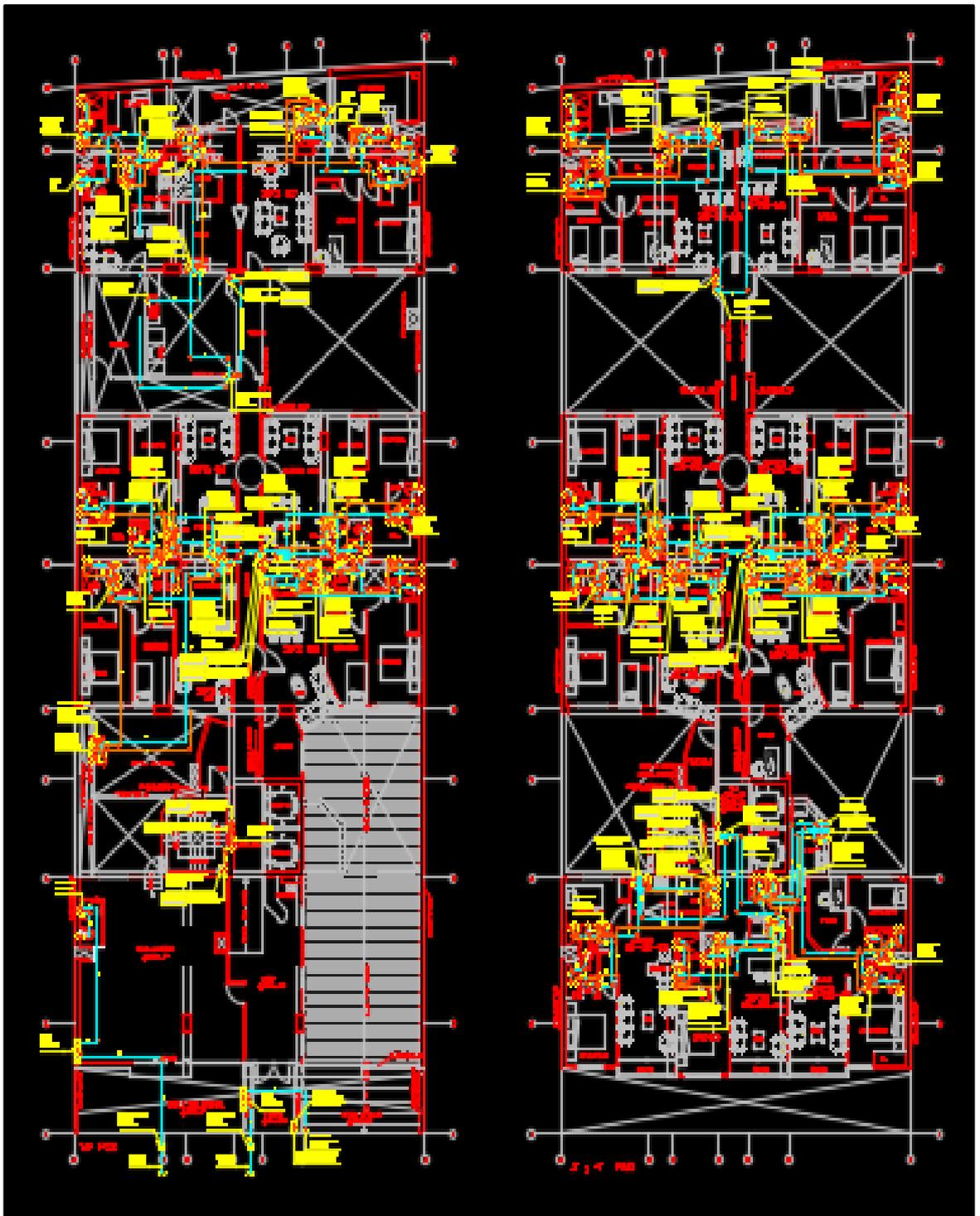


Figura 57. Red de agua – planta de 1º y 2º piso - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.4.4.2 Sistema de desagüe y ventilación

Los desagües derivados de los distintos servicios de los aparatos sanitarios con que cuenta cada departamento, son drenados en la parte interna por gravedad mediante montantes y recolectadas por una caja de registro.

Existe una cámara de bombeo de desagüe, la cual mediante una tubería de impulsión la deriva a la caja de registro y luego es llevada a la red pública. En relación a las redes de ventilación, pueden ser independientes o por grupo para los accesorios sanitarios, y se elevan las tuberías por los ductos.

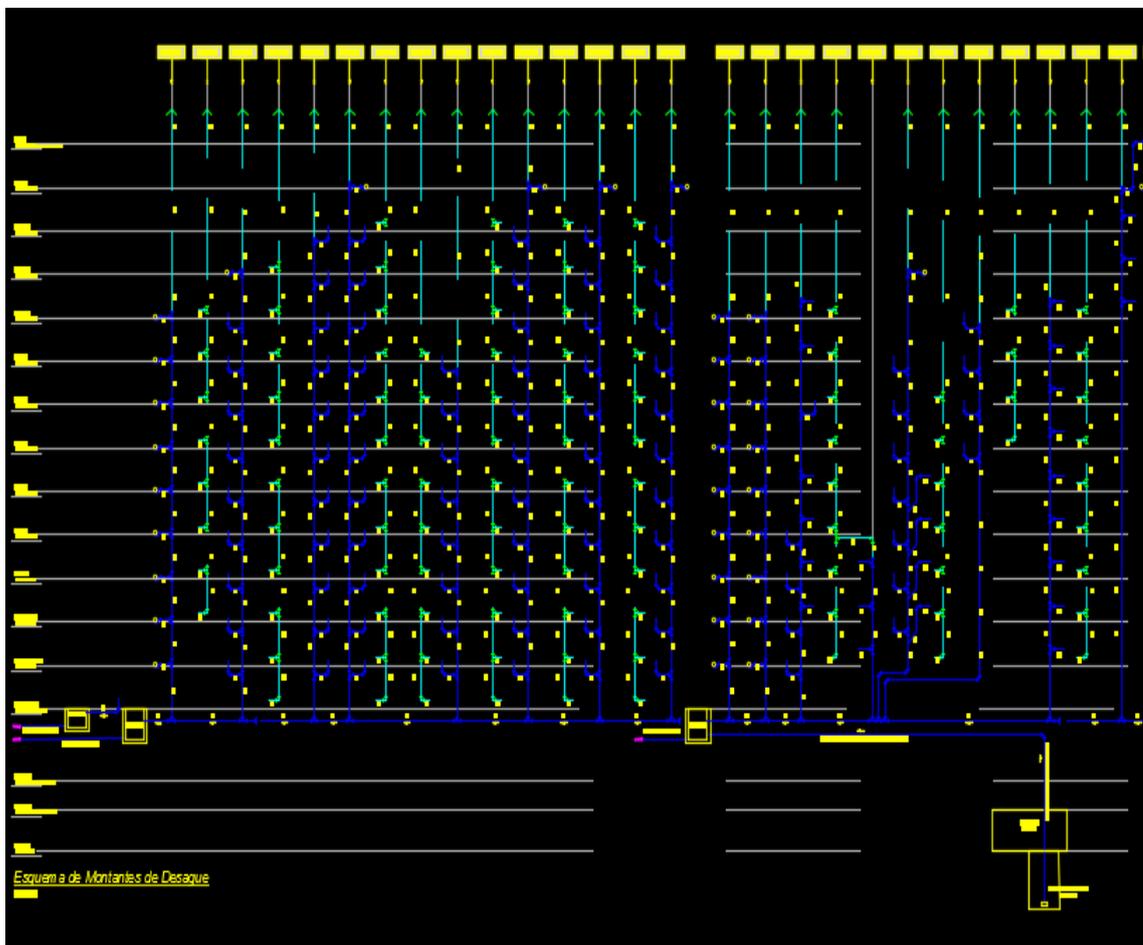


Figura 58. Esquema de montantes de desagüe y ventilación - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

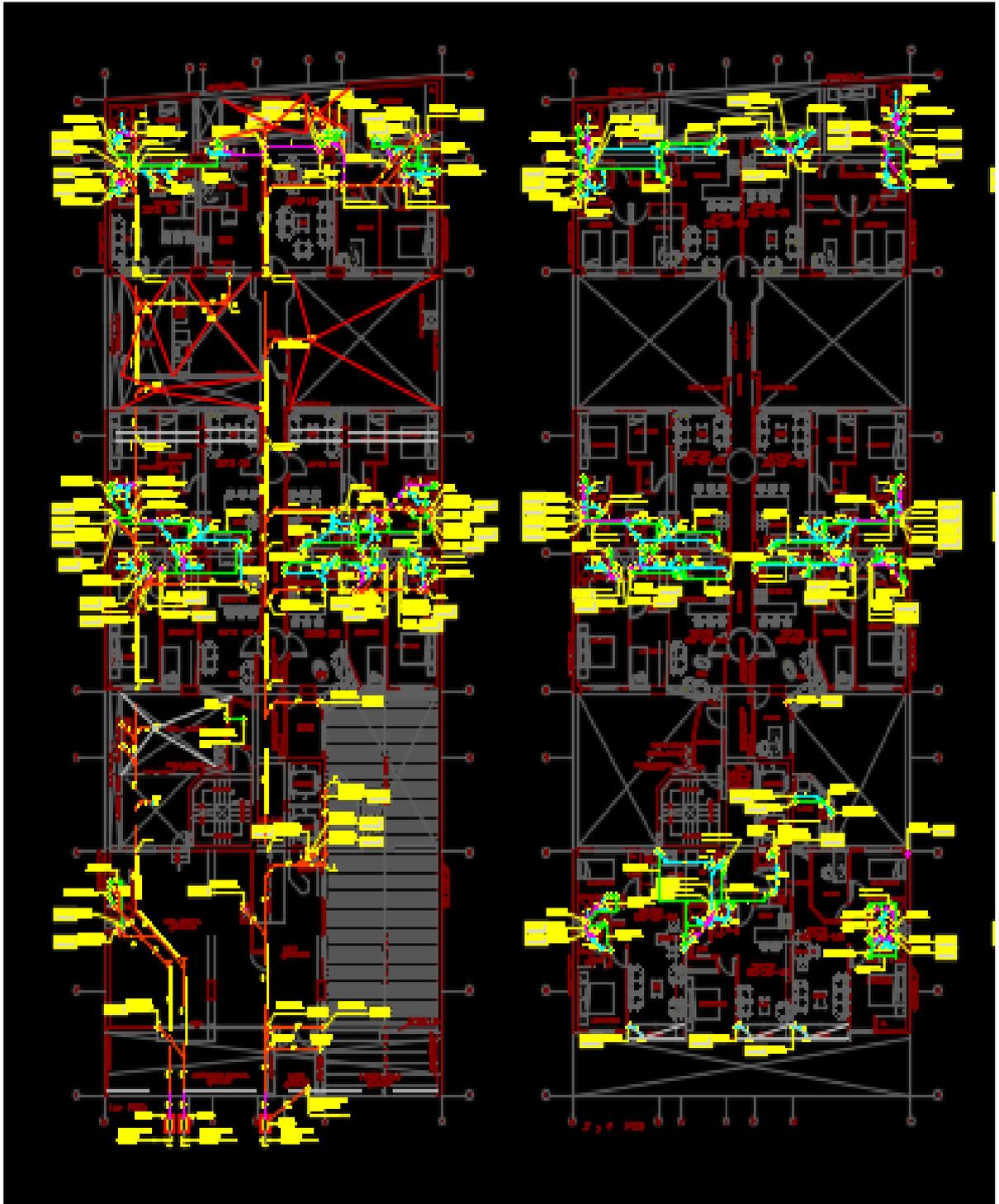


Figura 59. Red de desagüe y ventilación – planta de 1º y 2º piso - Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Fuente: Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, 2020

4.5 Vista 3d del proyecto en estudio

Se han recopilado los planos en Autocad 2016 de las especialidades de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza, a fin de realizar el modelamiento 3D mediante el software Revit 2022, el cual se basa en la metodología BIM, que garantiza un mayor control de la información ya que permite la preconstrucción en base a familias (objetos).

Para empezar a modelar se inicia con la elaboración de la estructura de la edificación, luego de la arquitectura y finalmente las instalaciones, los cuales pueden ser integrados y visualizarse el proyecto completo. Así también, es necesario realizar una plantilla del plano de Autocad en Revit (plantas y elevaciones), tal como se muestra en la **Figura 60**, posteriormente vincular el plano correspondiente, alinearlos, a fin de servir como base para el modelamiento; posterior a ello se insertan los elementos según el proceso constructivo.

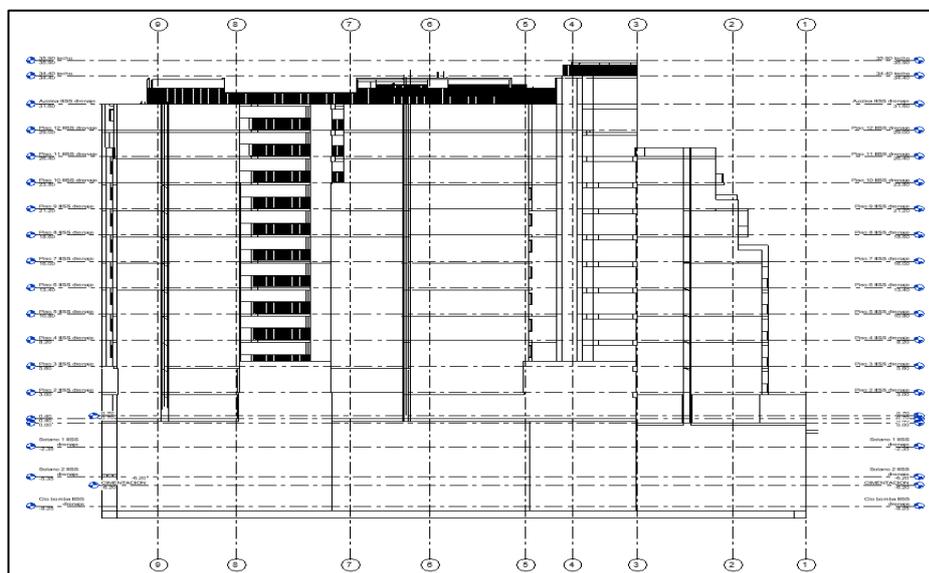


Figura 60. Plantilla en Revit de planos de Autocad 2d

Elaborado por: las autoras

A. Alcance del modelado 3d

Antes de iniciar con el modelamiento de un proyecto, es importante definir el fin por el cual queremos implementar BIM. Como se han mostrado en capítulos anteriores, sus usos son múltiples, principalmente que promueve el trabajo colaborativo, integrando a todo el equipo técnico, permitiendo un mejor control de la información que conforma el proyecto.

Los principales usos que se aplicarán en esta investigación se detallan en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Alcance de implementación BIM en el Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

Alcance de BIM en el Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza	
Principales Usos	Descripción
Diseño de Especialidades	Software Revit para verificar el diseño de las especialidades.
Metrados	Software Revit para obtener metrados directamente del modelo.
Detección de Interferencias e Incompatibilidades	Software Revit para identificar las principales interferencias e incompatibilidades.

Elaborado por: las autoras

B. Nivel de detalle

Para seleccionar el nivel de detalle es necesario tener claro los requerimientos mínimos que los distintos elementos del modelo deben incluir y la etapa en la que se encuentre el proyecto, los cuales dependerán del fin por el cual se usa BIM, tomando en cuenta que se puede contar con distintos niveles de LOD.



Figura 61. Niveles de desarrollo de modelado

Fuente: Chávez y Toledo, 2018

El modelado del PProyecto Multifamiliar Residencial Ibiza se realizó teniendo en cuenta un LOD 200 (Ver **Figura 61**), ya que el fin era la identificación de deficiencias en el diseño, así como la obtención de metrados.

4.5.1 Modelamiento virtual – especialidad de arquitectura

El modelo 3D de la especialidad de arquitectura está desarrollado con un nivel de detalle LOD-200, permitiendo visualizar una representación aproximada a como el proyecto se verá al finalizar su construcción. Teniendo este modelo, el cliente puede tener una idea más clara del proyecto, lo cual permitirá una mejor toma de decisiones y la satisfacción de sus expectativas.

En las **Figuras 62 y 63**, se puede visualizar el proyecto en estudio en sus vistas frontal y lateral.

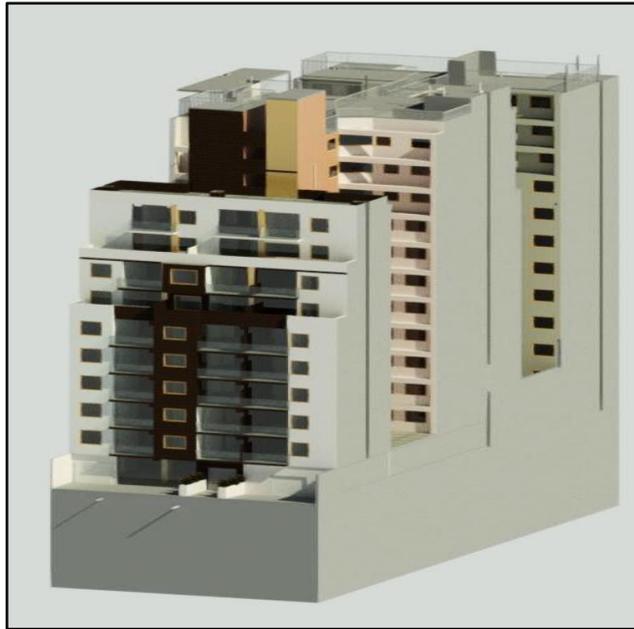


Figura 62. Modelo de la arquitectura – vista frontal
Elaborado por: las autoras

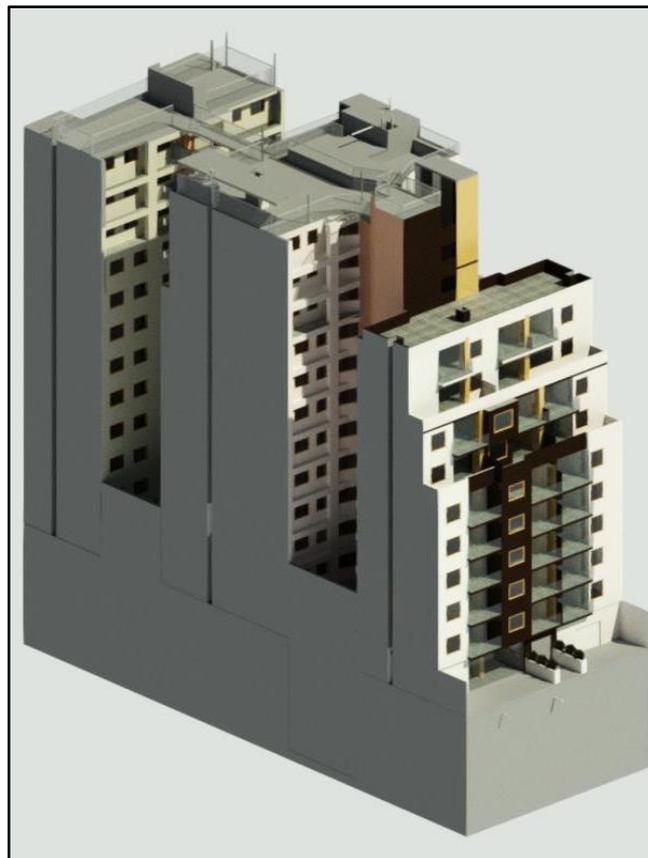


Figura 63. Modelo de la arquitectura – vista lateral
Elaborado por: las autoras

Asimismo, permite visualizar la distribución de ambientes por piso, así como los pasajes de acceso correspondientes a cada torre, como se observa en las **Figuras 64 y 65**. El dimensionamiento y la distribución de los pisos se elaboró en base a los lineamientos de los planos, para que sirva de referencia y sea más fácil ejecutar el modelado.

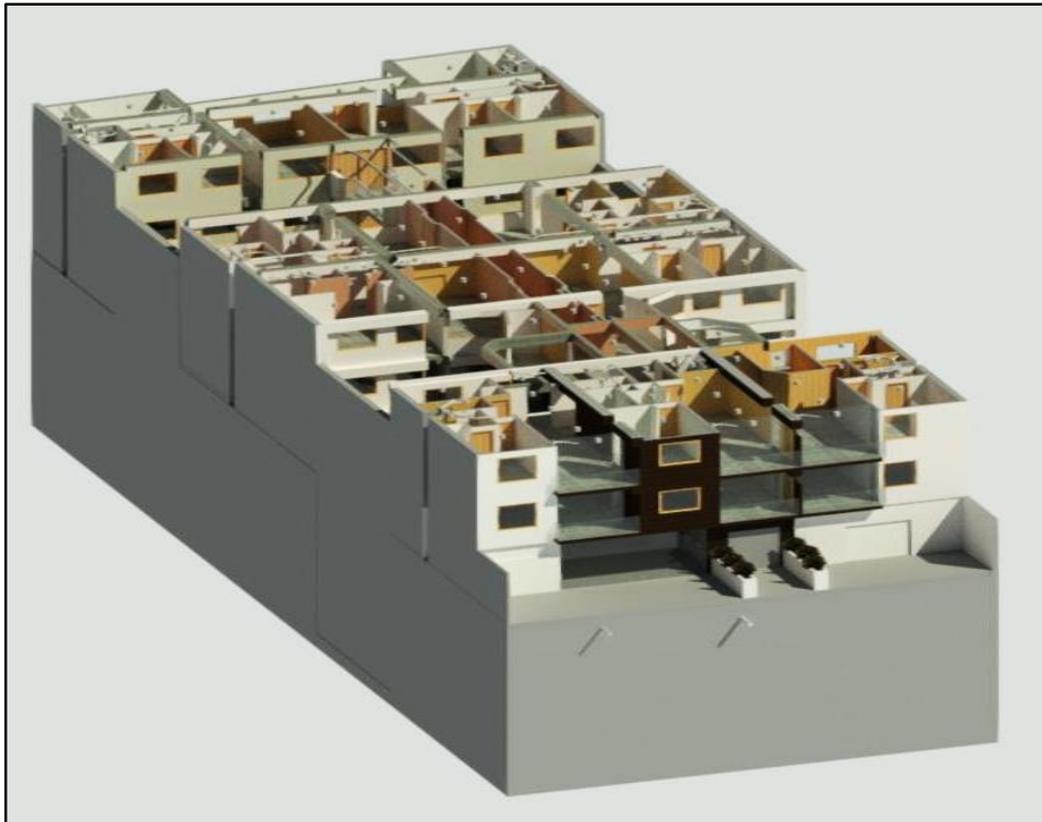


Figura 64. Distribución de ambientes en el piso 3
Elaborado por: las autoras

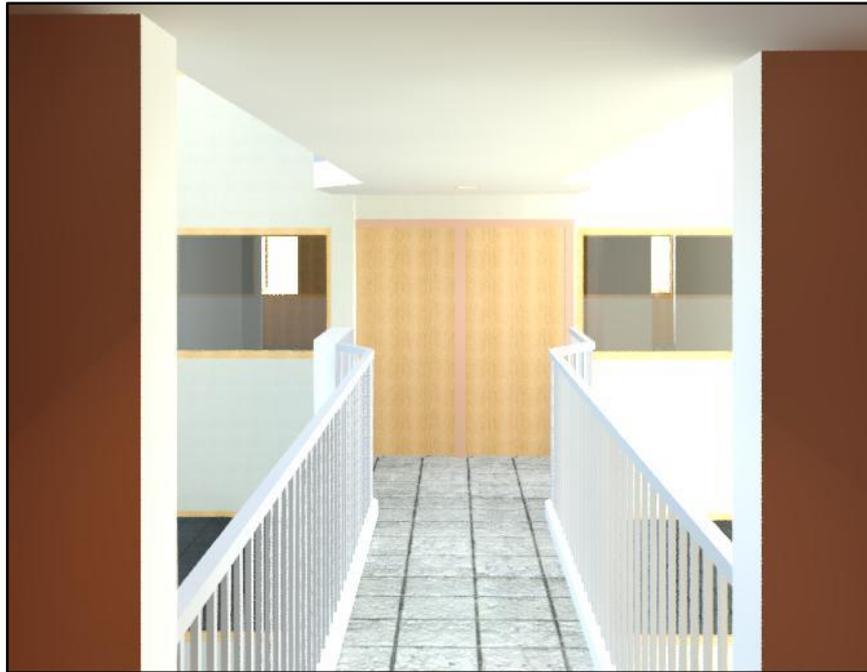


Figura 65. Puerta de ingreso a cada torre por piso
Elaborado por: las autoras

4.5.2 Modelamiento virtual – especialidad de estructuras

El modelamiento 3D de la especialidad de estructuras se realizó a partir de los planos y especificaciones técnicas del proyecto en estudio. Se fueron modelando los elementos estructurales, iniciando por la cimentación, considerando las dimensiones indicadas en los planos, así también considerando las características técnicas correspondientes. En la **Figura 66** se muestra el desarrollo de la cimentación.

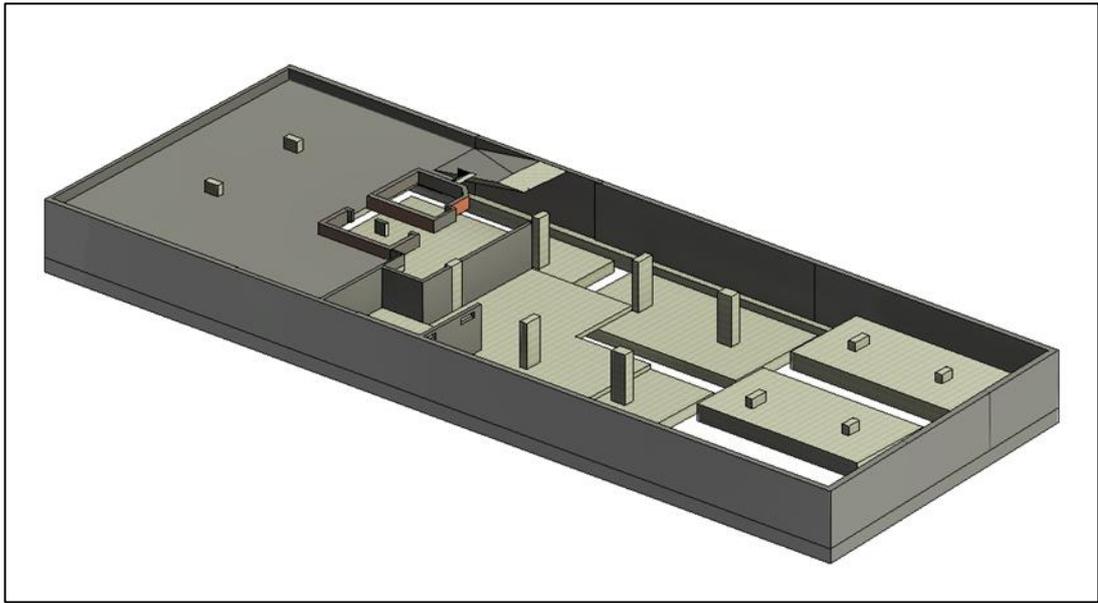


Figura 66. Modelamiento de la cimentación del proyecto

Elaborado por: las autoras

Asimismo, se realizó el modelamiento de columnas, placas, vigas y losas, según lo indicado en plano, especificaciones técnicas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y de acuerdo con el diseño del proyecto. En las **Figuras 67,68 y 69** se muestra el desarrollo de la estructura principal.

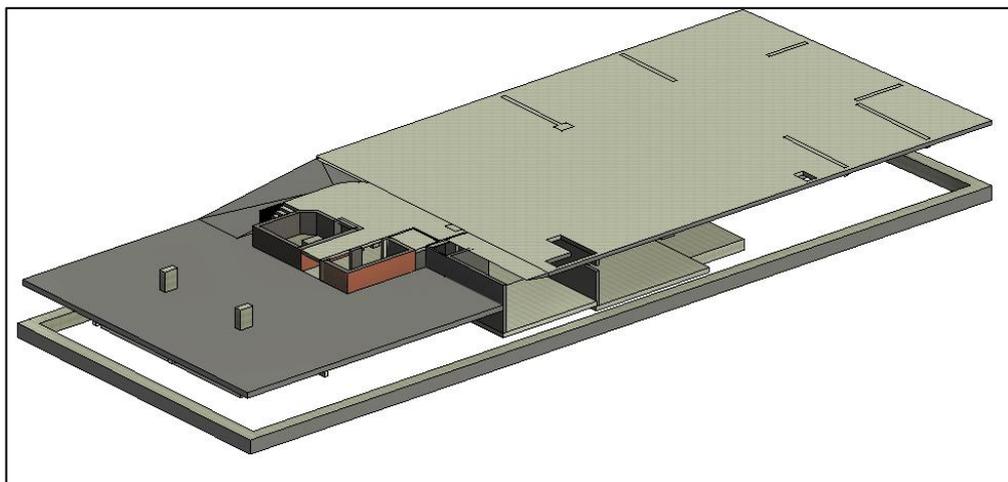


Figura 67. Modelamiento de losas de sótano 1 y 2.

Elaborado por: las autoras

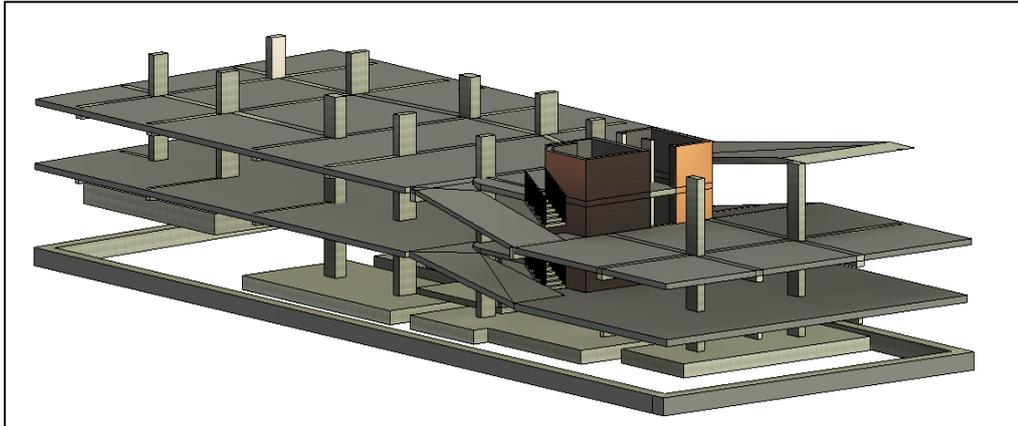


Figura 68. Modelamiento de columnas, vigas y losas de sótanos y primer piso.

Elaborado por: las autoras

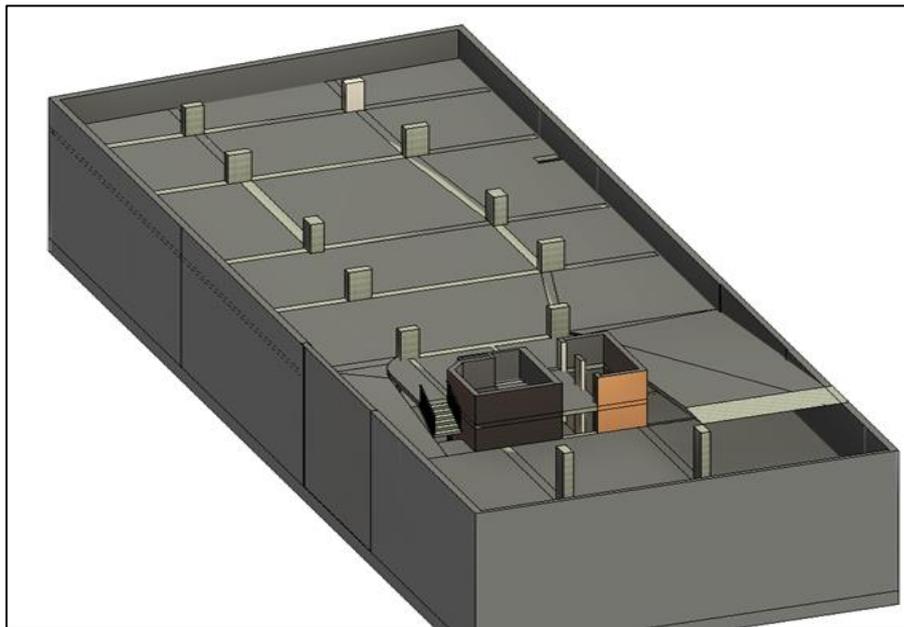


Figura 69. Modelamiento de columnas, losas y muros de sótanos.

Elaborado por: las autoras

En las **Figuras 70 y 71** se muestra el proceso de modelamiento de la estructura del proyecto en estudio.



Figura 70. Modelo de estructuras – vista lateral
Elaborado por: las autoras

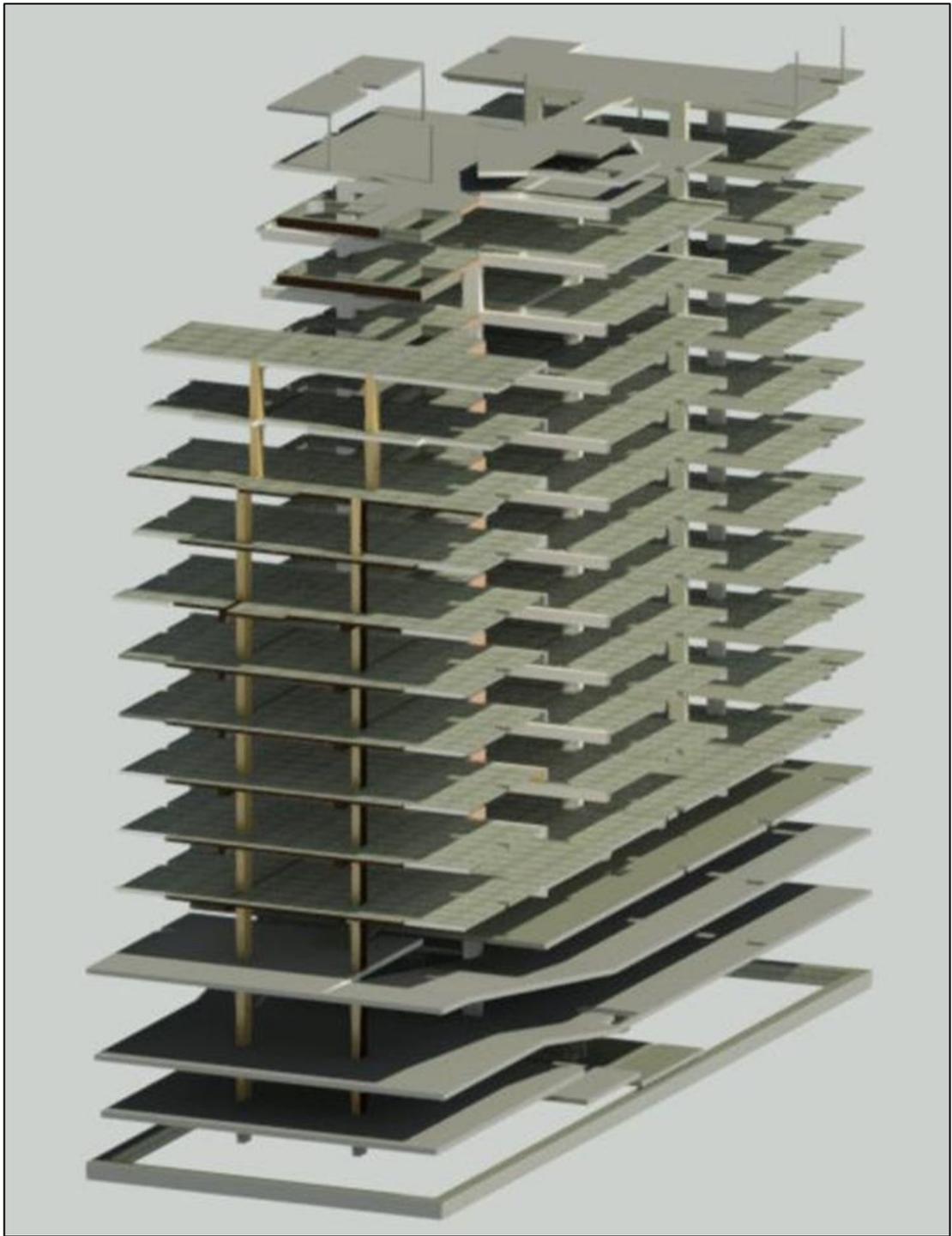


Figura 71. Modelo de estructuras – vista frontal
Elaborado por: las autoras

4.5.3 Modelamiento virtual – especialidad de instalaciones sanitarias

El modelo 3D de la especialidad de instalaciones sanitarias se realizó a partir de los planos del proyecto en estudio, el dimensionamiento y la distribución de las tuberías se realizó con la vinculación de los planos 2D en Autocad 2016.

En la **Figura 72**, se puede observar el modelamiento de distribución de las tuberías de agua fría (azul), agua caliente (rojo) y desagüe (verde), correspondiente al tercer piso de la edificación.

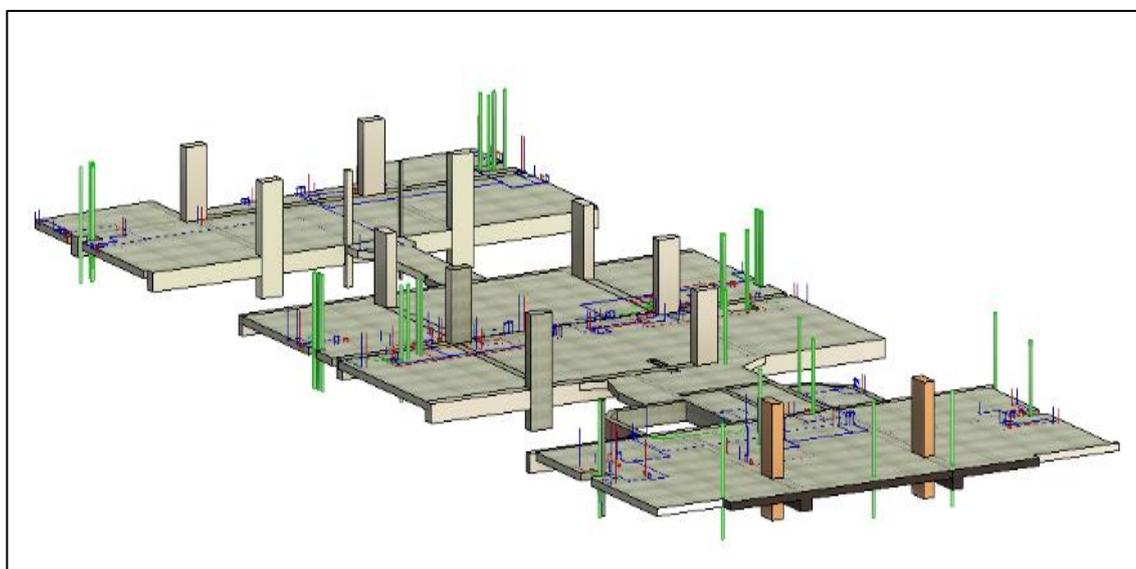


Figura 72. Modelamiento de redes Sanitarias en Piso 3

Elaborado por: las autoras

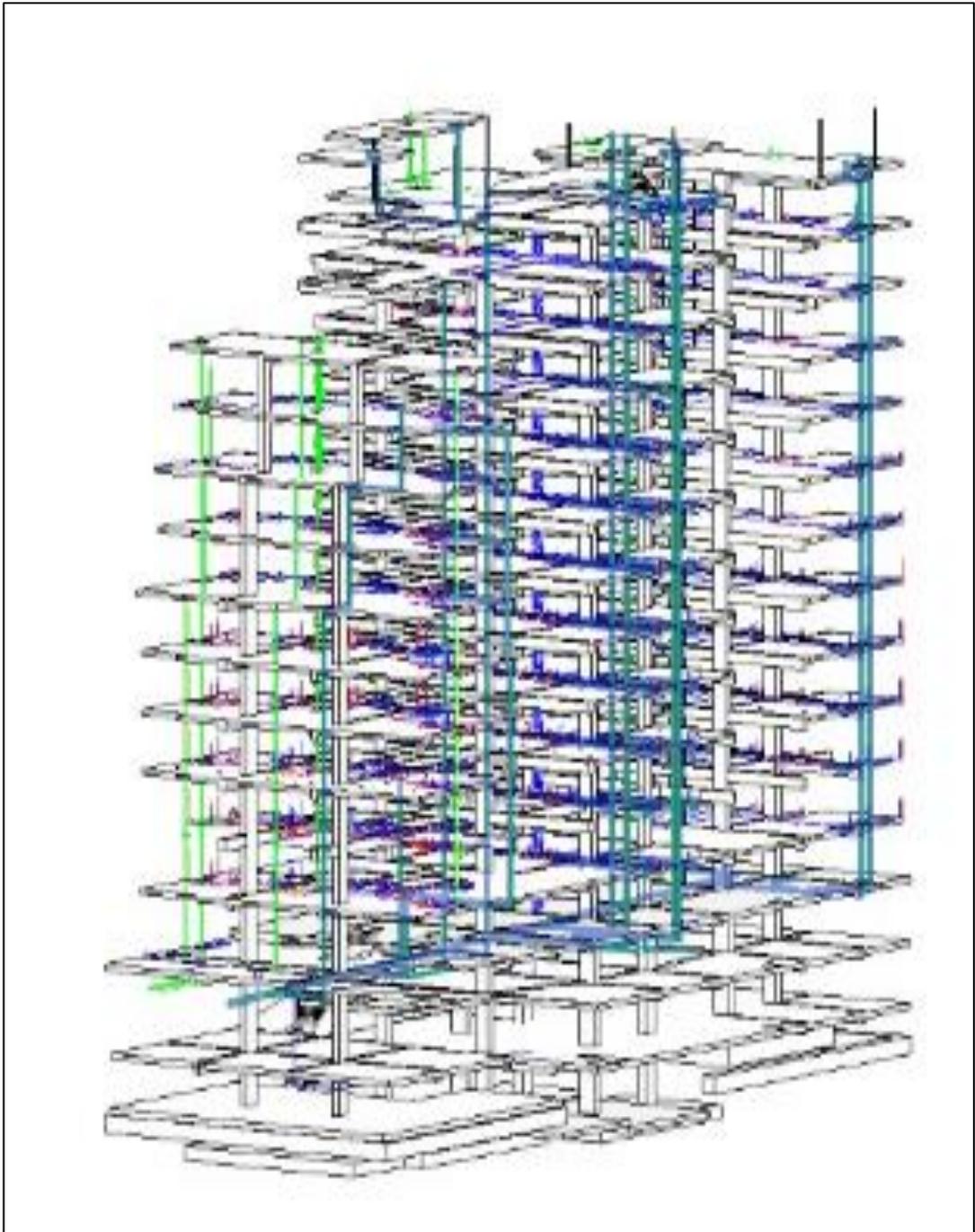


Figura 73. Modelamiento de montantes de desagüe
Elaborado por: las autoras

4.6 Procesamiento de la información

A partir de los 3 modelos 3D realizados para las especialidades de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias, se realizó el análisis correspondiente para el procesamiento de información, a fin de determinar su influencia en la ejecución del proyecto.

4.6.1 Incompatibilidades e interferencias

En la presente muestra se realizó un comparativo entre la cantidad de incompatibilidades e interferencias identificadas de forma manual, es decir, con los planos en Autocad 2D, y con lo detectado mediante la metodología BIM con el software Revit 2022 a partir de los modelos virtuales presentados anteriormente.

Es preciso señalar las definiciones de los términos a evaluar, las **interferencias** se consideran como cruces físicos de elementos de 2 o más especialidades, mientras que las **incompatibilidades** representan información contradictoria entre planos, sean o no de la misma especialidad. En las **Figuras 74 y 75** se visualizan ejemplos de cada una de ellas.



Figura 74. Incompatibilidad.

Fuente: Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R., y Diego, J., 2011

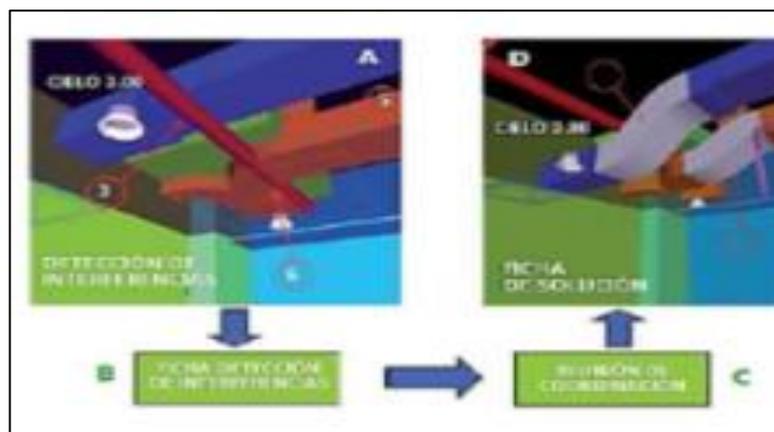


Figura 75. Interferencia

Fuente: Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R., y Diego, J., 2011

En la **Figura 74**, se puede identificar una incompatibilidad, en la cual la cenefa interfiere con la altura mínima para el ingreso al desnivel, y en la **Figura 75**, se puede observar una interferencia, en la cual la tubería de agua Contraincendios cruza con el recorrido de la bandeja de instalaciones eléctricas.

Para la presente investigación se considerarán como deficiencias en el diseño ambos términos, clasificándolas por especialidades que colisionan y por el grado de impacto que tienen en el proyecto. En la **Tabla 5**, se detalla lo expresado.

Tabla 5. Clasificación de incompatibilidades e Interferencias por Impacto

IMPACTO	DESCRIPCIÓN
GRAVE	Información errónea que genera retrabajos de gravedad altamente perjudicial.
MODERADO	Información errónea que genera retrabajos de gravedad.
LEVE	Información errónea que origina demoras en la continuidad de trabajos.

Fuente: Ybañez, 2018

La cantidad de deficiencias en el diseño del proyecto se ven reflejadas en el número de RFI's (Requerimientos de Información) que se van desarrollando. Tal como se describió en el capítulo II, estos son documentos donde se presentan consultas al proyectista en relación con las incompatibilidades, interferencias, omisiones o cambios, que se proponen durante la ejecución de obra, los cuales impactan directamente en la productividad del desarrollo del proyecto.

El fin de estos documentos, es obtener una respuesta de solución a las problemáticas que se presentan en obra por errores en los documentos (planos y especificaciones técnicas), los cuales tienen que ser procesadas por medio de los proyectistas, equipo técnico de obra y supervisión

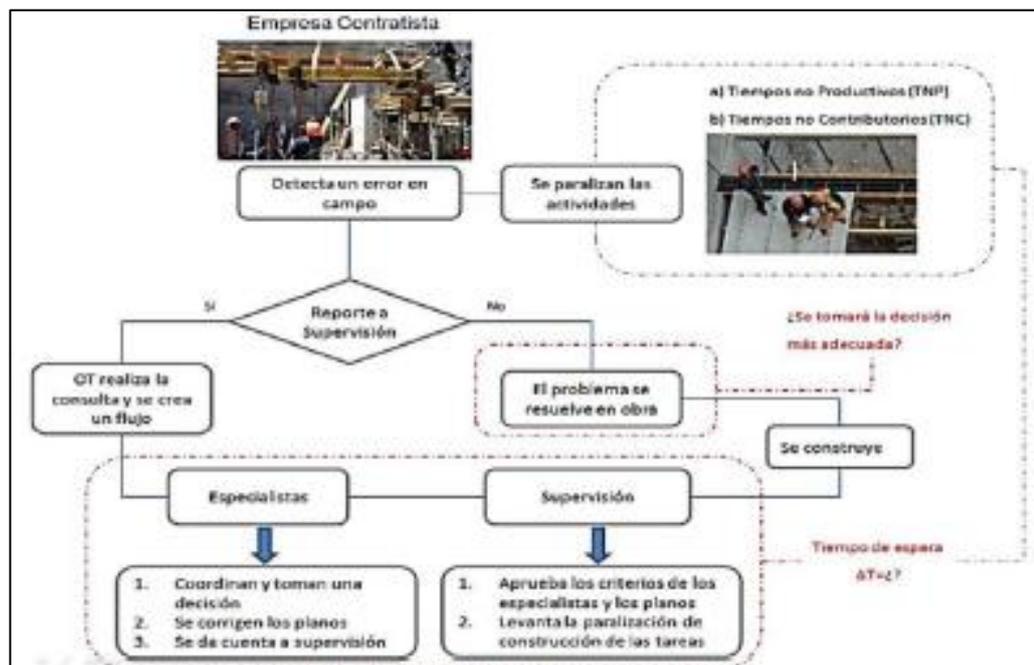


Figura 76. Procedimiento de actividades al detectarse un error en obra

Fuente: Candela y Carbajal, 2019

Al identificar un error en los documentos de diseño en plena ejecución de obra, se genera incertidumbre en el personal obrero, por lo que se debe presentar la consulta a la supervisión y especialistas, tal como se muestra en la **Figura 76**. El tiempo que toma

obtener la respuesta de definición de información, puede considerarse como un tiempo no productivo (TNP), si es que a los obreros no se les asigna otra actividad que no afecte su productividad, así como en tiempo no contributivo (TNC), si se les asignan actividades adicionales que no son parte de la programación diaria.

4.6.1.1 Detección de incompatibilidades e interferencias con planos de Autocad.

Uno de los procesos más importantes es la compatibilización de los planos que consiste en la revisión de la información del proyecto a fin de garantizar la correcta ejecución en obra. En la forma tradicional, este proceso se realiza con la superposición de planos de cada especialidad involucrada, verificando los posibles errores en el diseño y la correcta relación entre la información de sus elementos; asimismo, se tiene que tomar en consideración lo expuesto en las especificaciones técnicas, que mantengan relación con los planos.

Este procedimiento presenta deficiencias, entre ellas es que al tener planos en vista 2D, no se reflejan todas las incompatibilidades e interferencias, además de que el tiempo que toma en identificarlas es mayor dependiendo de la dimensión del proyecto.

De la revisión de planos de planta, elevación y cortes correspondientes proporcionados por el software Autocad 2016, algunas de las deficiencias más representativas identificadas, son las siguientes:

Tabla 6. Reporte de incompatibilidades e interferencias detectadas con planos de Autocad

Principales Incompatibilidades e Interferencias identificadas Manualmente.			
Nº	Tipo de Deficiencia	Plano de Autocad de Especialidad	Descripción
1	Incompatibilidad entre planta y corte.		Nivel de Piso terminado de Cuarto de Bombas no está compatibilizado entre IISS (-8.25) y Arquitectura (-7.75).
2	Incompatibilidad entre planta y corte.		Nivel de Piso Terminado de Techo de cuarto de Máquinas no está compatibilizado entre Arquitectura (+35.90) y Estructuras (+35.40).
3	Incompatibilidad entre cortes.		En la Cisterna de Agua ACI, IISS indica 0.25 de espesor de losa y NTP de -5.10, mientras que Estructuras indica 0.20 de espesor de losa y nivel de -5.35.
4	Incompatibilidad entre cortes.		En la Cisterna de Agua ACI, Arquitectura indica una altura total de 3.15m; sin embargo, en el plano de estructuras indica 2.75m.

Elaborado por: las autoras

4.6.1.2 Procedimiento práctico para detección de incompatibilidades e interferencias – Revit

A partir de los modelos 3D obtenidos de las 3 especialidades, el software Revit permite identificar las incompatibilidades e interferencias, estas se reflejan en el modelo correspondiente.

El procedimiento consiste en seleccionar la pestaña “Collaborate”, buscar el ícono “Interference Check” y finalmente clic en la opción “Run Interference Check”.

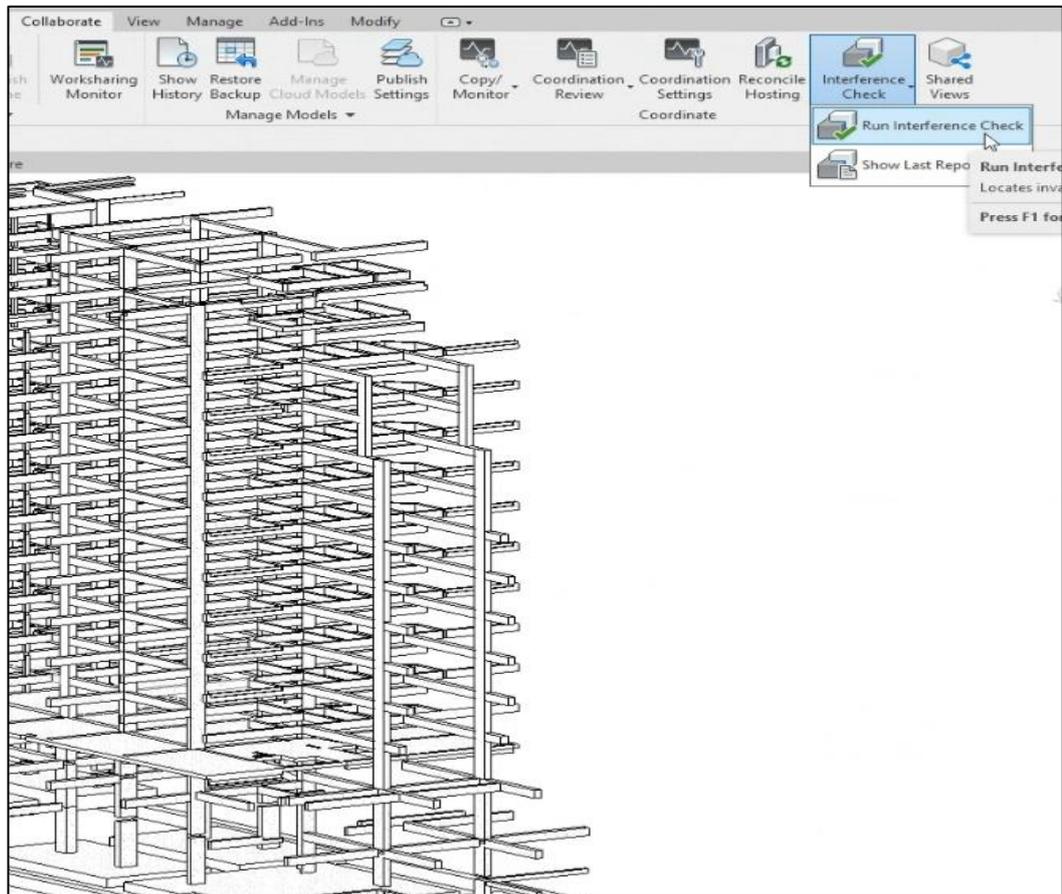


Figura 77. Procedimiento de detección de interferencias con Revit

Elaborado por: las autoras

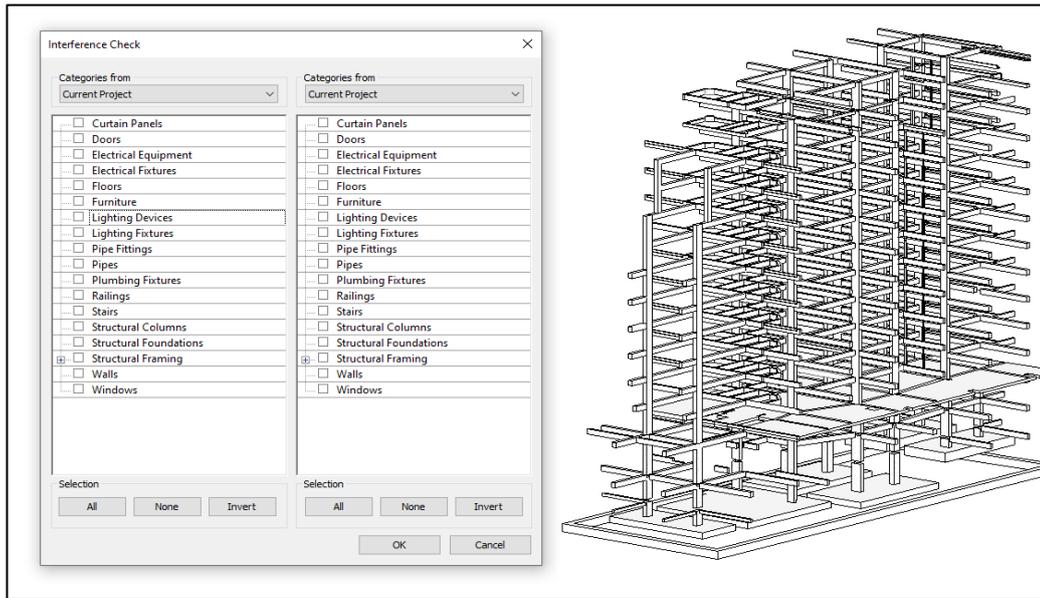


Figura 78. Detección de interferencias con Revit

Elaborado por: las autoras

Tal como se muestra en la **Figura 78**, posterior al procedimiento antes detallado, se selecciona cuáles son las especialidades y elementos que requerimos hacer la verificación, obteniendo finalmente una lista de ellas. Seleccionando alguna, se mostrará a detalle en el modelo respectivo, denominado “Reporte de interferencia” (ver **Figura 79**).

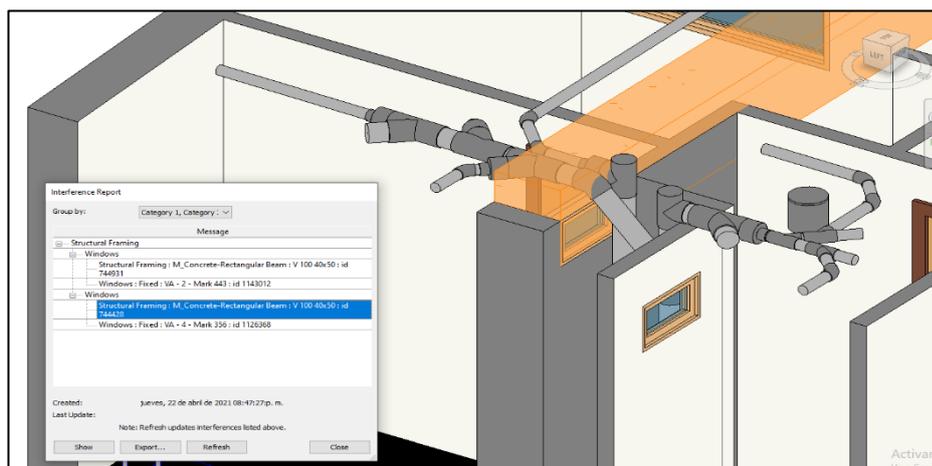
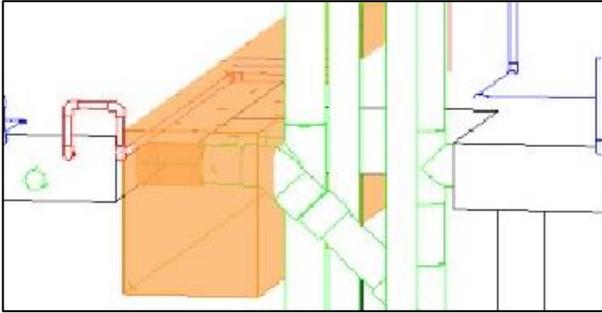
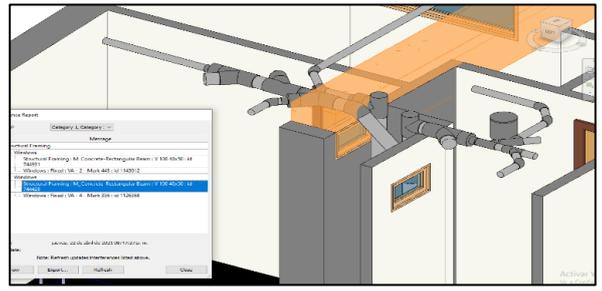
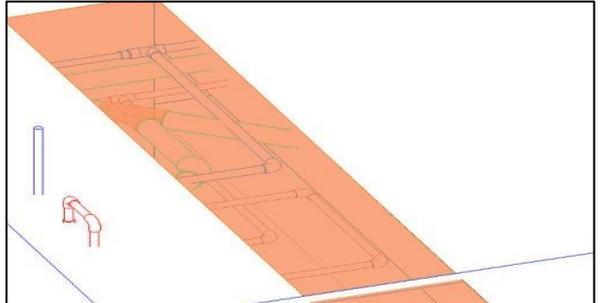
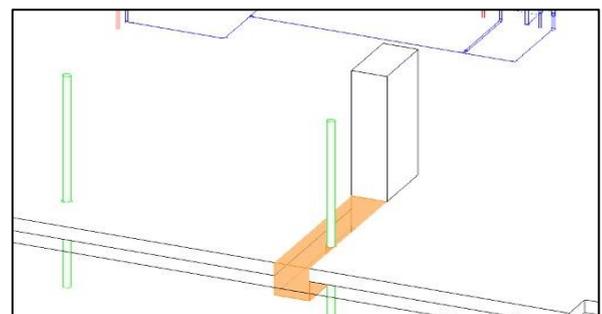


Figura 79. Reporte de Interferencia con Revit

Elaborado por: las autoras

Del modelamiento realizado para las 3 especialidades en evaluación, y por medio de las herramientas que proporciona el software Revit, algunas de las incompatibilidades e interferencias más relevantes, son las siguientes:

Tabla 7. Reporte de incompatibilidades e interferencias detectadas con Revit

Lista de Incompatibilidades e Interferencias identificadas con Revit.			
Nº.	Tipo de Deficiencia	Modelo Revit BIM	Descripción
1	Interferencia entre especialidades de Estructuras e IISS.		Interferencia de tuberías de IISS (desagüe) con viga de eje 9.
2	Interferencia entre especialidades de Estructuras y Arquitectura.		Interferencia de Viga con Ventana V-4
3	Interferencia entre especialidades de Estructuras e IISS.		Interferencia de tuberías de IISS (agua y desagüe) con viga entre ejes I-J/ 6-7.
4	Interferencia entre especialidades de Estructuras e IISS.		Interferencia de montante de desagüe con viga en eje H/Ejes 1-2.

Elaborado por: las autoras

4.6.2 Metrados y presupuesto

4.6.2.1 Metrado manual y virtual

El método tradicional para obtener los metrados de cada partida consiste en la lectura e interpretación de planos por profesionales, para realizar la cuantificación de las áreas o volúmenes de cada elemento. Posteriormente, se ingresa toda esta información en una plantilla de metrados en Microsoft Excel para organizarla y finalmente obtener el presupuesto de cada especialidad y determinar el monto total de la obra. En la **Figura 80** se observa la forma en que se almacena la información de metrados.

PLANTILLA DE METRADOS								
Obra Propietario Fecha					Versión Hoja N° Plano N° Hecho por Revisado			
Item	Descripción	Unidad	N° de elementos	Medidas			Parcial	Total
				Largo	Ancho	Altura		
2.00	CONCRETO ARMADO							
2.01	ZAPATAS				Area			94,23
2.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS Fc=210 kg/cm2	m3						
	ZAPATA 01-PLACA 01 (Eje Y8-X4)	m3	1,00		3,28	0,60	1,97	
	ZAPATA 02-PLACA 01 (Eje Y8-X8)	m3	1,00		2,41	0,60	1,45	
	ZAPATA 03-P1 (Eje Y7-X2)	m3	1,00	2,10	2,30	0,90	4,35	
	ZAPATA 04-P2 (Eje Y7-X4)	m3	1,00	3,50	2,25	0,90	7,09	
	ZAPATA 05-P3 (Eje Y6-X8)	m3	1,00	3,30	2,15	0,90	6,39	
	ZAPATA 06-P4 (Eje Y5-X2)	m3	1,00	3,80	2,05	0,90	7,01	
	ZAPATA 07-P5 (Eje Y5)	m3	2,00	3,70	2,05	0,90	13,65	
	ZAPATA 08-P6 (Eje X2)	m3	1,00	2,40	1,65	0,70	2,77	
	ZAPATA 09-P8 (Eje Y3-X2)	m3	1,00	3,90	2,15	0,90	7,55	
	ZAPATA 10-PLACA 06 (Ejes Y3-Y4/Ejes X4-X8)	m3	1,00		35,14	0,70	24,60	
	ZAPATA 11-P7 (Eje Y2-X3)	m3	1,00	4,30	2,25	0,90	8,71	
	ZAPATA 12-P7 (Eje Y2-X6)	m3	1,00	4,30	2,25	0,90	8,71	
2.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	m2			Perimetro			123,14
	ZAPATA 01-PLACA 01 (Eje Y8-X4)	m2	1,00		5,89	0,60	3,53	
	ZAPATA 02-PLACA 01 (Eje Y8-X8)	m2	1,00		4,71	0,60	2,93	
	ZAPATA 03-P1 (Eje Y7-X2)	m2	1,00		8,90	0,90	7,92	
	ZAPATA 04-P2 (Eje Y7-X4)	m2	1,00		11,50	0,90	10,35	
	ZAPATA 05-P3 (Eje Y6-X8)	m2	1,00		10,60	0,90	9,54	
	ZAPATA 06-P4 (Eje Y5-X2)	m2	1,00		11,70	0,90	10,53	
	ZAPATA 07-P5 (Eje Y5)	m2	2,00		11,50	0,90	20,70	
	ZAPATA 08-P6 (Eje X2)	m2	1,00		8,10	0,70	5,67	
	ZAPATA 09-P8 (Eje Y3-X2)	m2	1,00		11,75	0,90	10,58	

Figura 80. Plantilla de metrados en Microsoft Excel

Elaborado por: las autoras

Pese a que este es el método usual de los proyectos, en este procedimiento pueden existir errores según el diseño, si este presenta deficiencias como también puede evidenciarse errores en la cuantificación de las partidas si los planos no están correctamente representados, además que el tiempo que toma realizarlo dependerá de la envergadura del proyecto.

Mediante la aplicación de la metodología BIM y su modelamiento 3D, permite cuantificar los materiales de forma más rápida y con un grado de mayor precisión, ya que cada elemento representa una familia y se le añade información como costo, material, espesor, entre otras características, permitiendo obtener de forma instantánea mediante los comandos que proporciona, las cantidades que requerimos. Dependerá del modelador la forma de organizar la información con relación a sus objetivos con el software.

El procedimiento para la obtención de estos datos es muy práctico, consiste en ir al área de “Project Browser”, clic derecho en la pestaña “Schedules/Quantities (all)” y seleccionar la opción “New Schedule/Quantities”. En el cuadro de propiedades que aparece en la pantalla del software, debemos seleccionar la especialidad y elemento que queremos obtener sus metrados, así como los criterios o campos que requerimos de esa familia.

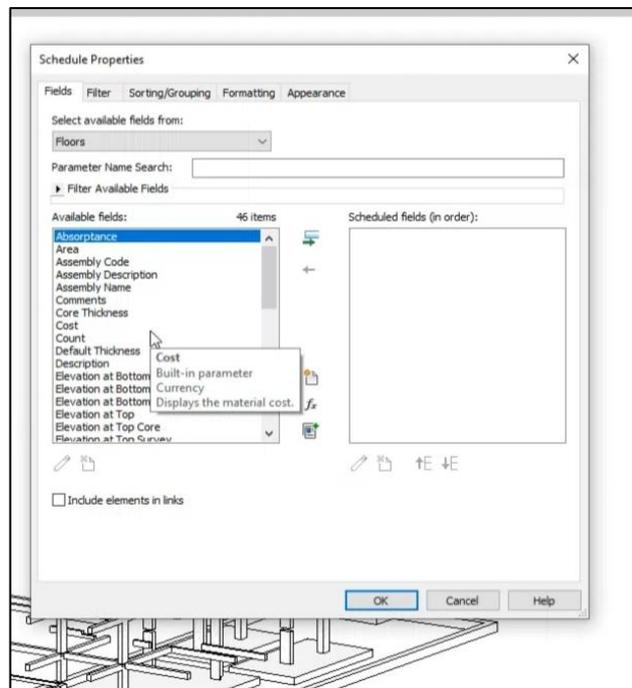


Figura 81. Criterios para metrados

Elaborado por: las autoras

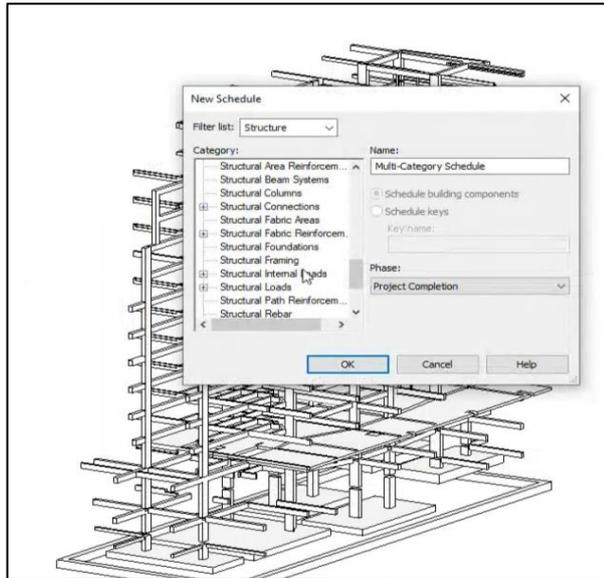


Figura 82. Especialidad y elemento para metrados

Elaborado por: las autoras

Finalmente se refleja en una tabla, los valores correspondientes según lo solicitado. Cabe mencionar que, a medida que seleccionamos cualquier fila de la tabla (por ejemplo, Columna tipo 1), automáticamente en el modelo 3D se identifican los elementos, tal como se muestran en las **Figuras 83 y 84**.

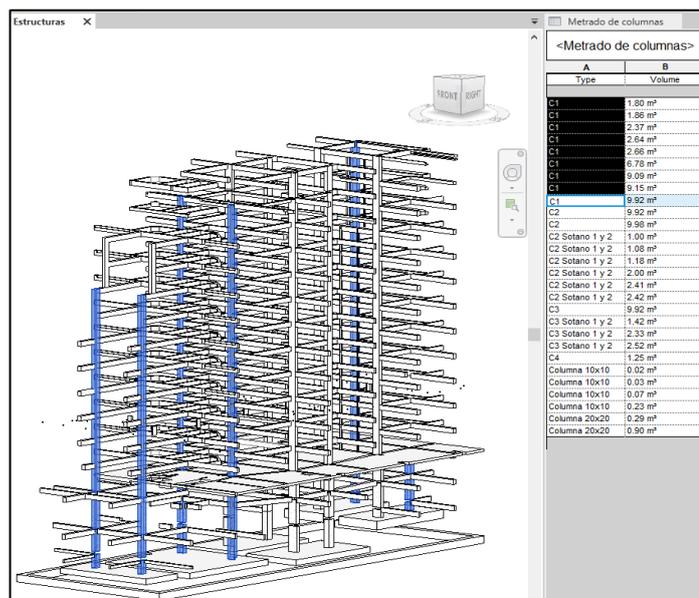


Figura 83. Metrado de columnas en Revit

Elaborado por: las autoras

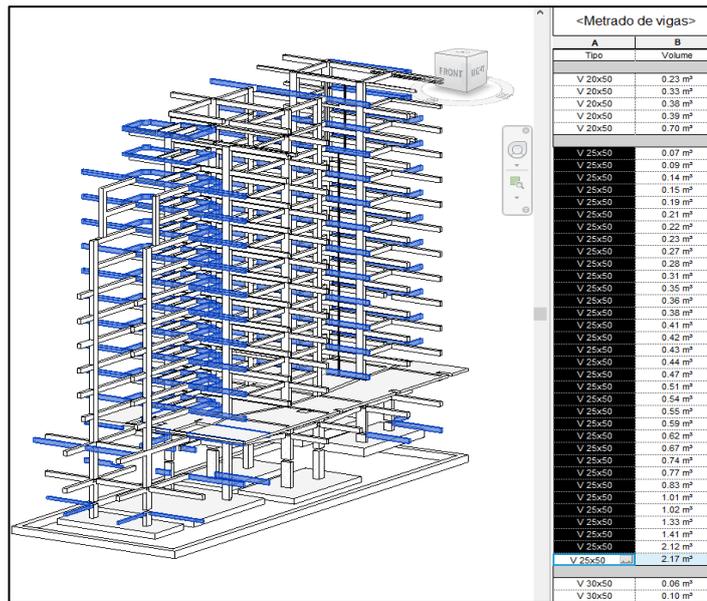


Figura 84. Metrado de vigas en Revit

Elaborado por: las autoras

Esta metodología facilita procesos, reduce los tiempos invertidos significativamente y permite obtener resultados con mayor precisión para una correcta estimación de presupuesto.

Para la presente investigación, se ha obtenido los metrados correspondientes a cada especialidad modelada. De la especialidad de estructuras se obtuvo los valores de la cimentación, muros, losas, columnas y vigas, de la especialidad de arquitectura se consiguió por medio de áreas los valores de la tabiquería, y otras partidas a fines; y de la especialidad de instalaciones sanitarias los metros lineales de tuberías.

De las cantidades de materiales obtenidos, se realizará un comparativo con los metrados determinados de forma manual que forman parte del presupuesto del proyecto en estudio, a fin de identificar la variación existente.

4.6.2.2 Costos por incompatibilidades e interferencias

La metodología BIM permitió identificar las incompatibilidades e interferencias de impacto grave en el proyecto, a fin de calcular cuánto costaran reparar estos problemas si se hubieran presentado durante la ejecución.

El procedimiento consiste en considerar la información de los Análisis de Costos Unitarios (ACU) para actividades relacionadas a reparaciones, demoliciones, entre otras; que se presentarían en obra. Así también, se considerarán los análisis de precios unitarios según las últimas publicaciones de la revista Costos edición 311/abril-mayo 2021, de ciertas partidas que no formen parte del presupuesto contractual.

Finalmente, se realizará un presupuesto por cada reparación de interferencia o incompatibilidad de mayor impacto identificada con BIM Revit.

4.6.2.3 Presupuesto de obra contractual y adicionales

El presupuesto del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza es de suma alzada, por lo que para la determinación del costo de una partida se requiere obtener los precios unitarios; y con el producto entre los metrados y precios unitarios se obtiene el costo directo. Asimismo, se consideran los costos indirectos (los cuales se encuentran establecidos en el contrato de construcción), logrando como resultado el presupuesto total de obra, el cual se requiere para futuras valorizaciones y verificación de avances de obra.

Durante el proceso de modelamiento, se obtuvieron variación en los metrados de las diferentes partidas de la

especialidad de estructuras, por lo que el presupuesto estimado presentaría cambios. También habría un incremento debido al costo de las interferencias e incompatibilidades de mayor impacto identificadas, que generan adicionales de obra.

Es preciso indicar que en los proyectos de construcción es común enfrentarse a este tipo de imprevistos. El mismo que dependerá de las distintas soluciones que se decidan aplicar en cada proyecto, según su beneficio.

4.6.3 Cronograma y plazo de ejecución

En la presente investigación, a partir de las incompatibilidades e interferencias de mayor impacto identificadas, se determinará el tiempo que tarda en atender cada una de ellas.

A partir de la ruta crítica se determinará como evaluar el impacto en el cronograma estimado de la obra; ya que el tiempo de solución de las mismas varía en un rango de 05 a 20 días afectando directamente al plazo de ejecución. En ese sentido, se podrá hallar el tiempo de desfase a comparación del plazo estimado inicialmente, al mismo que se le tiene que sumar los días de retraso que causarían las soluciones a dichas interferencias.

El proceso, en algunos casos, fue dividir el metrado que necesitaba ser reparado o superior al contractual, entre los rendimientos encontrados, así como algunos valores fueron estimados.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran gráficamente los resultados obtenidos de la investigación, respecto a las encuestas realizadas y a la información obtenida a partir del modelamiento con la metodología BIM.

5.1. Sobre las encuestas

Se recopiló un total de 60 encuestas contestadas por coordinadores de proyectos, especialistas en software y modeladores BIM, que permiten conocer su perspectiva respecto a la problemática de la presente investigación, así como su experiencia en el desarrollo y aplicación de la metodología BIM en los proyectos del Perú. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

a. ¿Cuál es el mayor problema que se encuentra durante la ejecución de obra?

Se brindaron 5 opciones respecto a las problemáticas más concurrentes que se presentan en la ejecución de obras, obteniendo los siguientes resultados.

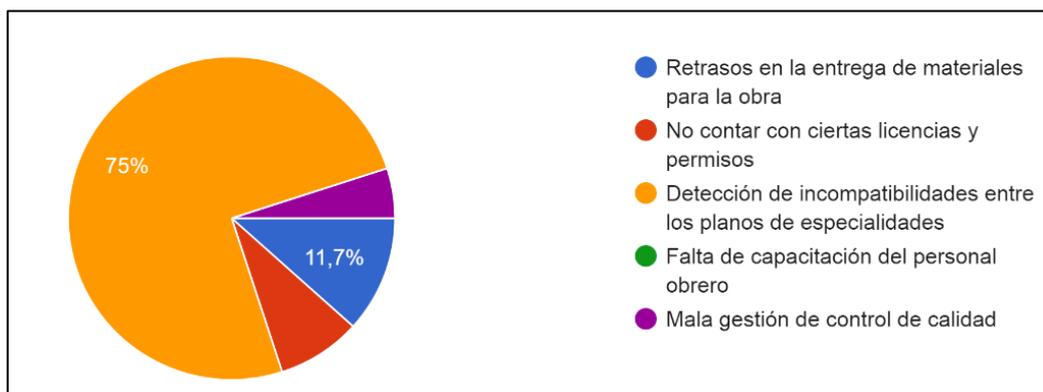


Figura 85. Mayor problema durante la ejecución de obra

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El 75% de los encuestados considera que la principal problemática es la detección de incompatibilidades entre los planos de especialidades, un 11.7% considera que son los retrasos en la entrega de materiales para la obra, y un porcentaje menor al 10% considera que son la mala gestión de control de calidad y no contar con ciertas licencias y permisos. Este resultado reafirma lo concluido en el estudio de Vásquez (2006), en el cual demuestra que las incompatibilidades entre los planos es una de las principales causas de los problemas de construcción (ver Figura 1).

b. En su experiencia, ¿La detección de incompatibilidades entre las especialidades genera mayor impacto en?

Se brindaron 4 alternativas respecto a ello: presupuesto, plazo de ejecución, calidad de procesos y todas las anteriores, obteniendo los siguientes resultados.

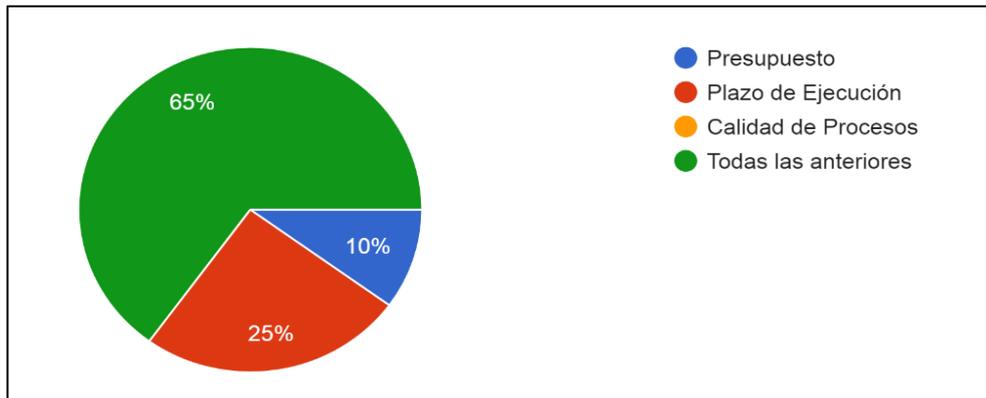


Figura 86. Impacto de las Incompatibilidades

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El 65% de los encuestados considera que las incompatibilidades tienen mayor impacto en todas las alternativas (presupuesto, plazo de ejecución y calidad de procesos), un 25% considera que el impacto es directamente en el plazo de ejecución y el 10% considera que es en el presupuesto de obra.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo concluido en la investigación de Ybañez (2018), tal como se describió en el capítulo anterior (**ver Figuras 31 y 33**). En el desarrollo de la presente investigación, se realizó el modelamiento respectivo a fin de comprobar el resultado obtenido de la encuesta.

c. En su experiencia, ¿Con qué software se identifican más rápido y exacto las incongruencias entre los planos de las especialidades sanitarias-- estructura, estructura – arquitectura y sanitarias?

Se brindaron 3 alternativas al respecto, obteniendo los siguientes resultados:

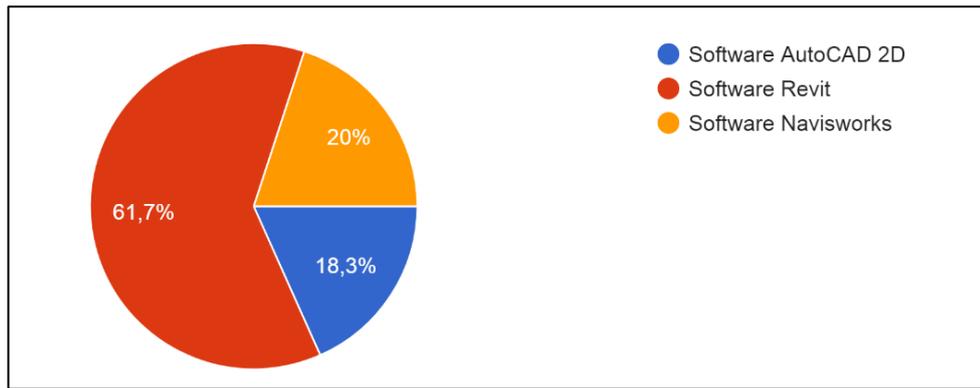


Figura 87. Software para identificar incongruencias entre especialidades
Elaborado por: las autoras

Análisis:

El 61,7% de los encuestados considera que el Software Revit permite identificar las incongruencias entre los planos, el 20% considera que es el software Navisworks y el 18,3% considera que es el software Autocad 2D. Como se describió en el capítulo II de la presente investigación, la identificación de incompatibilidades e interferencias en los planos con el software Autocad, es el método tradicional, el cual presenta deficiencias. Tal como se evidencia en los resultados presentados, se está optando por usar otros softwares como Revit y Navisworks, los cuales trabajan con la metodología BIM y que presentan grandes beneficios a los proyectos. En el desarrollo de la presente investigación, se realizó el modelamiento respectivo a fin de comprobar el resultado obtenido de la encuesta.

d. En su experiencia, ¿Cuánto es el rango de días que demora el proceso de detección y solución de una incompatibilidad?

Se brindaron 5 alternativas al respecto, obteniendo los siguientes resultados:

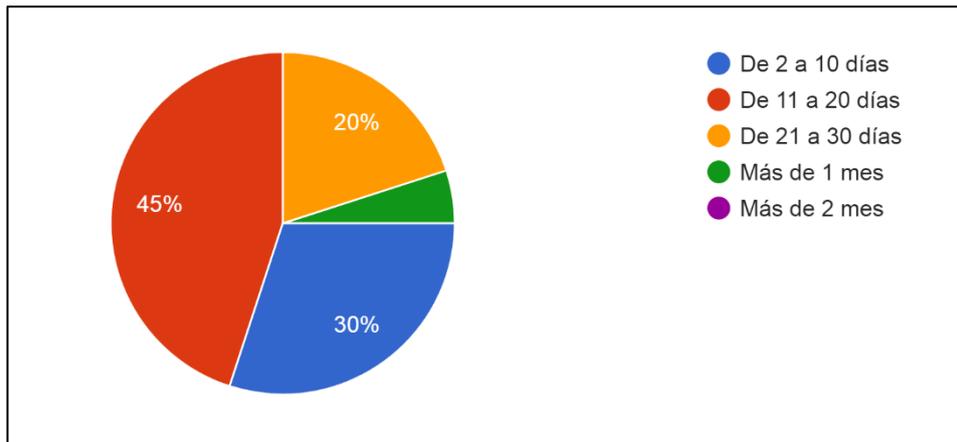


Figura 88. Tiempo de demora del proceso de detección y solución de incompatibilidad

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El 45% de los encuestados considera que entre 11 a 20 días, el 30% considera que entre 2 a 10 días, el 20% considera que entre 21 a 30 días y finalmente, el 5% considera que tarda más de 1 mes.

Es preciso indicar, que la deficiencia en el diseño del proyecto se refleja en la cantidad de RFI's (Requerimientos de Información), los cuales impactan en la ejecución de la obra de la siguiente forma:

El tiempo de respuesta a la consulta, representa tiempo de espera del constructor, además se debe considerar el tiempo a invertir en los retrabajos que se pueden generar si la observación se presentó posterior a la ejecución en obra. Como se evidencia en los resultados, entre 11 a 20 días, por una incompatibilidad o interferencia.

Dependiendo de la complejidad de la consulta, la supervisión a cargo puede paralizar la actividad, hasta obtener una respuesta del proyectista.

Los errores en los documentos del diseño impactan directamente en el costo, plazo, calidad de procesos, así como también en la productividad de la ejecución de la obra, tal como se muestra en los resultados de la **Figura 86.**

e. ¿Cuál es el concepto que tiene usted de BIM?

Se brindaron 3 alternativas al respecto, obteniendo los siguientes resultados:

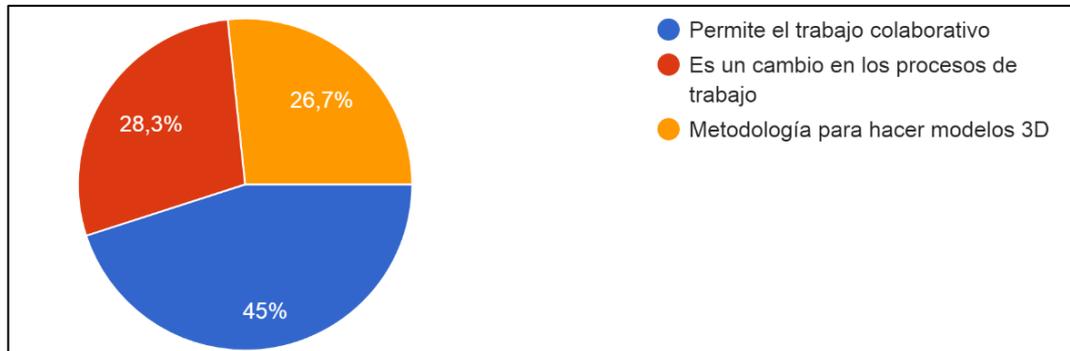


Figura 89. Concepto de BIM

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El 45% de los encuestados considera que BIM permite el trabajo colaborativo, el 28.3% considera que BIM es un cambio en los procesos de trabajo de las empresas. Por otro lado, 26.7% considera que BIM es una metodología para hacer modelos 3D.

f. ¿Cuál es la etapa en que se inicia el uso de BIM en los proyectos donde ha participado?

Se brindaron 3 alternativas al respecto, obteniendo los siguientes resultados:

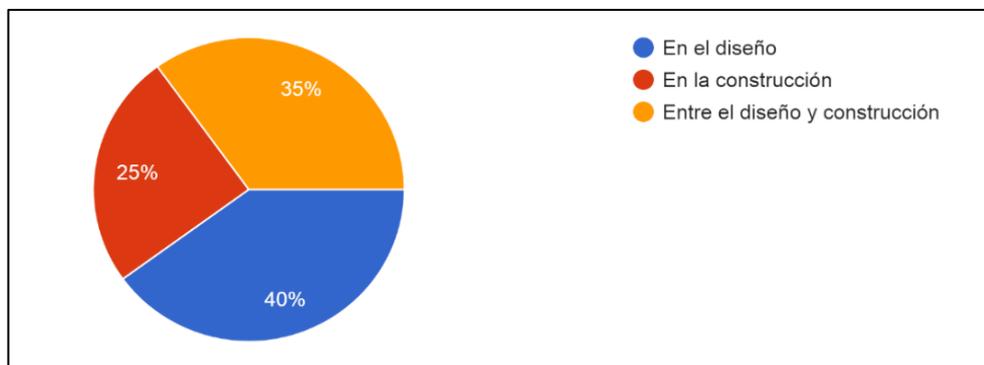


Figura 90. Etapa de implementación de BIM

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El gráfico muestra que el 40% de los proyectos implementa BIM en la etapa de diseño, el 35% en la etapa de licitación (entre el diseño y construcción) y el 25% durante la ejecución de obra.

g. ¿Cuáles son los niveles de uso de aplicaciones BIM en los proyectos donde ha participado?

Se brindaron 5 alternativas al respecto, obteniendo los siguientes resultados:

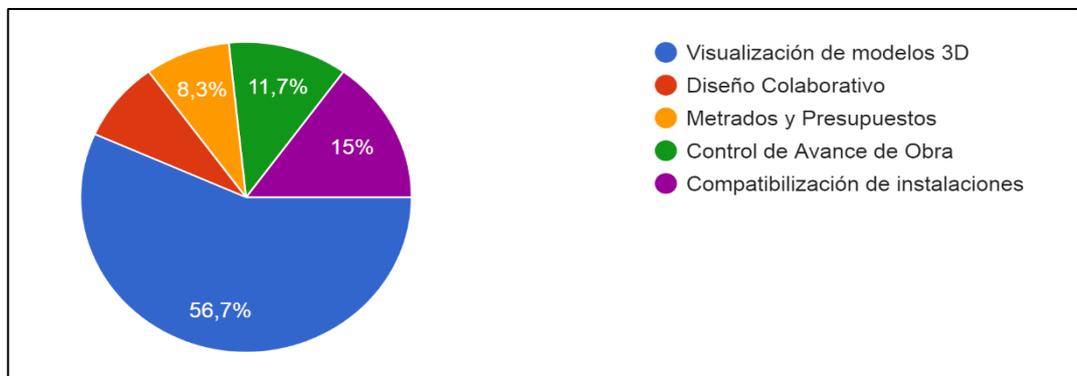


Figura 91. Niveles de uso de aplicación de BIM

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El gráfico muestra que el 56.7% considera que BIM se utiliza para visualización de modelos 3D, el 15% considera que se utiliza para compatibilización de especialidades, 11.7% considera que se utiliza para el control de avance de obra. Finalmente se evidencian usos muy bajos en metrados y presupuestos (8.3%) y diseño colaborativo (8.3%).

h. ¿Cuáles son las especialidades que frecuentemente se modelan en los proyectos que ha utilizado BIM?

Se brindaron 5 alternativas al respecto, obteniendo los siguientes resultados:

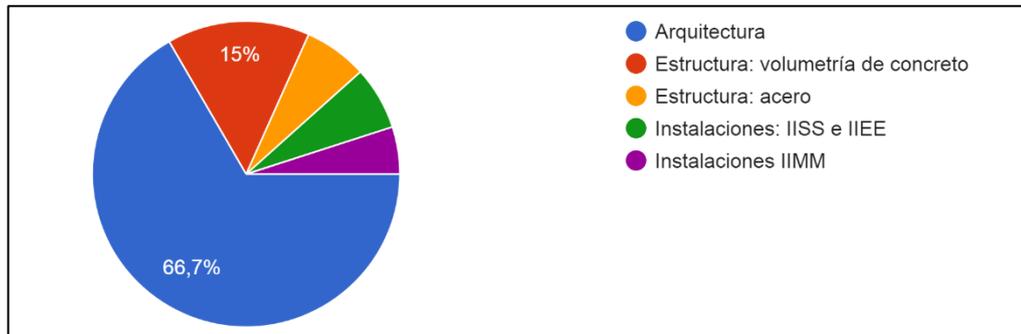


Figura 92. Especialidades que se modelan en proyectos BIM

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El gráfico muestra que mayoritariamente se ha modelado la especialidad de arquitectura (66.7%), un 15% la especialidad de estructura a nivel de volumetría de concreto. Le siguen los sistemas MEP, con un porcentaje de 6.1% (Instalaciones Sanitarias, Eléctricas y Mecánicas) y 6.1% han utilizado BIM para un modelo para el acero de refuerzo.

Tal como menciona Farfán y Chavil (2016) en su investigación, existen algunas empresas del rubro inmobiliario que generalmente implementan BIM en sus proyectos por temas de marketing, es decir; solo emplean el modelo 3D de la especialidad de arquitectura para poder presentar a los clientes imágenes fotorrealistas del proyecto.

i. ¿Cuál es su percepción respecto al impacto de BIM en los proyectos?

Se brindaron 5 alternativas al respecto, obteniendo los siguientes resultados:

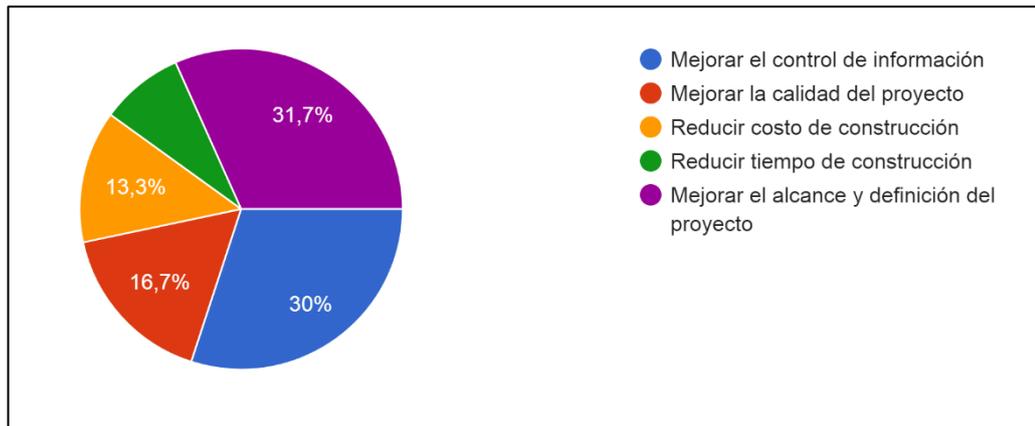


Figura 93. Percepción respecto al impacto de BIM en los proyectos

Elaborado por: las autoras

Análisis:

El estudio revela que un 31.7% de los encuestados siente que el mejor impacto del uso de BIM ha sido en mejorar el alcance y definición del proyecto, un 30% considera que mejora el control de información. Por otro lado, un 16.7% considera que permite mejorar la calidad del proyecto, un 13.3% considera que permite reducir el costo de construcción y un 8.3% considera que permite reducir el tiempo de la construcción.

5.2 Sobre las entrevistas

En relación a este punto se entrevistaron a 7 profesionales del sector construcción entre ellos especialistas en BIM, proyectista estructural, supervisores de obra y jefe de producción de obra; los mismos que brindaron sus opiniones respecto a la problemática de la presencia de las interferencias interdisciplinarias, la aplicación de la metodología BIM en los proyectos y propuestas de solución en el caso de interferencias entre especialidades. **(Ver Anexo 5)**

5.3 Sobre el modelamiento BIM 3D

5.3.1 Detección de incompatibilidades e interferencias

5.3.1.1 Detección de incompatibilidades e interferencias con planos de Autocad

Posterior a la revisión de los planos del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza entre las 3 especialidades seleccionadas, se identificaron un total de 55 incompatibilidades e interferencias. Los resultados obtenidos se han clasificado por especialidades e impacto, tal como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 8. Clasificación de incompatibilidades e interferencias por especialidad – Autocad 2d

Clasificación de Incompatibilidades e Interferencias por Especialidad					
	ISS y Estructura	ISS y Arq.	Arq. y Estructura	Arq.	TOTAL
Incompatibilidad o Interferencia	32	15	7	1	55
%	58.18%	27.27%	12.73%	1.82%	100%

Elaborado por: las autoras

De la **Tabla 8**, se puede observar que se identificaron un total de cincuenta y cinco (55) interferencias e incompatibilidades mediante el método tradicional, es decir con los planos de AutoCAD 2D.

De total obtenido, treinta y dos (32) fueron encontrados en las especialidades de instalaciones sanitarias y estructuras. El segundo grupo con mayor número de incompatibilidades e interferencias es en las especialidades de instalaciones sanitarias y arquitectura con quince (15) en total, así como las especialidades de

arquitectura y estructuras con siete (7) en total. Finalmente, la especialidad de arquitectura presenta 1 incompatibilidad.

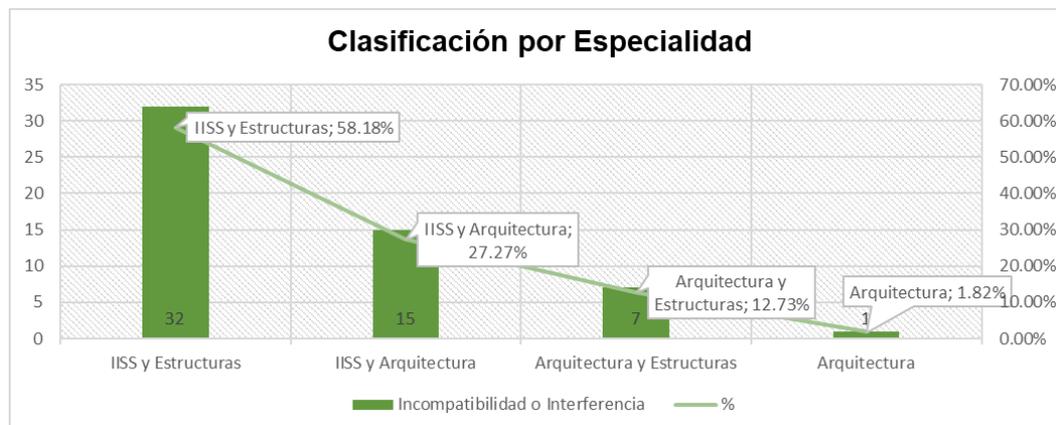


Figura 94. Clasificación de incompatibilidades e interferencias por especialidad – Autocad 2d

Elaborado por: las autoras

En la **Figura 94**, se puede observar que el 58.18% de las incompatibilidades e interferencias pertenecen a las áreas de IISS y estructuras, un 27.27% corresponde a las áreas de IISS y arquitectura, 12.73% a las áreas de arquitectura y estructuras, y finalmente en menor porcentaje de 1.82% para la especialidad de arquitectura.

Tabla 9. Clasificación de incompatibilidades e interferencias por impacto– Autocad 2d

	ISS y Estr.	IISS y Arq.	Arq. y Estr.	Arq.	TOTAL	%
Leve	0	0	0	1	1	1.82%
Moderado	0	15	0	0	15	27.27%
Grave	32	0	7	0	39	70.91%
TOTAL	32	15	7	1	55	100%

Elaborado por: las autoras

Como se muestra en la **Tabla 9**, del total de incompatibilidades e interferencias, el 70.91% (39), fueron consideradas de impacto grave, el 27.27% (15) consideradas de impacto moderado, y, por último, el 1.82% (1) son incompatibilidades de impacto leve.

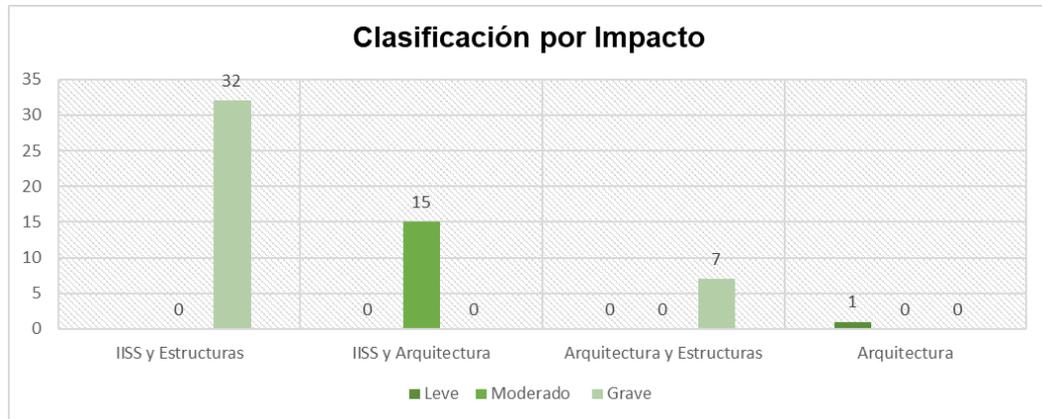


Figura 95. Clasificación por impacto – Autocad 2d

Elaborado por: las autoras

De lo representado en la **Figura 95**,

podemos expresar lo siguiente:

- Las especialidades de instalaciones sanitarias y estructuras presentan treinta y dos (32) incompatibilidades e interferencias, clasificadas como de impacto grave.
- En el área de instalaciones sanitarias y arquitectura presenta quince (15) incompatibilidades e interferencias que son consideradas de impacto moderado.
- En el área de Instalaciones arquitectura y estructuras, se consideran siete (7) incompatibilidades e interferencias de impacto grave.
- En la especialidad de arquitectura, se considera una (1) incompatibilidad de impacto leve.

5.3.1.2 Detección de incompatibilidades e interferencias con BIM Revit

A partir del modelamiento 3D realizado de las especialidades de estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias, se presentan los resultados clasificados por especialidades e impacto, tal como muestran las siguientes tablas:

- Clasificación por especialidad

Tabla 10. Clasificación por especialidad – Revit

Clasificación de Incompatibilidades o Interferencias por Especialidad							
	IISS y Estr.	IISS y Arq.	IISS	Arq. y Estr.	Arq.	Estr.	TOTAL
Incompatibilidades o Interferencia	150	60	120	13	1	1	345
%	43.48 %	17.39 %	34.78 %	3.77 %	0.29 %	0.29%	100%

Elaborado por: las autoras

De la **Tabla 10**, se puede observar que se identificaron un total de trescientos cuarenta y cinco (345) interferencias e incompatibilidades mediante la metodología BIM con su herramienta software Revit.

De total obtenido, ciento cincuenta (150) fueron encontrados en las especialidades de instalaciones sanitarias y estructuras, posterior a ello está la especialidad de instalaciones sanitarias con ciento veinte (120), así como las especialidades de arquitectura e instalaciones sanitarias con sesenta (60) en total. En menores cantidades está las especialidades de estructuras y arquitectura, con trece (13) incompatibilidades e interferencias en total; y finalmente, las especialidades de arquitectura y estructuras independientemente presentan 1 incompatibilidad cada uno.

En ese sentido, se puede evidenciar que la especialidad que mayores deficiencias en el diseño presenta es la de instalaciones sanitarias, con un total de doscientos setenta (270), clasificadas en tres grupos: IISS y estructuras, IISS y arquitectura, e IISS.



Figura 96. Clasificación de incompatibilidades e interferencias por especialidad - Revit

Elaborado por: las autoras

En la **Figura 96**, se muestra que el 43.48% de las interferencias e incompatibilidades pertenecen a las especialidades de instalaciones sanitarias y estructuras, un 17.39% corresponde a las especialidades de instalaciones sanitarias y arquitectura, 34.78% a la especialidad de instalaciones sanitarias, 3.77% para las áreas de arquitectura y estructuras, y finalmente en menor porcentaje 0.30% para las especialidades de estructuras y arquitectura respectivamente.

Tabla 11. Clasificación por impacto- Revit

Clasificación de Incompatibilidades e Interferencias por Impacto								
	IISS y Estr.	IISS y Arq.	IISS	Arq. y Estr.	Arq.	Estr.	TOTAL	%
Leve	0	0	0	0	1	1	2	0.58%
Moderado	0	60	0	0	0	0	60	17.39%
Grave	150	0	120	13	0	0	283	82.03%
TOTAL	150	60	120	13	1	1	345	100%

Elaborado por: las autoras

Como se muestra en la **Tabla 11**, del total de incompatibilidades e interferencias, el 82.03% (283), fueron consideradas de impacto grave, el 17.39% (60) consideradas de impacto moderado, y, por último, el 0.58% (2) son incompatibilidades de impacto leve.

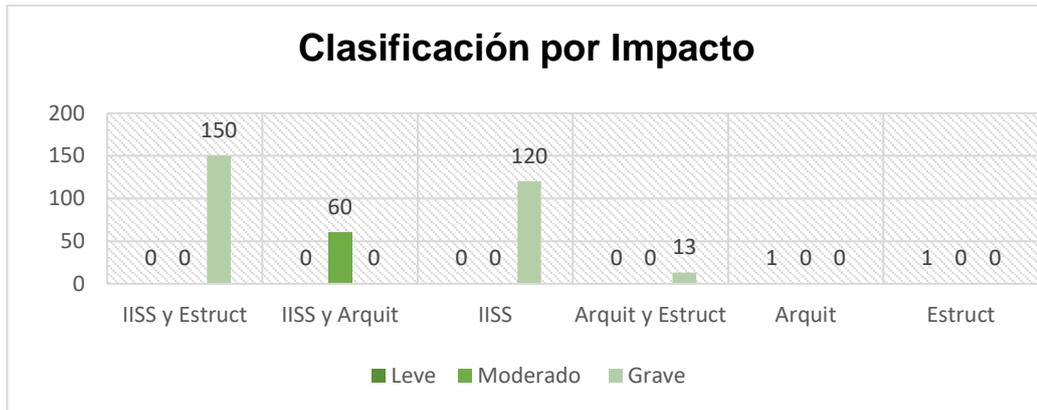


Figura 97. Clasificación de incompatibilidades e interferencias por Impacto - Revit
Elaborado por: las autoras

De lo representado en la **Figura 97**,

podemos expresar lo siguiente:

- Las especialidades de instalaciones sanitarias y estructuras presentan ciento cincuenta (150) interferencias e incompatibilidades que son consideradas de impacto grave.
- En el área de instalaciones sanitarias y arquitectura presenta sesenta (60) incompatibilidades e interferencias que son consideradas de impacto moderado.
- En la especialidad de instalaciones sanitarias, se consideran cuarenta (120) incompatibilidades e interferencias de impacto grave.
- En el área de arquitectura y estructuras, se considera trece (13) interferencias de impacto grave.
- En la especialidad de estructuras, se considera una (1) incompatibilidad de impacto leve.
- En la especialidad de arquitectura, se considera una (1) incompatibilidad de impacto leve.

En la **Tabla 12** se presentan las 345 interferencias interdisciplinarias detectadas mediante el software Revit.

Tabla 12. Reporte de incompatibilidades e interferencias

Reporte de Incompatibilidades e Interferencias					
Proyecto: Edificio Residencial Multifamiliar Ibiza					
Ítem	Impacto	Nº de Piso	Descripción	Especialidades Involucradas	Análisis de Solución
1	Grave	Cisternas Subterráneas	Alturas de cisternas subterráneas incompatibles entre planos	Estructuras y Arquitectura	Considerar altura mayor.
2	Leve	Cimentación	Diferencia de nivel de muro de contención.	Estructuras	Considera en un mismo nivel.
3	Leve	1º y 2º piso	Muro Desalineado	Arquitectura	Modificar en dibujo.
4	Grave	7º piso	Ventana interfiere con Viga	Arquitectura y Estructuras	Considerar un alfeizar de 1.80m
5	Grave	1º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
6	Grave	2º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
7	Grave	3º piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
8	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
9	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
10	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
11	Grave	2º piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista
12	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
13	Grave	3º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
14	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
15	Grave	3º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
16	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
17	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
18	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
19	Grave	3º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

20	Grave	3º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
21	Grave	3º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
22	Grave	3º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
23	Moderado	3º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
24	Moderado	3º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
25	Moderado	3º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
26	Moderado	3º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
27	Moderado	3º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
28	Moderado	3º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
29	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
30	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
31	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
32	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
33	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
34	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
35	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
36	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
37	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
38	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

39	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
40	Grave	3º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
41	Grave	4º piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
42	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
43	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
44	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
45	Grave	3º piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
46	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
47	Grave	4º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
48	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
49	Grave	4º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
50	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
51	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
52	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
53	Grave	4º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
54	Grave	4º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
55	Grave	4º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
56	Grave	4º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
57	Moderado	4º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.

58	Moderado	4º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
59	Moderado	4º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
60	Moderado	4º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
61	Moderado	4º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
62	Moderado	4º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
63	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
64	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
65	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
66	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
67	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
68	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
69	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
70	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
71	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
72	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
73	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
74	Grave	4º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
75	Grave	5º piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

76	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
77	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
78	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
79	Grave	4° piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
80	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
81	Grave	5° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
82	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
83	Grave	5° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
84	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
85	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
86	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
87	Grave	5° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
88	Grave	5° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
89	Grave	5° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
90	Grave	5° piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
91	Moderado	5° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
92	Moderado	5° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
93	Moderado	5° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.

94	Moderado	5º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
95	Moderado	5º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
96	Moderado	5º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
97	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
98	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
99	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
100	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
101	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
102	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
103	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
104	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
105	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
106	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
107	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
108	Grave	5º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
109	Grave	6º piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
110	Grave	6º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
111	Grave	6º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

112	Grave	6° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
113	Grave	5° piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
114	Grave	6° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
115	Grave	6° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
116	Grave	6° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
117	Grave	6° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
118	Grave	6° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
119	Grave	6° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
120	Grave	6° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
121	Grave	6° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
122	Grave	6° piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
123	Grave	6° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
124	Grave	6° piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
125	Moderado	6° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
126	Moderado	6° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
127	Moderado	6° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
128	Moderado	6° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
129	Moderado	6° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.

130	Moderado	6° piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
131	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
132	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
133	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
134	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
135	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
136	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
137	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
138	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
139	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
140	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
141	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
142	Grave	6° piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
143	Grave	7° piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
144	Grave	7° piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
145	Grave	7° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
146	Grave	7° piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
147	Grave	6° piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

148	Grave	7º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
149	Grave	7º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
150	Grave	7º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
151	Grave	7º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
152	Grave	7º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
153	Grave	7º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
154	Grave	7º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
155	Grave	7º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
156	Grave	7º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
157	Grave	7º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
158	Moderado	7º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
159	Moderado	7º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
160	Moderado	7º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
161	Moderado	7º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
162	Moderado	7º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
163	Moderado	7º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
164	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
165	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

166	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
167	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
168	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
169	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
170	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
171	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
172	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
173	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
174	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
175	Grave	7º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
176	Grave	8º piso	Tubería de desague de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
177	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
178	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
179	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
180	Grave	7º piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
181	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
182	Grave	8º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
183	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

184	Grave	8º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
185	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
186	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
187	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
188	Grave	8º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
189	Grave	8º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
190	Grave	8º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
191	Grave	8º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
192	Moderado	8º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
193	Moderado	8º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
194	Moderado	8º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
195	Moderado	8º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
196	Moderado	8º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
197	Moderado	8º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
198	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
199	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
200	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
201	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

202	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
203	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
204	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
205	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
206	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
207	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
208	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
209	Grave	8º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
210	Grave	9º piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
211	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
212	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
213	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
214	Grave	8º piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
215	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
216	Grave	9º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
217	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
218	Grave	9º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
219	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

220	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
221	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
222	Grave	9º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
223	Grave	9º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
224	Grave	9º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
225	Grave	9º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
226	Moderado	9º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
227	Moderado	9º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
228	Moderado	9º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
229	Moderado	9º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
230	Moderado	9º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
231	Moderado	9º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
232	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
233	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
234	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
235	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
236	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
237	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

238	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
239	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
240	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
241	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
242	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
243	Grave	9º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
244	Grave	10º piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
245	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
246	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
247	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
248	Grave	9º piso	Montante cruza perpendicularmente a viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
249	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
250	Grave	10º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
251	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
252	Grave	10º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
253	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
254	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
255	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

256	Grave	10º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
257	Grave	10º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
258	Grave	10º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
259	Grave	10º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
260	Moderado	10º piso	Montante de desague de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
261	Moderado	10º piso	Montante de desague de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
262	Moderado	10º piso	Montante de desague de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
263	Moderado	10º piso	Montante de desague de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
264	Moderado	10º piso	Montante de desague de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
265	Moderado	10º piso	Montante de desague de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
266	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
267	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
268	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
269	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
270	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
271	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
272	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
273	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

274	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
275	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
276	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
277	Grave	10º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desague.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
278	Grave	11º piso	Tubería de desague de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
279	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
280	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
281	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
282	Grave	7º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
283	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
284	Grave	11º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
285	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
286	Grave	11º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
287	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desague en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
288	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
289	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
290	Grave	11º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
291	Grave	11º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

292	Grave	11º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
293	Grave	11º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m
294	Moderado	11º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
295	Moderado	11º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
296	Moderado	11º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
297	Moderado	11º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
298	Moderado	11º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
299	Moderado	11º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
300	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
301	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
302	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
303	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
304	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
305	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
306	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
307	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
308	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
309	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

310	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
311	Grave	11º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
312	Grave	12º piso	Tubería de desagüe de 4" interfiere con viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
313	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
314	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
315	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
316	Grave	10º piso	Congestión de tubería de agua caliente, fría y desagüe en viga	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
317	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
318	Grave	12º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
319	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
320	Grave	12º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
321	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
322	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
323	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente y fría en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
324	Grave	12º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
325	Grave	12º piso	Congestión y recorrido de tuberías de agua fría y caliente en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
326	Grave	12º piso	Congestión de tuberías de agua caliente, fría y desagüe en viga.	Instalaciones Sanitarias y Estructuras	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
327	Grave	12º piso	Ventana interfiere con Viga	Estructuras y Arquitectura	Considerar un alfeizar de 1.80m

328	Moderado	12º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
329	Moderado	12º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
330	Moderado	12º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
331	Moderado	12º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
332	Moderado	12º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
333	Moderado	12º piso	Montante de desagüe de mayor dimensión que espesor de muro	Instalaciones Sanitarias y Arquitectura	Considerar espesor mayor de muro o considerar placa de concreto de espesor mayor.
334	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
335	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
336	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
337	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
338	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
339	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
340	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
341	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
342	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
343	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
344	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.
345	Grave	12º piso	Cruce tuberías de agua fría, caliente y desagüe.	Instalaciones Sanitarias	Replanteo de IISS y evaluación del especialista Estructural.

Elaborado por: las autoras

Entre las incompatibilidades e interferencias clasificadas como de **impacto grave**, detectadas por metodología BIM (software Revit), se presentan algunas de ellas.

En relación con las interferencias encontradas entre las especialidades de **Estructuras e Instalaciones Sanitarias**, se han identificado cruces de tuberías de agua y desagüe, y la congestión de ellas en vigas.

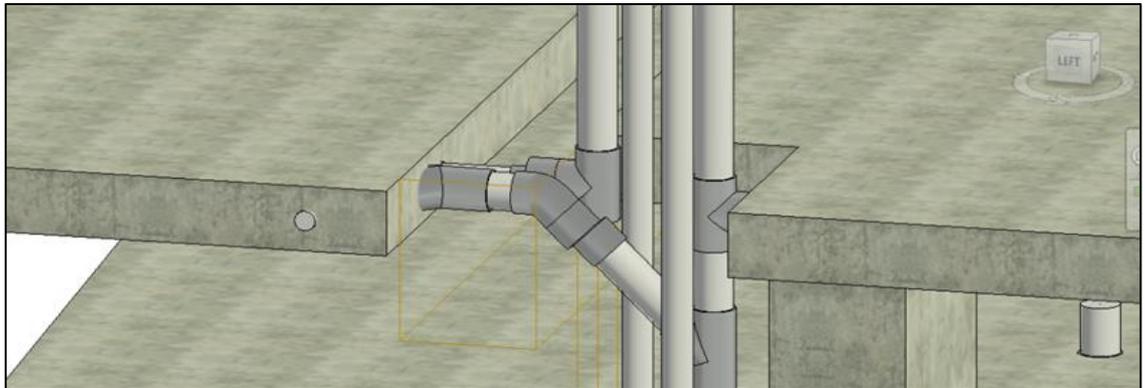


Figura 98. Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – montante y accesorio.

Elaborado por: las autoras

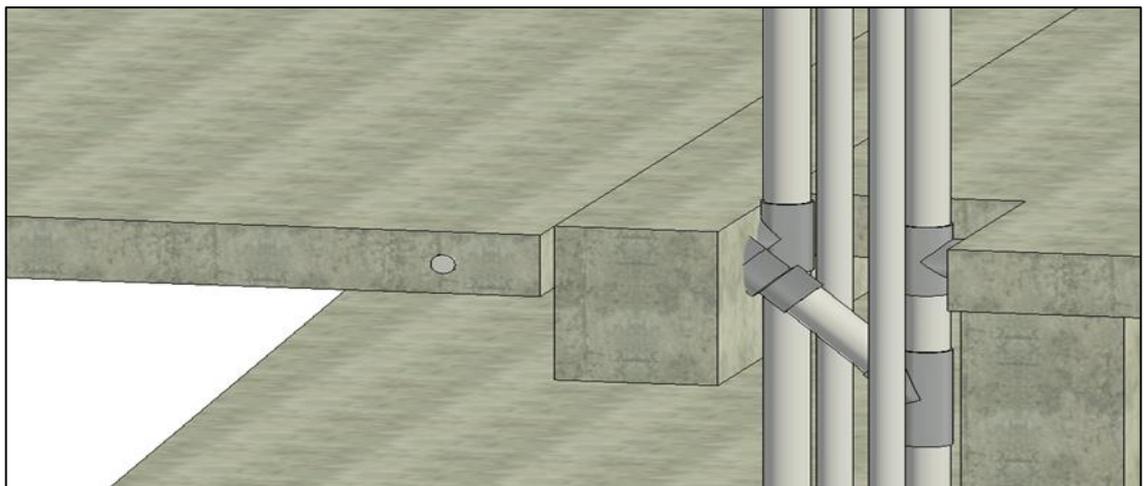


Figura 99. Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – cruce con viga

Elaborado por: las autoras

En las **Figuras 98 y 99**, podemos observar un caso de interferencia identificada, en donde la tubería de desagüe de 4" cruza con viga de sección 0.40m x 0.50m, ubicada en el eje 9/ entre ejes A-B; asimismo, la mitad del accesorio (codo de 45) queda embebido en el concreto de la viga y la mitad fuera.

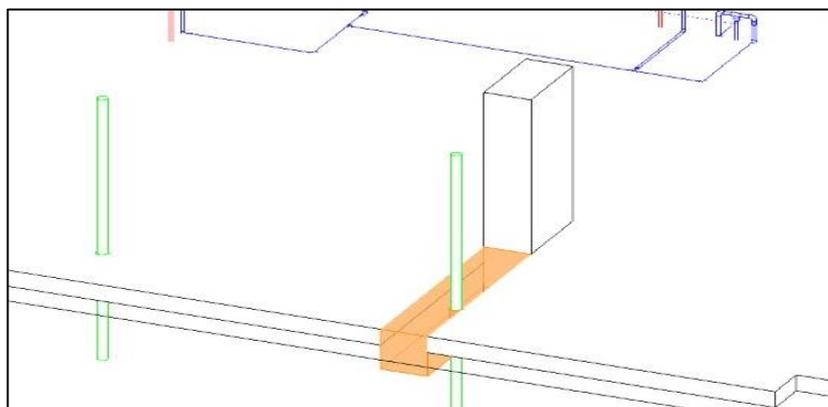


Figura 100. Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras –
cruce de montante

Elaborado por: las autoras

Otra interferencia identificada es la presentada en la **Figura 100**, donde podemos observar el cruce de forma perpendicular de la montante de desagüe de 3" (M.D. N°09) con la viga V-320 de sección 0.40m x 0.50m, ubicada en el eje H/ entre ejes 1-2.

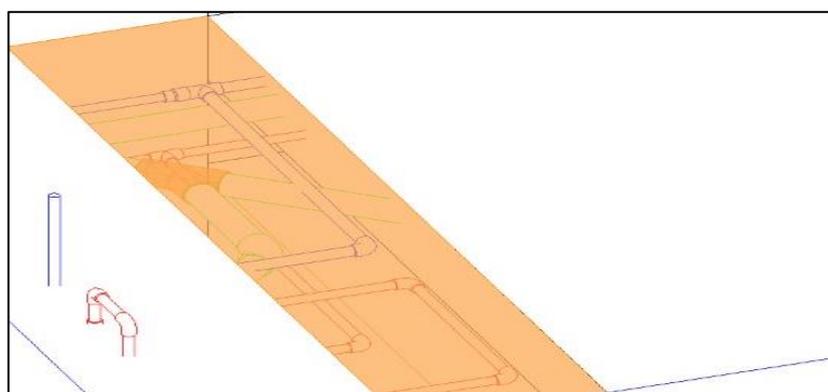


Figura 101. Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras –
congestión de instalaciones en viga 1

Elaborado por: las autoras

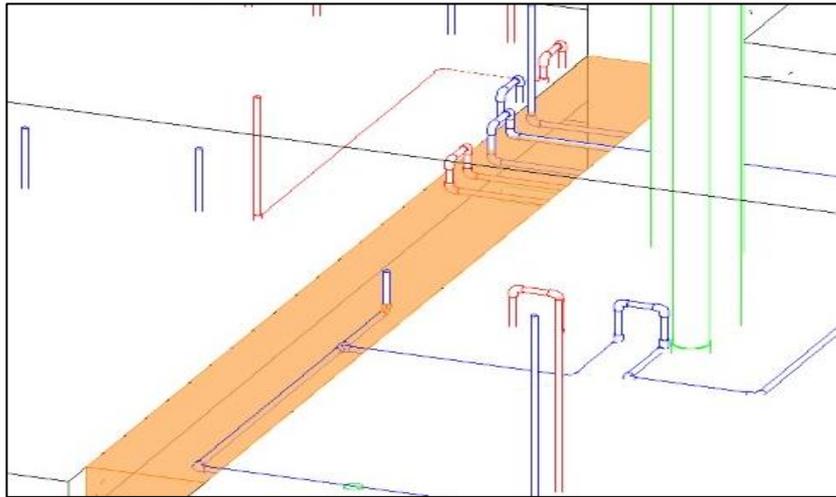


Figura 102. Interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras – congestión de instalaciones en viga 2

Elaborado por: las autoras

Así también, tal como muestran las **Figuras 101 y 102**, se identifica la congestión de instalaciones sanitarias (tuberías de agua fría, caliente y desagüe), en las vigas. Es preciso indicar que en los planos se indica un detalle de refuerzo, tal como se muestra en la **Figura 103**.



Figura 103. Detalle de Refuerzo de pase de tubería en vigas de concreto.

Elaborado por: las autoras

Sin embargo, este indica claramente las zonas donde no deben pasar tuberías, que, en la mayoría de los casos identificados no se cumplen. Así también, Lengua (2013) recomienda que antes de la ejecución de un proyecto es importante la compatibilización de planos de las especialidades involucradas, en el caso de las instalaciones eléctricas y sanitarias, por la gran cantidad de tuberías pueden interferir con los elementos estructurales, por lo que los cambios en el recorrido de estas tuberías ayudaran a minimizar el daño a la estructura.

En relación con las interferencias encontradas entre las especialidades de **Estructuras y Arquitectura**, se ha identificado la interferencia de ventana alta con viga.

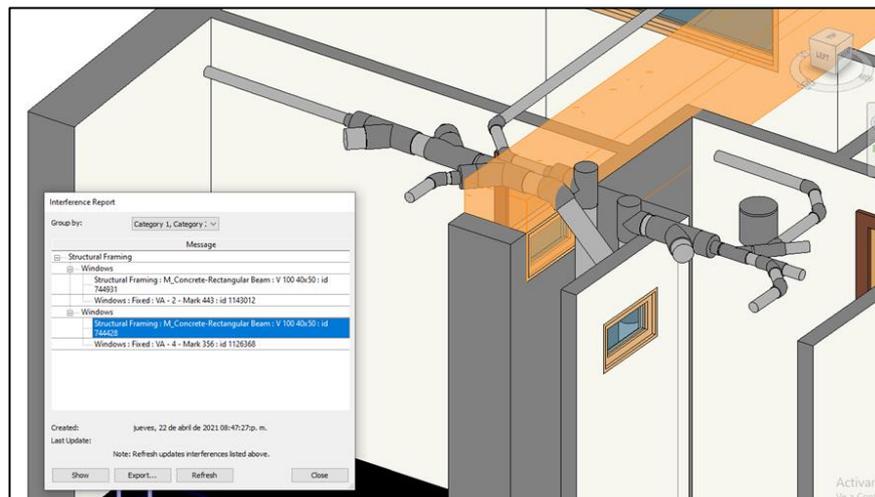


Figura 104. Interferencia de estructuras con arquitectura – interferencia de ventana y viga

Elaborado por: las autoras

Tal como se muestra en la **Figura 104**, se presenta una interferencia de la ventana V-4 con una viga. Este vano presenta un alfeizar de 2.10m y un alto de 0.40m, según los planos del proyecto en estudio (**Ver Figura 105**).

<i>CUADRO DE VANOS ALTOS</i>				
	<i>ANCHO</i>	<i>ALTO</i>	<i>ALFEIZAR</i>	<i>CANT.</i>
<i>VA-1</i>	<i>0.20</i>	<i>0.30</i>	<i>2.10</i>	<i>10</i>
<i>VA-2</i>	<i>0.25</i>	<i>0.30</i>	<i>2.10</i>	<i>11</i>
<i>VA-3</i>	<i>0.40</i>	<i>0.30</i>	<i>2.10</i>	<i>25</i>
<i>VA-4</i>	<i>0.50</i>	<i>0.30</i>	<i>2.10</i>	<i>156</i>
<i>VA-5</i>	<i>0.60</i>	<i>0.30</i>	<i>2.10</i>	<i>3</i>
<i>VA-6</i>	<i>1.00</i>	<i>0.30</i>	<i>2.10</i>	<i>3</i>

Figura 105. Cuadro de vanos altos del proyecto Ibiza

Elaborado por: las autoras

La altura de los pisos es de 2.60m, y la viga ubicada en el eje 9, tiene un peralte de 0.50m, por lo que la altura libre entre piso y fondo de viga sería de 2.10m, el cual coincide con el alfeizar del vano 4, lo cual no deja espacio para el vano, generando una interferencia entre ambas especialidades. Finalmente, en relación con las interferencias encontradas en la especialidad de **Instalaciones Sanitarias**, se han identificado cruces de tuberías.

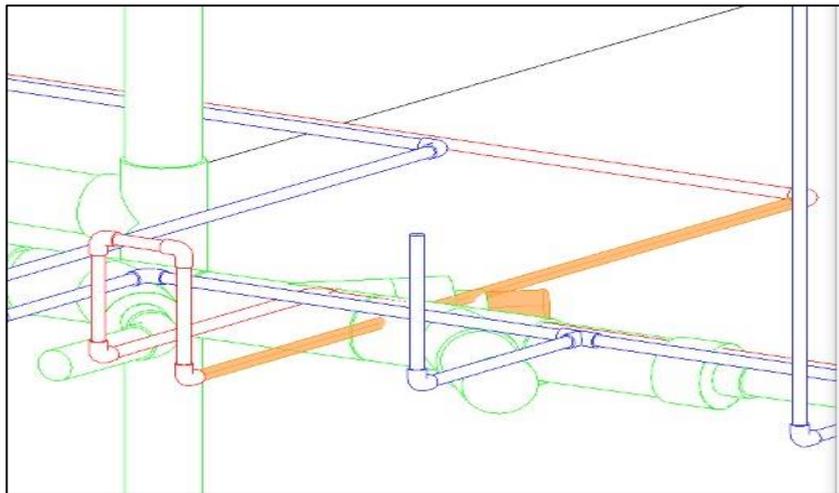


Figura 106. Especialidad de instalaciones sanitarias – cruces de tuberías en losa 1

Elaborado por: las autoras

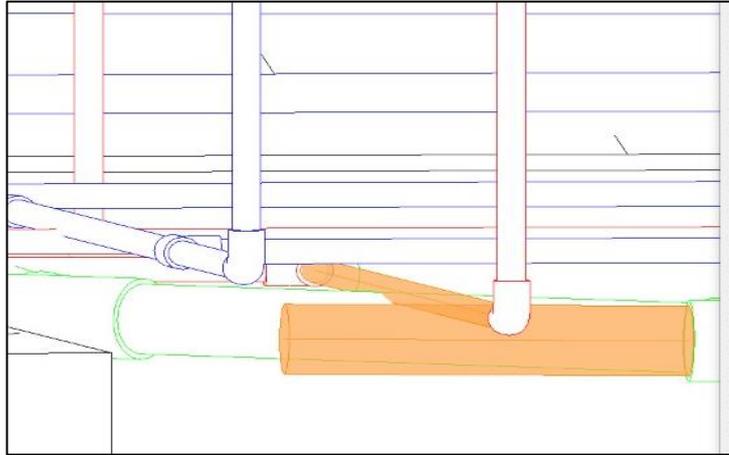


Figura 107. Especialidad de instalaciones sanitarias – cruces de tuberías en losa 2

Elaborado por: las autoras

Tal como se muestran en las **Figuras 106 y 107**, existen cruces entre tuberías sanitarias, tanto de agua fría, caliente y desagüe. Generalmente en planos esto se presenta; sin embargo, el software Revit lo detecta como interferencia, por ello hemos verificado cada caso y consideramos solo las que efectivamente representarían un problema en obra.

Cuando se presenta una gran congestión de tuberías en losa aligerada, en muchos casos reales de obra, estos quedan expuestos en la superficie de la losa, tal como se muestra en la **Figura 108**, generando retrabajos posteriormente.



Figura 108. Error frecuente en Obra – Tuberías sanitarias expuestas en
Losa

Elaborado por: las autoras

5.3.1.1 Comparativo entre deficiencias encontradas con Autocad y Revit

Con la cantidad de incompatibilidades e interferencias identificadas en un proceso manual (planos de AutoCAD) y el proceso de modelado tridimensional, se realizó un comparativo obteniendo los siguientes resultados:



Figura 109. Análisis Comparativo del número de interferencias e incompatibilidades
Elaborado por: las autoras

Como se muestra en la **Figura 109**, el uso de la metodología BIM, mediante su herramienta Revit, permite un mayor control de la información del proyecto, de las deficiencias en el diseño que este presenta, debido a que facilita la visibilidad para detectarlas en sus modelos 3D. BIM respecto al método manual es más eficiente.

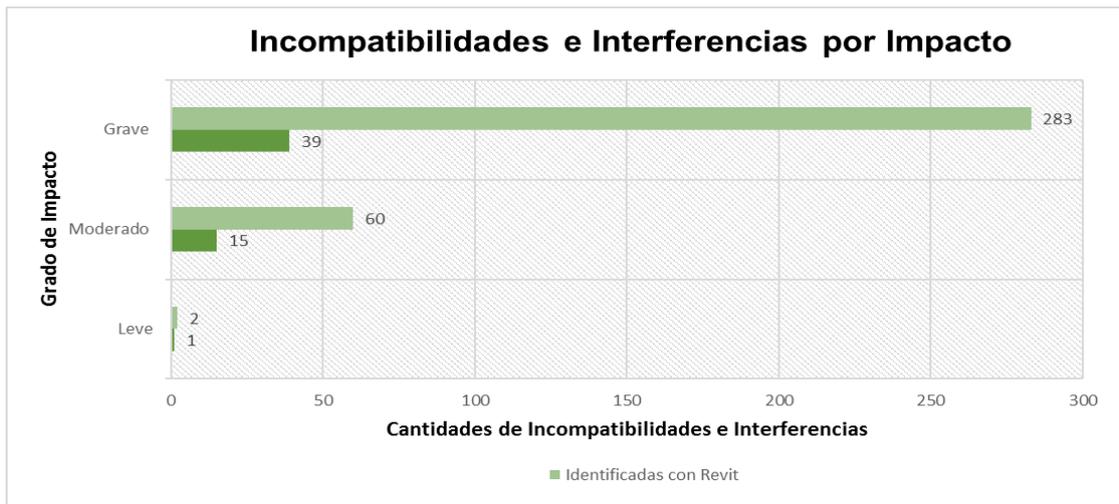


Figura 110. Análisis comparativo del número de interferencias e incompatibilidades por impacto
Elaborado por: las autoras

Tal como se muestra en la **Figura 110**, mediante el método manual se identificaron 39 incompatibilidades e interferencias graves, y mediante Revit se obtuvieron 283, lo cual demuestra que es más eficiente para anticiparse a problemas que generen retrabajos en obra.

A partir de las interferencias de mayor impacto antes descritas y tomando en consideración los aportes técnicos de profesionales, se han evaluado posibles soluciones a fin de poder estimar el sobre costo y tiempo respectivo. En la **Tabla 13**, se presentan dichos resultados obtenidos a través de las entrevistas realizadas (**Ver Anexo 5**), se describen los sustentos técnicos y las posibles propuestas de solución a considerar para las interferencias detectadas y previamente descritas.

Tabla 13. Propuestas de solución de las interferencias de impacto grave

Especialidades Involucradas	Descripción de Interferencias	Sustento Técnico sobre Interferencia	Posible Propuesta de Solución a Considerar
Estructuras y Arquitectura	Se encuentra la interferencia de una viga estructural con una ventana alta.	Al detectar esta interferencia en obra, se recomienda no dañar el elemento estructural (no picar la viga que interfiere con la ventana).	Considerar un alfeizer menor de la ventana, manteniendo sus dimensiones contractuales (0.50x0.30) .
IISS y Estructuras	Se encuentra la interferencia de una montante sanitaria de 3" de diametro con una viga peraltada.	Ing. Roque Sanchez (2021): No deben interferir las vigas con las montantes, la solución es formar ductos verticales fuera de las vigas.	Considerar un ducto en la losa por donde se derive la montante y que esta sea protegida con una falsa columna de drywall. Es importante que el arquitecto evalúe la ubicación de esta propuesta a fin de no impactar en el diseño del ambiente.
		Ing. Alfredo Canales (2021): Las montantes de desagüe, son el principal problema que se tiene, ya que son tubería de 4 a 6", los cuales son diámetros que si afectarían a una viga si es que se permite dejarla pasar por la misma; una viga en promedio es de 50x30 o 50x40cm estándar, estas tuberías son de 10 a 15cm de diametro, con lo que llegan a ocupar el 50% de la superficie de la viga, siendo esta superficie propensa a esfuerzo de flexión y compresión, no es posible su paso por las mismas, por lo que lo óptimo es que en el diseño de edificaciones de altura, se prevean ductos por donde deben colocarse estas montantes, o en todo caso por la parte exterior del edificio.	Ing. Josep Sierra (2021): Replantear la montante, y llevarla a una falsa columna. O de manera similar, se podría implementar ductos, para el paso de las montantes.
IISS: Redes de Agua y Desague	Interferencia y congestión de los tubos de PVC en los elementos de la losa.	Ing. Lengua Fernandez (2013): El recorrido de las tuberías de PVC siempre podrá ser modificado, de tal modo que se merme lo menos posible a la resistencia de la losa.	Ing. Lengua Fernandez (2013): Como una alternativa, las baterías de desague podrían ir colgadas debajo de la losa, siempre que la arquitectura lo permita. Ing. Roque Sanchez (2021): Se pueden colgar las tuberías por debajo de las vigas y formar ductos verticales para pasar las tuberías. Dicha congestión no debe "interferir" a los elementos estructurales.
IISS y Estructuras	Interferencia y congestión de tuberías de agua y desague en vigas.	Ing. Lengua Fernandez (2013): Las tuberías de PVC que atraviesan las vigas reducen la sección transversal de éstas por los tramos por donde pasan. Lo más adecuado es cambiar el recorrido de las tuberías de tal modo que se dañe lo menos posible al elemento de concreto armado.	Ing. Lengua Fernandez (2013): Considerar el cambio de recorrido de las redes sanitarias, asimismo evaluar el replanteo en la arquitectura, que permitirá estas tuberías atraviesen en lo menos posible las vigas chatas y/o peraltadas.
		Ing. Josep Sierra (2021): Se tiene que evitar la interferencia de las tuberías de PVC en las vigas de techo, ya que los debilitan estructuralmente. Por lo que se debe rectificar la instalación de las tuberías.	Ing. Josep Sierra (2021): Se debe replantear el pase de tuberías, cambiar sus posiciones.
		Ing. Roque Sanchez (2021): No deben haber interferencias, en el caso de una edificación a base de pórticos y placas, los elementos estructurales se diseñan sin perforaciones, de pasar tuberías por zapatas, columnas, vigas y placas, y éstas no cumplirán con la resistencia de diseño porque no consideran la sección necesaria. Estas interferencias debilitan los elementos estructurales.	Ing. Roque Sanchez (2021): Compatibilizar las especialidades involucradas, coordinar con la Supervisión y dar solución adecuada cumpliendo las normas de ingeniería.
Arquitectura y Estructuras	Incompatibilidad entre corte y planta, muestra un nivel de piso terminado; sin embargo el corte indica una altura que no corresponde.	Respetar los niveles correspondientes e indicados.	Calcular el metrado adicional por esa diferencia de altura del corte respecto a los niveles indicados.

Elaborado por: las autoras

5.3.2 Metrados y presupuesto

5.3.2.1 Metrado virtual y presupuesto

Mediante los modelos 3D realizados en Revit, se han obtenido los metrados de las partidas más representativas en el presupuesto de la especialidad estructuras.

a. Metrados de Estructuras

Se realizó los metrados de los elementos estructurales mediante el software Revit, obteniendo variaciones considerables en partidas como: concreto de zapatas, concreto de vigas de cimentación, concreto de muros de contención, concreto de cisternas subterráneas, concreto de vigas y concreto de piscina elevada, las cuales se detallan en la **Tabla 14**. Es preciso indicar que algunos metrados obtenidos mediante esta herramienta fueron superiores a los del proyecto y en algunos casos inferiores.

Tabla 14. Presupuesto de la especialidad de estructuras del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza

PRESUPUESTO DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS					
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
2.	ESTRUCTURAS				370,525.43
03.	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
03.01.	Zapatas				
03.01.01.	Concreto Premezclado en Zapatas f'c= 210 kg/cm2- Cemento tipo I	m3	297.18	261.12	77,599.64
03.02.	Vigas de Cimentación				
03.02.	Concreto Premezclado de Vigas de Cimentación f'c=210 kg/cm2-Cemento tipo I	m3	6.37	262.24	1,670.47
03.03.	Muros Reforzados				

03.03.01.	Muros de Contención				
03.03.01.01.	Concreto en Muros de Contención f'c=210 kg/cm2	m3	300.31	284.41	85,411.17
03.05.	Vigas				
03.05.01.	Concreto Premezclado en Vigas f'c=210 kg/cm2- Cemento Tipo I	m3	674.08	261.44	176,231.48
03.08.	Cisternas Subterráneas				
03.08.01.	Concreto Premezclado en Cisterna Subterránea f'c=280 kg/cm2-Cemento Tipo I	m3	70.49	391.53	27,598.95
03.09.	Piscinas Elevadas				
03.09.01.	Concreto Premezclado Piscina Elevada f'c=210 kg/cm2-Cemento Tipo I	m3	7.32	275.10	2,013.73

Elaborado por: las autoras

Tabla 15. Presupuesto de la especialidad de estructuras – con Revit

PRESUPUESTO DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS					
Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
2.	ESTRUCTURAS				425,790.79
03.	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
03.01.	Zapatas				
03.01.01.	Concreto Premezclado en Zapatas f'c= 210 kg/cm2- Cemento tipo I	m3	328.36	261.12	85,741.36
03.02.	Vigas de Cimentación				
03.02.	Concreto Premezclado de Vigas de Cimentación f'c=210 kg/cm2-Cemento tipo I	m3	4.52	262.24	1,185.32
03.03.	Muros Reforzados				
03.03.01.	Muros de Contención				
03.03.01.01.	Concreto en Muros de Contención f'c=210 kg/cm2	m3	464.66	284.41	132,153.95
03.05.	Vigas				

03.05.01.	Concreto Premezclado en Vigas f'c=210 kg/cm2-Cemento Tipo I	m3	682.23	261.44	178,362.21
03.08.	Cisternas Subterráneas				
03.08.01.	Concreto Premezclado en Cisterna Subterránea f'c=280 kg/cm2-Cemento Tipo I	m3	67.33	391.53	26,361.71
03.09.	Piscinas Elevadas				
03.09.01.	Concreto Premezclado Piscina Elevada f'c=210 kg/cm2-Cemento Tipo I	m3	7.22	275.10	1,986.22

Elaborado por: las autoras

Finalmente, el monto estimado de costo directo de la especialidad de estructuras obtenido a partir del software Revit es de S/. 3,789,028.02. El monto de costo directo de la especialidad de estructuras del proyecto es de S/. 3,723,906.50 (**ver Tabla 3**); por lo tanto, se evidencia que existe un adicional de S/. 55,265.35.; este valor también se puede calcular entre la diferencia de montos totales presentados en las **Tablas 14 y 15**, ya que estos representan las partidas con variación respecto al inicial.

5.3.2.2 Costos por incompatibilidades e interferencias

Se realizó la estimación de presupuesto de la reparación por las incompatibilidades e interferencias de mayor impacto encontradas, las cuales se han clasificado por especialidad.

Tabla 16. Lista de Precios Unitarios por Reparaciones

ARQUITECTURA			
1	Demolición de Muro	m2	13.46
2	Tabique Simple Placa GYPLAC ST. 1/2"	m2	39.92
ESTRUCTURAS			
3	Concreto de f'c=210 kg/cm2	m3	261.44
5	Concreto de f'c=280 kg/cm2	m3	391.53

INSTALACIONES SANITARIAS			
6	Tubería PVC Clase 10 (1/2") con rosca	ml	8.53
7	Tubería PVC Clase 10 (3/4") con rosca	ml	10.73
8	Tubería PVC Clase 10 (1") con rosca	ml	12.16
9	Tubería CPVC clase 7 (1/2")	ml	18.22
10	Codo CPVC Clase 7 UR 1/2"x 90	pieza	15.41
11	Codo PVC Clase 10 UR 1/2"x90°	pieza	15.56
12	Codo PVC Clase 10 UR 3/4"x90°	pieza	16.43
13	Codo PVC Clase 10 UR 1"x90°	pieza	16.5
14	TEE PVC Clase 10 UR 1/2"	pieza	10.48
15	TEE PVC Clase 10 UR 3/4"	pieza	11.16
16	TEE PVC Clase 10 UR 1"	pieza	13.36
17	Tubería de Desagüe PVC SAL-P DE 50mm (2")	ml	14.6
18	Tubería de Desagüe PVC SAL-P DE 100mm (4")	ml	26.74

Elaborado por: las autoras

En la **Tabla 17** se presenta el detalle de los cálculos correspondiente a las reparaciones.

Tabla 17. Estimación de costos por reparaciones

ESTIMACIÓN DE COSTOS POR REPARACIONES							
Ítem	Caso	Especialidades	Concepto de Reparación	Unidad	Metrado	PU (S/.)	Total
1	Ventana-Viga (0.30x0.50)	Estructuras y Arquitectura	Demolición de Muro	m2	1.80	13.46	S/. 24.23
2	Montante de 3" que corta vigas	Estructuras e IISS	Tabique Simple Placa GYPLAC ST. 1/2"	m2	15.60	39.92	S/. 622.75
3	Cruce de tuberías en losa aligerada	Estructuras e IISS	Concreto de f'c=210 kg/cm2	m3	25.00	261.44	S/. 6,536.00
4	Cisterna por mayor altura y cimentación	Estructuras y Arquitectura	Concreto de f'c=280 kg/cm2	m3	8.48	391.53	S/. 3,320.17
5	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Tubería PVC Clase 10 (1/2") con rosca	ml	65.00	8.53	S/. 554.45
6	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Tubería PVC Clase 10 (3/4") con rosca	ml	15.00	10.73	S/. 160.95
7	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Tubería PVC Clase 10 (1") con rosca	ml	47.50	12.16	S/. 577.60
8	Interferencias en vigas de techo-Agua Caliente	Estructuras e IISS	Tubería CPVC Clase 7 (1/2")	ml	36.25	18.22	S/. 660.48
9	Interferencias en vigas de techo-Agua Caliente	Estructuras e IISS	Codo CPVC Clase 7 UR 1/2"x 90	pieza	20.00	15.41	S/. 308.20
10	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Codo PVC Clase 10 UR 1/2"x90°	pieza	58.00	15.56	S/. 902.48
11	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Codo PVC Clase 10 UR 3/4"x90°	pieza	5.00	16.43	S/. 82.15
12	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Codo PVC Clase 10 UR 1"x90°	pieza	13.00	16.5	S/. 214.50
13	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	TEE PVC Clase 10 UR 1/2"	pieza	12.00	10.48	S/. 125.76
14	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	TEE PVC Clase 10 UR 3/4"	pieza	7.00	11.16	S/. 73.36
15	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	TEE PVC Clase 10 UR 1"	pieza	4.00	13.36	S/. 53.44
16	Interferencias en vigas de techo-Desague	Estructuras e IISS	Tubería de Desague PVC SAL-P DE 50mm (2")	ml	38.00	14.6	S/. 554.80
17	Interferencias en vigas de techo-Desague	Estructuras e IISS	Tubería de Desague PVC SAL-P DE 100mm (4")	ml	11.00	26.74	S/. 294.14
							S/. 15,065.46

Elaborado por: las autoras

Con los precios unitarios presentados en la **Tabla 17**, y los metrados correspondientes por cada reparación de las interferencias e incompatibilidades detalladas en la **Tabla 13**, se presenta el monto total por interferencia entre las especialidades consideradas.

Tabla 18. Costos de interferencias

ESPECIALIDAD	COSTOS POR INTERFERENCIAS	%
ESTRUCTURAS – SANITARIAS	7,158.75	47.52%
ARQUITECTURA – ESTRUCTURAS	3,344.40	22.20%
SANITARIAS – SANITARIAS	4,562.31	30.28%
TOTAL	15,065.46	100%

Elaborado por: las autoras

Se obtuvo un costo total estimado por interferencias de **S/ 15,065.46**; este representa una estimación de la inversión adicional que se tendría que considerar y adicionar al presupuesto inicial, por no haber identificado estas deficiencias en el diseño con la anticipación correspondiente.



Figura 111. Costos por Interferencias - Porcentajes

Elaborado por: las autoras

Como se muestra en la **Figura 111**, las interferencias estructuras - sanitarias representa un 47.52% correspondiente a S/ 7,158.75, las interferencias arquitectura - estructuras representa un 22.20% (S/ 3,344.40) y la especialidad de instalaciones sanitarias representa un 30.28 % (S/ 4,562.31).

5.3.2.3 Presupuesto contractual más adicionales

Del análisis de cálculos antes descritos se obtiene un monto adicional total estimado de S/. 70,330.81 solo en costos directos, que representa 0.7% del presupuesto inicial. El detalle para obtener este monto se observa en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Costos adicionales por especialidad

ESPECIALIDAD	TOTAL POR ESPECIALIDAD	PORCENTAJE (%)
ESTRUCTURA	S/. 65,121.52	92.59%
ARQUITECTURA	S/. 646.98	0.92%
INSTALACIONES SANITARIAS	S/. 4,562.31	6.49%
TOTAL	S/. 70,330.81	100%

Elaborado por: las autoras

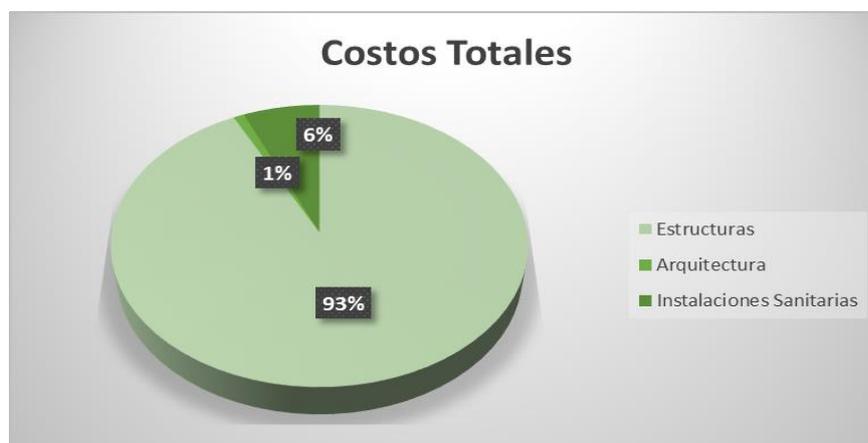


Figura 112. Total de Costos Adicionales

Elaborado por: las autoras

Como se muestra en la **Figura 112**, la especialidad de estructuras representa un 92.59% correspondiente a S/ 65,121.52, la especialidad de arquitectura representa un 0.92% (S/ 646.98) y la especialidad de instalaciones sanitarias representa un 6.49 % (S/ 4,562.31).

Se presenta el presupuesto total estimado de la obra, considerando los mayores metrados y costos por interferencias, si es que no se identificaran a tiempo.

Tabla 20. Resumen de presupuesto del proyecto con adicionales

RESUMEN DEL PRESUPUESTO			
Ítem	Descripción		Parcial (S/.)
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		493,468.34
2	ESTRUCTURAS		3,789,028.02
3	ARQUITECTURA		3,240,082.26
4	INSTALACIONES SANITARIAS		1,069,567.77
5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		1,182,144.30
6	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES		140,256.22
7	INSTALACIONES DE GAS		153,391.27
	COSTO DIRECTO		10,067,938.18
	GASTOS GENERALES	8%	805,435.05
	UTILIDAD	4%	402,717.53
	SUB TOTAL		11,276,090.76
	IGV	18%	2,029,696.34
	TOTAL DEL PRESUPUESTO		13,305,787.10

Elaborado por: las autoras

5.3.3 Cronograma y plazo de ejecución

A partir de los valores obtenidos por reparaciones y mayores metrados, se pudo calcular la cantidad de días aproximados que cada caso representaría. Se presentan los cálculos correspondientes en la **Tabla 21**.

Tabla 21. Estimación de días

ESTIMACIÓN DE DÍAS POR REPARACIONES							
Item	Caso	Especialidades	Concepto de Reparación	Unidad	Metrado	Rendimiento	Tiempo (días)
1	Ventana-Viga (0.30x0.50)	Estructuras y Arquitectura	Demolición de Muro	m2	1.80	8 m2/día	0.23
2	Montante de 3" que corta vigas	Estructuras e IISS	Tabique Simple Placa GYPLAC ST. 1/2"	m2	15.60	25 m2/día	0.62
3	Cisterna por mayor altura y cimentación	Estructuras y Arquitectura	Concreto de f'c=280 kg/cm2	m3	8.48	18 m3/día	0.47
4	Losa Aligerada por cruces en vigas	Estructuras e IISS	Concreto de f'c=210 kg/cm2	m3	25.00	25 m3/día	1.00
5	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Tubería PVC Clase 10 (1/2") con rosca	ml	65.00	20 ml/día	3.25
6	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Tubería PVC Clase 10 (3/4") con rosca	ml	15.00	18 ml/día	3.47
7	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Tubería PVC Clase 10 (1") con rosca	ml	47.50		
8	Interferencias en vigas de techo-Agua Caliente	Estructuras e IISS	Tubería CPVC Clase 7 (1/2")	ml	36.25	20 ml/día	1.81
9	Interferencias en vigas de techo-Agua Fría	Estructuras e IISS	Accesorios de Agua Fría y Caliente	pieza	119.00	50 pza/día	2.38
10	Interferencias en vigas de techo-Desagüe	Estructuras e IISS	Tubería de Desagüe PVC SAL-P DE 50mm (2")	ml	38.00	20 ml/día	2.45
11	Interferencias en vigas de techo-Desagüe	Estructuras e IISS	Tubería de Desagüe PVC SAL-P DE 100mm (4")	ml	11.00		
TOTAL							15.68
ESTIMACIÓN DE DÍAS POR MAYORES METRADOS							
Item	Caso	Especialidades	Concepto de Reparación	Unidad	Metrado	Rendimiento	Tiempo (días)
1	Concreto Premezclado de Zapatas	Estructuras	Metrado Adicional del Contractual	m3	31.18	25 m3/día	1.25
2	Concreto de Muros de Contención	Estructuras	Metrado Adicional del Contractual	m3	164.35	20 m3/día	8.22
3	Concreto de Vigas de Techo	Estructuras	Metrado Adicional del Contractual	m3	8.15	20 m3/día	0.41
TOTAL							9.88
TOTAL							25.56

Elaborado por: las autoras

Según lo presentado en la **Tabla 21**, se calculó un total de 26 días entre la reparación de interferencias y considerando los mayores metrados de la especialidad de estructuras; sin embargo, es necesario considerar el tiempo de consulta que estas representan, tal como lo expresan especialistas en el sector (**Ver Anexo 5**).

- **José Salinas (2021)**, las interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto generan paralización por RFI que toman un tiempo prudente para ser resueltas. Estas son enviadas al proyectista vía correo u otro medio, tanto en obra privada como pública.
- **Luis García (2021)**, cuando se identifican interferencias en obra, se debe reunir al personal técnico relacionado con la interferencia a fin de que se proceda a evaluar y brindar una solución.
- **Alfredo Canales (2021)**, la presencia de interferencias interdisciplinarias ha paralizado todo el proyecto y no solo interferencias sanitarias – estructuras sino también desde el diseño, cuando este no se realiza correctamente genera paralizaciones sin haber empezado a construir. Uno de los mayores impactos es en el tiempo, porque una incompatibilidad genera rediseños, reprocesos, paralización de partidas sucesivas y si son partidas críticas más aún, amarra a todo el proyecto.
- **Fiorella Wong (2021)**, Uno de los mayores impactos que generan las interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución es el atraso en el cronograma de avance de obra, dado que el ejecutor deberá tomarse el tiempo necesario para plantear una solución y realizarla, tiempo que va a depender de la magnitud de la interferencia lo cual definitivamente va a frenar una o más actividades.

Se ha considerado un total de 30 días de consulta para las interferencias teniendo en cuenta los resultados de la encuesta realizada. (**Ver Figura 88**). Es preciso indicar que estas interferencias

representarían partida de la ruta crítica, y tal como lo expresan nuestros especialistas, podrían afectar partidas sucesivas o la paralización del proyecto.

En la **Tabla 22** se presenta el resumen de la cantidad de días en total que tendrán un impacto en el cronograma de avance de obra.

Tabla 22. Total de días adicionales

ESPECIALIDAD	DIAS DE REPARACIÓN/ METRADO ADICIONAL	DÍAS DE CONSULTA
ESTRUCTURAS – SANITARIAS	2	30
ARQUITECTURA – ESTRUCTURAS	1	
SANITARIAS – SANITARIAS	13	
MAYORES METRADOS	10	-
SUMATORIA	26	30
TOTAL	56	

Elaborado por: las autoras

De las reparaciones explicadas en la **Tabla 21** del Ítem 4 al 11 se ha considerado un global por consulta de 15 días, y en el caso del Ítem del 1 al 3 se ha considerado 5 días por cada uno. La cantidad de días obtenidos por reparaciones de interferencias e incompatibilidades y por metrados adicionales son un total de 26 días; tomando en consideración los días de consulta que estos representan, aproximadamente 30 días, se obtiene finalmente un total de 56 días hábiles adicionales para solucionar estos errores no previstos.

Tabla 23. Fechas de inicio y fin de plazo con días adicionales

	CRONOGRAMA PRINCIPAL ESTIMADO	CRONOGRAMA + TIEMPO ADICIONAL ESTIMADO
FECHA INICIO	16/01/2020	16/01/2020
FECHA FIN	13/12/2021	16/02/2022
TOTAL DE DÍAS	598	654
DIFERENCIA	56 días adicionales	

Elaborado por: las autoras

Aplicando la metodología BIM, permite evitar aproximadamente 2 meses de retrasos en la ejecución de obra.

CAPÍTULO VI
DISCUSIÓN DE RESULTADOS
6.1 Contrastación de hipótesis
6.1.1 Hipótesis general

a) Contrastación de hipótesis general:

Aplicando la metodología BIM, en la identificación de las interferencias interdisciplinarias, influye de manera favorable en la ejecución de un proyecto multifamiliar.

- **Comentario:** En el presente estudio, al aplicar la Metodología BIM, se pudo compatibilizar la información proporcionada e identificar y cuantificar las interferencias e incompatibilidades que se presentaban en el diseño, las cuales no son tan evidentes en el AutoCAD 2D, medio por el cual han venido trabajando.

Mediante la herramienta Revit se pudo identificar 345 incompatibilidades e interferencias (283 son de mayor impacto) y por el método tradicional (superposición de planos en AutoCAD 2D) se obtuvo 55 en total.

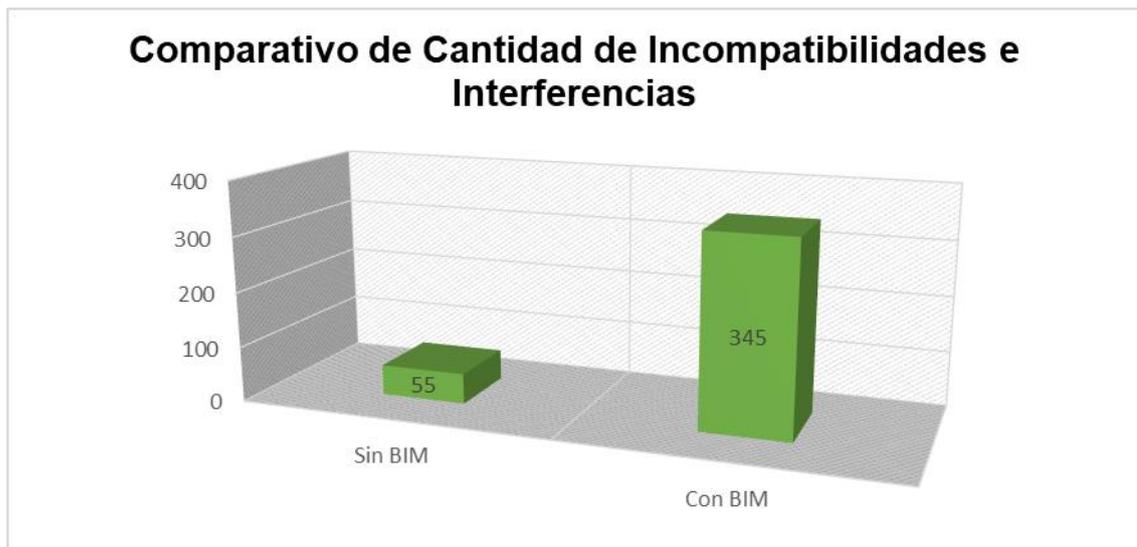


Figura 113. Comparativo de métodos de detección de interferencias
Elaborado por: las autoras

En ese sentido, mediante las deficiencias identificadas se pudo estimar un valor por futuras reparaciones de S/ 15,065.46 y por mayores metrados S/ 55,265.35 obteniendo un global de S/. 70,330.81 y un aumento de 56 días hábiles que afectarían al proyecto si no se implementara la metodología. Estos dos valores son importantes, ya que, en ejecución de obra, representarían sobrecostos y una variación en el plazo contractual establecido, por lo que al tener conocimiento de esta información permite tomar decisiones previas que no afecten el desarrollo del proyecto.

Lo información obtenida guarda relación con lo sostenido por Ibañez (2018), demostrando que la metodología BIM permite un mejor control del desarrollo de cualquier proyecto, y mejor visibilidad para identificar inconsistencias interdisciplinarias, por lo que concluye que BIM es mejor con respecto al método manual.

Asimismo, mediante los resultados de la encuesta realizado en la presente investigación a profesionales que han participado y trabajado en proyectos con BIM consideran que uno de los mayores impactos de esta metodología es en el control de la información del

proyecto mejorando la predictibilidad y la toma de mejores decisiones que favorecen la ejecución. **(ver Figura 93).**

Con lo expuesto, se comprueba la hipótesis, ya que mediante los resultados obtenidos al aplicar la metodología BIM en el presente estudio, se puede mejorar la ejecución del Proyecto.

6.1.2 Hipótesis específicas

a) Contrastación de hipótesis 1:

Identificando las interferencias sanitarias – estructuras de un proyecto multifamiliar beneficia los costos.

- **Comentario:** A partir de la aplicación de la metodología BIM y el uso de su herramienta Revit se pudieron identificar un total de 150 interferencias entre las especialidades de sanitarias - estructuras, representando un beneficio en el costo de S/ 7,158.75

Según la investigación de Candela y Carbajal (2019), se obtuvieron un total de 5 interferencias entre sanitarias y estructuras las cuales representan un total de S/ 1,675.22. Asimismo, según el estudio de Ybañez (2018) se obtuvieron un total de 17 interferencias entre las especialidades de sanitarias – estructuras las cuales representan un total de S/ 2,623.92.

Como se observa, la aplicación de la metodología permite anticiparse a futuras consultas durante la ejecución, ya que, se identifica cantidades exactas de errores en el diseño, la misma que permite darle una solución previa antes de su realización.

Al respecto, es preciso indicar que la variación de montos de la presente investigación con las antes citadas va a depender del tipo de proyecto y la alternativa de solución a considerar; sin embargo, se puede concluir que el ahorro es representativo en los 3 casos.

b) Contrastación de hipótesis 2:

Identificando las interferencias sanitarias – estructuras de un proyecto multifamiliar contribuye en el tiempo.

- **Comentario:** A partir de la aplicación de la metodología BIM y el uso de su herramienta Revit se pudieron identificar un total de 150 interferencias entre las especialidades de sanitarias - estructuras, las mismas que si no son corregidas representarían un retraso de 2 días de reparación y 20 días de consulta. Esta cantidad de días afectaría al cronograma de avance al ser parte de la ruta crítica del proyecto.

Asimismo, según el estudio de Ybañez (2018) se obtuvieron un total de 17 interferencias entre las especialidades de sanitarias – estructuras las cuales representan un total de 6 días.

Es preciso indicar que a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación y con la antes citada se puede concluir que la metodología BIM identifica las interferencias con anticipación contribuyendo en el tiempo del proyecto, ya que, permitirá evitar futuras ampliaciones de plazo.

c) Contrastación de hipótesis 3:

Identificando las interferencias estructuras – arquitectura de un proyecto multifamiliar beneficia los costos.

- **Comentario:** A partir de la aplicación de la metodología BIM y el uso de su herramienta Revit se pudieron identificar un total de 13 interferencias entre las especialidades de estructuras – arquitectura, representando un beneficio en el costo de S/ 3,344.40.

Según la investigación de Candela y Carbajal (2019), se obtuvieron un total de 25 interferencias entre estructuras – arquitectura las cuales representan un total de S/ 44,559.32 Asimismo, según el estudio de

Ybañez (2018) se obtuvieron un total de 78 interferencias entre las especialidades de estructuras – arquitectura las cuales representan un total de S/ 85,521.73.

Como se observa, la aplicación de la metodología permite anticiparse a futuras consultas durante la ejecución, ya que, se identifica cantidades exactas de errores en el diseño, la misma que permite darle una solución previa antes de su realización.

Al respecto, es preciso indicar que la variación de montos de la presente investigación con las antes citadas va a depender del tipo de proyecto y la alternativa de solución a considerar; sin embargo, se puede concluir que el ahorro es representativo en los 3 casos.

d) Contrastación de hipótesis 4:

Identificando las interferencias estructuras – arquitectura de un proyecto multifamiliar contribuye en el tiempo.

- **Comentario:** A partir de la aplicación de la metodología BIM y el uso de su herramienta Revit se pudieron identificar un total de 13 interferencias entre las especialidades de estructuras – arquitectura, las mismas que si no son corregidas representarían un retraso de 1 día de reparación y 10 días de consulta. Esta cantidad de días afectaría al cronograma de avance al ser parte de la ruta crítica del proyecto.

Asimismo, según el estudio de Ybañez (2018) se obtuvieron un total de 78 interferencias entre las especialidades de estructuras – arquitectura las cuales representan un total de días de 80.

Es preciso indicar que a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación y con la antes citada se puede concluir que la metodología BIM identifica las interferencias con anticipación

contribuyendo en el tiempo del proyecto, ya que, permitirá evitar futuras ampliaciones de plazo.

e) Contrastación de hipótesis 5:

Identificando las interferencias sanitarias – sanitarias de un proyecto multifamiliar beneficia los costos.

- **Comentario:** A partir de la aplicación de la metodología BIM y el uso de su herramienta Revit se pudieron identificar un total de 120 interferencias entre las especialidades de sanitarias – sanitarias, representando un beneficio en el costo de S/ 4,562.31.

Según la investigación de Candela y Carbajal (2019), se obtuvieron un total de 30 interferencias entre sanitarias – sanitarias las cuales representan un total de S/ 44,559.32. Asimismo, según el estudio de Ybañez (2018) se obtuvieron un total de 13 interferencias entre las especialidades de sanitarias – sanitarias las cuales representan un total de S/ 2,623.92.

Como se observa, la aplicación de la metodología permite anticiparte a futuras consultas durante la ejecución, ya que, se identifica cantidades exactas de errores en el diseño, la misma que permite darle una solución previa antes de su realización.

Al respecto, es preciso indicar que la variación de montos de la presente investigación con las antes citadas va a depender del tipo de proyecto y la alternativa de solución a considerar; sin embargo, se puede concluir que el ahorro es representativo en los 3 casos.

f) Contrastación de hipótesis 6:

Identificando las interferencias sanitarias – sanitarias de un proyecto multifamiliar contribuye en el tiempo.

- **Comentario:** A partir de la aplicación de la metodología BIM y el uso de su herramienta Revit se pudieron identificar un total de 120 interferencias entre las especialidades de sanitarias – sanitarias, las mismas que si no son corregidas representarían un retraso de 13 día de reparación y 15 días de consulta. Esta cantidad de días afectaría al cronograma de avance al ser parte de la ruta crítica del proyecto.

Asimismo, según el estudio de Ybañez (2018) se obtuvieron un total de 17 interferencias entre las especialidades de sanitarias – estructuras las cuales representan un total de 6 días.

Es preciso indicar que a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación y con la antes citada se puede concluir que la metodología BIM identifica las interferencias con anticipación contribuyendo en el tiempo del proyecto, ya que, permitirá evitar futuras ampliaciones de plazo.

CONCLUSIONES

Las siete conclusiones siguientes están basadas en la identificación y medición de interferencias interdisciplinarias aplicando la metodología BIM.

1. Se concluye que la aplicación de la metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias en el desarrollo del Proyecto Multifamiliar Ibiza influye favorablemente en la ejecución del mismo. Esta afirmación fue corroborada cuando después de identificar las interferencias interdisciplinarias, se midieron los siguientes cruces entre ellas: sanitarias-sanitarias, sanitarias-estructura y arquitectura-estructura; y, los resultados demostraron que aplicando la metodología BIM se evitaría un retraso de 56 días y un sobrecosto de S/ 70,330.81 soles en el proyecto de estudio.
2. Se comprueba que al detectar las interferencias sanitarias – estructuras de manera previa, se evita un monto adicional de S/ 7,158.75 soles respecto al presupuesto contractual del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza.
3. Se comprueba que al reconocer las interferencias sanitarias – estructuras de manera previa, se evita un impacto negativo en el tiempo de 22 días respecto a su plazo de ejecución inicial del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza.

4. Se comprueba que al detectar las interferencias estructuras - arquitectura de manera previa, se evita un monto adicional de S/ 3,344.40 soles respecto al presupuesto contractual del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza.
5. Se comprueba que, al reconocer las interferencias estructuras - arquitectura de manera previa, se evita un impacto negativo en el tiempo de 11 días respecto a su plazo de ejecución inicial del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza.
6. Se comprueba que, al detectar las interferencias sanitarias – sanitarias de manera previa, se evita un monto adicional de S/ 4,562.31 soles respecto al presupuesto contractual inicial del Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza.
7. Se comprueba que, al reconocer las interferencias sanitarias – sanitarias de manera previa, se evita un impacto negativo en el tiempo de 28 días respecto a su plazo de ejecución.

RECOMENDACIONES

Después de analizar las conclusiones de la presente investigación, se brindan las siguientes recomendaciones.

- 1.** Implementar la metodología BIM desde el inicio del proyecto, ya que, garantiza una mejora en la ingeniería de valor durante la ejecución logrando una eficiencia en costo y tiempo.
- 2.** Implementar la metodología BIM desde la formación académica universitaria con el fin de formar profesionales capacitados con las presentes metodologías.
- 3.** Desarrollar las distintas fases de la metodología BIM con el fin de evidenciar y comprobar que el uso no solo contribuye a coordinaciones sino a una integración de colaboración multidisciplinaria.
- 4.** Realizar el modelamiento de acero de refuerzo de los elementos estructurales, ya que, las interferencias que sufren las armaduras con otros elementos son muy frecuentes. Con el fin de obtener la cuantificación de este material y su variación con respecto a los metrados del presupuesto contractual, debido a que su desperdicio impacta significativamente en el costo de la obra.

5. Considerar las especialidades de instalaciones eléctricas, comunicaciones, mecánicas, de gas y de sistema de agua contra incendios, que contemple el modelamiento en 3D a fin de evaluar su impacto en el costo total del proyecto.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ahmed, M. E., Moataz, A. M., and Abd El-hafez, L.M. (2021). Using BIM as a lean management tool in construction processes – A case study. *Ain hams Engineering Journal*, 13(2), 1-7. doi: 10.1016/j.asej.2021.07.009
2. Almeida, A. (11 de abril de 2019). BIM en el Perú. *RPP Noticias*. Recuperado de <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692?fbclid=IwAR1QUYsk5Uoz0oPSmz5nmd2xUyE0z5KfjCDAKCM-h6zyKAGx3AinrPVa9tM>
3. Almeida, A. (10 de agosto de 2020). Retos de la industria de la construcción después de la pandemia. *RPP noticias*. Recuperado de <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/retos-de-la-industria-de-la-construccion-despues-de-la-pandemia-noticia-1285128>
4. Almeida, A. (2018, setiembre). Beneficios del BIM en Ingeniería. *El Ingeniero de Lima* (86). Recuperado de https://cdlima.org.pe/wp-content/uploads/2018/09/Revista_86.pdf

5. ANFAPA. (2019). *¿Cómo avanza la implantación del BIM en el mundo?*. *Constructivo*. Recuperado de <https://constructivo.com/noticia/como-avanza-la-implantacion-del-bim-en-el-mundo-1520291050>
6. Autodesk. (2020). *Revit*. Google Chrome: Autodesk Latinoamérica. <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/features?plc=RVT&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
7. Autodesk. (2020). *Navisworks*. Google Chrome: Autodesk Latinoamérica. <https://www.autodesk.com/products/navisworks/features?plc=NAVSIM&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
8. Autodesk. (2020). *Autocad*. Google Chrome: Autodesk Latinoamérica. <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>
9. Autodesk. (2020). *Revit*. Google Chrome: Autodesk Latinoamérica. <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/overview#extend-functionality>
10. Autodesk. (2020). *Revit-Soporte y Aprendizaje*. Google Chrome: Autodesk Latinoamérica. <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit/learn/caas/qsarticles/key-revit-concepts.html>
11. Bermúdez, J. (2015). *Evaluación del modelo de información en la edificación para identificar incompatibilidades entre los planos estructurales y arquitectónicos de un proyecto constructivo* (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
12. Bonifaz, L. (29 de junio 2018). *Sobrecostos en infraestructura: un desafío*.

El Comercio. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/sobrecostos-infraestructura-desafio-jose-luis-bonifaz-noticia-531621-noticia/>

13. Byng, S. (15 de agosto de 2013). Engaging structural engineers in the BIM process [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://simonbyng.wordpress.com/tag/building-information-modeling/>
14. Cabrera, C. (setiembre de 2020). Actualización de normatividad de BIM en el Perú. En O. Anyosa (Presidencia), *Actualización de normatividad de BIM*. Conferencia llevada a cabo en el Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, Perú.
15. Cámac, L. (2014). *Identificación de incompatibilidades en la construcción de Estructuras y Arquitectura utilizando un modelo 3D en Revit Architecture* (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
16. Candela R. y Carbajal O. (2019). *Modelado Virtual de Información para el control de Edificación del Instituto de Seguridad Minera, Distrito La Victoria, año 2019* (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
17. Chávez F. y Toledo J. (2018). *Optimización del planeamiento y control de un proyecto inmobiliario, a través de LPS y un modelo BIM para el secuenciamiento e identificación de restricciones* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
18. Construcción y Vivienda. (21 de febrero de 2020). Metodología BIM, un concepto de hace 40 años que cada vez gana más popularidad. *Construcción y Vivienda*. Recuperado de <https://www.construccionyvivienda.com/2020/02/21/metodologia-bim-un-concepto-de-hace-40-anos-que-cada-vez-gana-mas-popularidad/>

19. Cosapi (2021). *Otorgan Certificación Leed Silver al edificio del Banco de la Nación construido por Cosapi*. Google Chrome: Cosapi. <https://www.cosapi.com.pe/Site/Index.aspx?aID=1734>
20. Revista Costos SAC. (2020, mayo). Esbozando una ruta para la implementación del BIM en el Perú. *Productos y Soluciones de la construcción*. Recuperado de <https://costosperu.com/PortalSuscriptores/PublicacionesDigitales/Publicacion?id=352>
21. Revista Costos SAC. (2018, mayo). Hablan los líderes: Retomando la senda del Crecimiento. *Costos*. Recuperado de https://issuu.com/costosperudigital/docs/revista_costos_ed_290_mayo_2018_v_d
22. Revista Costos SAC. (2020, setiembre). Las Nuevas Habilidades y Retos de los Futuros Profesionales de la Construcción. *Productos y Soluciones de la construcción*. Recuperado de https://www.ulima.edu.pe/sites/default/files/news/file/alexandre_almeida_futuro_de_profesionales_de_construccion_en_costos_18_septiembre_2020__0.pdf
23. Revista Costos SAC. (2021, enero). Últimos avances de BIM en el mundo. *Productos y Soluciones de la construcción*. Recuperado de https://issuu.com/costosperudigital/docs/revista_ps_013_ene-feb_3590c6f78e45ea
24. Delgado, C. (agosto de 2014). BIM, la experiencia peruana. En A. Apellido del presidente del congreso (Presidencia), *I Congreso Internacional BIM*. Simposio o conferencia llevado a cabo en el congreso Capeco, Lima, Perú.

- 25.** Delgado F. (2018, marzo). Adendas y Adicionales. *El Ingeniero de Lima*. Recuperado de https://issuu.com/prensaactiva/docs/el_ingeniero_-_edc_84/1
- 26.** Desarrolladora Inmobiliaria Girasoles. (2020). *Memoria Descriptiva y planos de Proyecto Multifamiliar Residencial Ibiza* (2020).
- 27.** Diccionario de la Construcción. (2020). *Glosario – Procesos Constructivos*. Google Chrome: Diccionario de la Construcción. <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/oficina-tecnica/rfi-request-for-information>
- 28.** Diccionario de la Construcción. (2020). *Glosario – RFI (Request for Information)*. Google Chrome: Diccionario de la Construcción. <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/oficina-tecnica/rfi-request-for-information>
- 29.** Ditecsa (2017). *Metodología BIM renovarse o morir*. Google Chrome: Ditecsa. <http://www.grupoditecsa.com/es/metodologia-bim-renovarse-o-morir/>
- 30.** Echevarría, F. (2007). *Asegurando el valor en proyectos de construcción: Una guía estratégica para la selección y contratación del equipo del proyecto* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- 31.** Eyzaguirre, R (2015). *Potenciado la capacidad de Análisis y Comunicación de los Proyectos de Construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

- 32.** Farfán E. y Chavil J. (2016). *Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- 33.** Guerrero, J. e Isla, E., Malpartida, Z. (2019). *Gestión de proyectos en la fase de diseño de tipo edificación: “Residencial CANVAS” ubicado en la ciudad de Lima* (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- 34.** Kaizen (2015). *Para todos lo que se preguntan: Qué es el BIM*. Google Chrome: Kaizen. <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- 35.** Koch, J. (2010). *Project Administration for Design-Build Contracts. A Primer for Owners, Engineers, and Contractors*. doi: 10.1061/9780784410752.
- 36.** Lázaro, A. (28 de abril de 2016). Gestión logística en las empresas constructoras [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blogs.upc.edu.pe/sinergia-e-innovacion/conceptos/gestion-logistica-en-las-empresas-constructoras>
- 37.** Lengua, M. (2013). *Procedimientos Constructivos erróneos en edificios de concreto armado* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- 38.** Macalupu, I. y Sánchez J. (2019). *Optimización del proceso de elaboración de presupuestos para obras privadas en edificaciones mediante el uso de la metodología BIM* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

- 39.**Ministerio de Economía y Finanzas (2019). *Gobierno iniciará elaboración del Plan BIM que definirá acciones y objetivos prioritarios para desarrollo de proyectos de inversión pública*. Google Chrome: Ministerio de Economía y Finanzas. <https://www.mef.gob.pe/es/noticias/notas-de-prensa-y-comunicados/6149-gobierno-iniciara-elaboracion-del-plan-bim-que-definira-acciones-y-objetivos-prioritarios-para-desarrollo-de-proyectos-de-inversion-public>
- 40.**Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Texto único ordenado de la Ley N°30225 Ley de Contrataciones del Estado*. Recuperado de <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0022/tuo-ley-30225.pdf>
- 41.**Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). *Guía Nacional BIM – Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf
- 42.**Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2019). *Resolución Ministerial N° 242-2019-VIVIENDA*. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/343163/RM_-_242-2019-VIVIENDA.pdf
- 43.**Miñin, F. (2018). *Implementación del BIM en el Edificio Multifamiliar “Fanning” para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores-Lima 2018* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- 44.**Mojica, A. (2012). *Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

- 45.** Monfort, C. (2014). *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de Arquitectura (un proyecto con Revit)* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- 46.** Morales, S. (2018). *Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la Construcción de un Bloque de Viviendas de 10 pisos del Distrito de San Martín de Porres-Lima* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- 47.** Murguía, D., Vásquez, C., Balboa, M. y Lara, W. (2021). Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- 48.** Murguía, D., Tapia, G. y Collantes, J. (2017). Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- 49.** MVPCLUSTER (2018). *Microsoft Project para ingenierías y Constructoras*. Google Chrome: MVPCLUSTER. <https://mvpcluster.com/project-para-ingenierias-y-constructoras/>
- 50.** Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado. (2019). Contratación de Obras Públicas. Subdirección de Desarrollo de Capacidades, 19-27.
- 51.** Real Academia Española. (2020). *Productividad*. Google Chrome: Diccionario de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/productividad?m=form>
- 52.** Rojas, Y. (2019). *Identificación de Incompatibilidades para Optimizar la*

Construcción de Viviendas Multifamiliares en Jesús María, Lima (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Lima, Perú.

53. Salazar, M. (2017) *Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizales* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
54. Sierra, L. (2016). Gestión de proyectos de construcción con metodología BIM "Building Information Modeling". Universidad Militar Nueva Granda, 19-7.
55. Taboada, J. Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R., y Diego, J. (2011). Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM. *Revista del instituto de investigación de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 14(28), 1-9. doi: 10.15381/iigeo.v14i28.672
56. Valdés, A. (2014). *Estudio de viabilidad del uso de la tecnología BIM en un proyecto habitacional en altura* (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
57. Vásquez, Juan (2006). *El "Lean Desing" y su aplicación a los proyectos de edificación* (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
58. Viñas, V. (2015). *BIM, para asegurar el costo Contractual de Obra y su implementación en un proyecto multifamiliar* (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
59. Ybañez, J. (2018). *BIM, para optimizar la etapa de diseño en una*

edificación, distrito Villa El Salvador, Lima 2018 (Tesis de pregrado).
Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01. Matriz de consistencia	187
Anexo 02. Modelo de encuesta	189
Anexo 03. Cronograma estimado	192
Anexo 04. Imágenes de la modelación	194
Anexo 05. Entrevistas	222

Anexo 01. Matriz de Consistencia

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA IDENTIFICACIÓN DE INTERFERENCIAS INTERDISCIPLINARIAS PARA EVALUAR SU INFLUENCIA EN LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO MULTIFAMILIAR					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		MÉTODO
¿De qué manera la aplicación de la Metodología Bim en la identificación de las interferencias interdisciplinarias influye en la ejecución de un Proyecto Multifamiliar?	Aplicar la metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias con la finalidad de evaluar su influencia en la ejecución de un Proyecto Multifamiliar	Aplicando la Metodología Bim en la identificación de las interferencias interdisciplinarias influye de manera favorable en la ejecución de un Proyecto Multifamiliar	Interferencias interdisciplinarias		Hipotético deductivo
			DIMENSIONES	INDICADORES	
			Sanitarias - Estructuras	Planos Estructurales Planos Sanitarios Planos Arquitectonicos Planos de redes de agua Planos de redes de desagüe	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
			Estructuras - Arquitectura		
Sanitarias - Sanitarias					
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE		Proyecto de Edificación Multifamiliar Ibiza.
¿Cómo las interferencias Sanitarias-Estructuras, en un Proyecto Multifamiliar, influyen en los costos?	Detectar las interferencias Sanitarias – Estructuras de un Proyecto Multifamiliar a fin de beneficiar los costos	Identificando las interferencias Sanitarias – Estructuras de un Proyecto Multifamiliar beneficia los costos	Ejecución		
			DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Las interferencias Sanitarias – Estructuras, en un Proyecto Multifamiliar, impactan en el tiempo?	Reconocer las interferencias Sanitarias – Estructuras de un Proyecto Multifamiliar a fin de monitorear el tiempo	Identificando las interferencias Sanitarias – Estructuras de un Proyecto Multifamiliar contribuye en el tiempo	Costos	Presupuesto inicial Presupuesto modificado	INSTRUMENTOS
¿Cómo las interferencias Estructuras – Arquitectura, en un Proyecto Multifamiliar, influyen en los costos?	Detectar las interferencia Estructuras – Arquitectura de un Proyecto Multifamiliar a fin de beneficiar los costos	Identificando las interferencias Estructuras – Arquitectura de un Proyecto Multifamiliar beneficia los costos			Tiempo
¿Las interferencias Estructuras – Arquitectura, en un Proyecto Multifamiliar, impactan en el tiempo?	Reconocer las interferencia Estructuras – Arquitectura de un Proyecto Multifamiliar a fin de monitorear el tiempo	Identificando las interferencias Estructuras – Arquitectura de un Proyecto Multifamiliar contribuye en el tiempo	PROCEDIMIENTO		
¿Cómo las interferencias Sanitarias- Sanitarias, en un Proyecto Multifamiliar, influyen en los costos?	Detectar las Interferencia Sanitarias - Sanitarias de un Proyecto Multifamiliar a fin de beneficiar los costos	Identificando las interferencias Sanitarias – Sanitarias de un Proyecto Multifamiliar beneficia los costos	Se recopila la información del proyecto (planos, cronograma y presupuesto). Luego se procede a realizar la modelación con software Revit para identificar colisiones interdisciplinarias. Estas interferencias se clasificarán por el impacto que generan en el proyecto, luego se tomarán en consideración aportes técnicos de profesionales sobre las problemáticas localizadas a fin de estimar sobrecosto y tiempo adicional.		
¿Las interferencias Sanitarias – Sanitarias, en un Proyecto Multifamiliar, impactan en el tiempo?	Reconocer las interferencia Sanitarias - Sanitarias de un Proyecto Multifamiliar a fin de monitorear el tiempo	Identificando las interferencias Sanitarias – Sanitarias de un Proyecto Multifamiliar contribuye en el tiempo			

Elaborado por: las autoras

Anexo 02. Modelo de Encuesta.

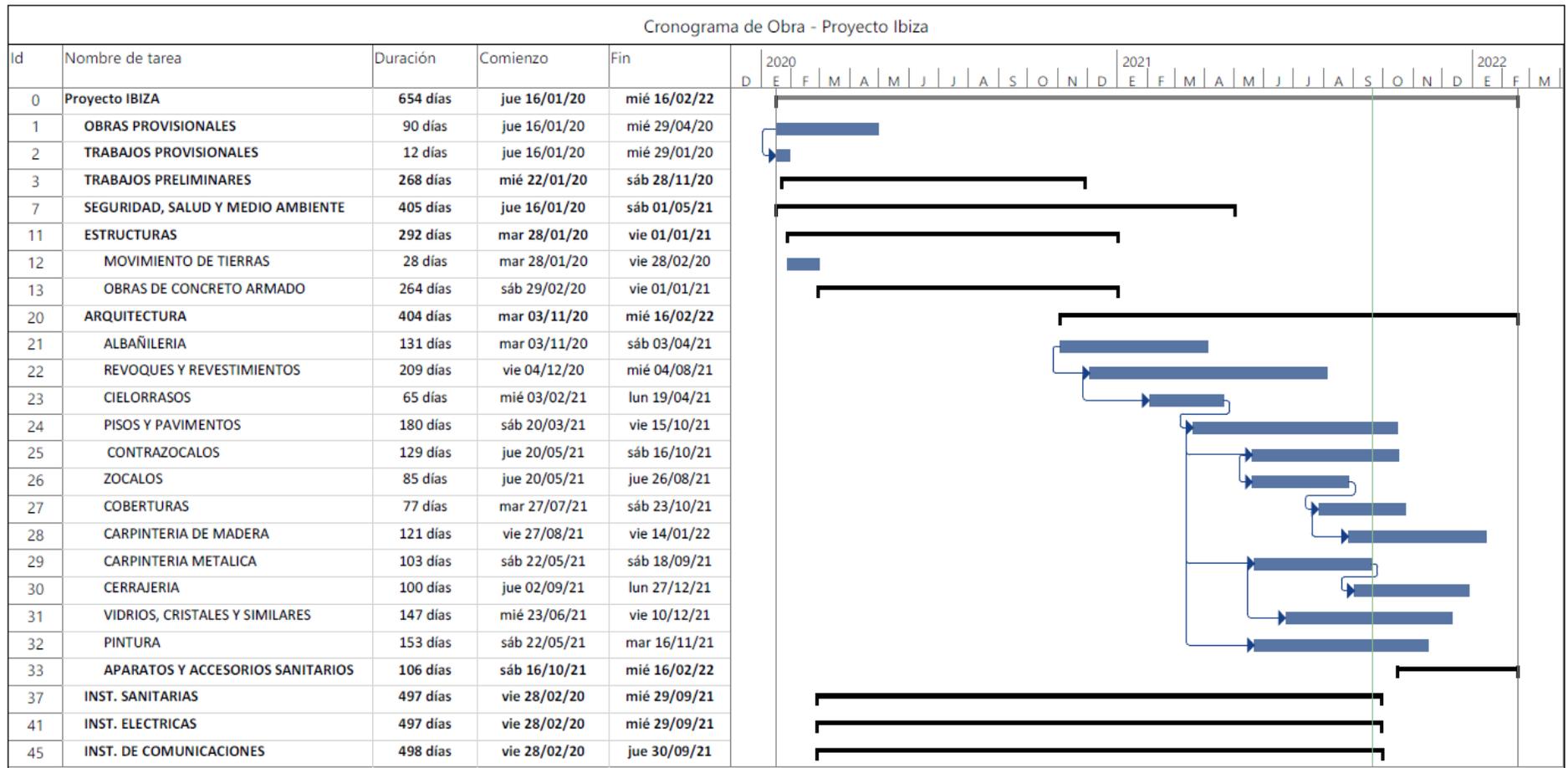
**UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

El objetivo del presente trabajo de investigación es aplicar la metodología BIM en la identificación de las interferencias interdisciplinarias con la finalidad de evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto multifamiliar, por lo que se solicita su colaboración marcando una alternativa por cada una de las preguntas formuladas. Agradecemos de antemano su colaboración.

- 1. ¿Cuál es el mayor problema que se encuentra durante la ejecución de obra?**
 - a. Retrasos en la entrega de materiales para la obra
 - b. No contar con ciertas licencias y permisos
 - c. Detección de incompatibilidades entre los planos de especialidades
 - d. Falta de capacitación del personal obrero
 - e. Mala gestión de control de calidad
- 2. En su experiencia, ¿La detección de incompatibilidades entre las especialidades genera mayor impacto en?**
 - a. Presupuesto
 - b. Plazo de Ejecución
 - c. Calidad de Procesos
 - d. Todas las anteriores
- 3. En su experiencia, ¿Con qué software se identifican más rápido y exacto las incongruencias entre los planos de las especialidades de Sanitarias – Estructuras, Estructuras – Arquitectura y Sanitarias?**
 - a. Software AutoCAD 2D
 - b. Software Revit
 - c. Software Navisworks
- 4. En su experiencia, ¿Cuánto es el rango de días que demora el proceso de detección y solución de una incompatibilidad?**
 - a. De 2 a 10 días
 - b. De 11 a 20 días
 - c. De 21 a 30 días
 - d. Más de 1 mes
 - e. Más de 2 mes
- 5. ¿Cuál es el concepto que tiene usted de BIM?**
 - a. Permite el trabajo colaborativo
 - b. Es un cambio en los procesos de trabajo
 - c. Metodología para hacer modelos 3D
- 6. ¿Cuál es la etapa en que se inicia el uso de BIM en los proyectos donde ha participado?**
 - a. En el diseño
 - b. En la construcción
 - c. Entre el diseño y construcción

- 7. ¿Cuáles son los niveles de uso de aplicaciones de BIM en los proyectos donde ha participado?**
- a. Visualización de modelos 3D
 - b. Diseño Colaborativo
 - c. Metrados y Presupuestos
 - d. Control de Avance de Obra
 - e. Compatibilización de instalaciones
- 8. ¿Cuáles son las especialidades que frecuentemente se modelan en los proyectos que ha utilizado BIM?**
- a. Arquitectura
 - b. Estructura: volumetría de concreto
 - c. Estructura: acero
 - d. Instalaciones: IISS e IIEE
 - e. Instalaciones IIMM
- 9. ¿Cuál es su percepción respecto al impacto del BIM en los proyectos?**
- a. Mejorar el control de información
 - b. Mejorar la calidad del proyecto
 - c. Reducir costo de construcción
 - d. Reducir tiempo de construcción
 - e. Mejorar el alcance y definición del proyecto

Anexo 03. Cronograma estimado



Elaborado por: las autoras

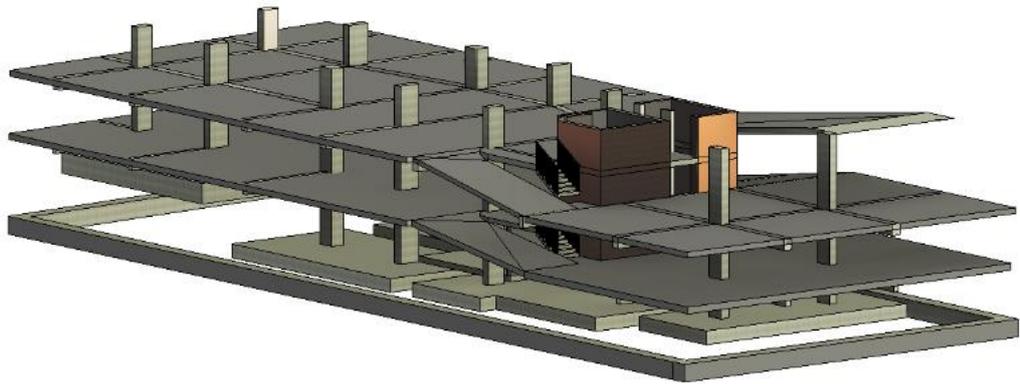
Anexo 04. Imágenes de la modelación



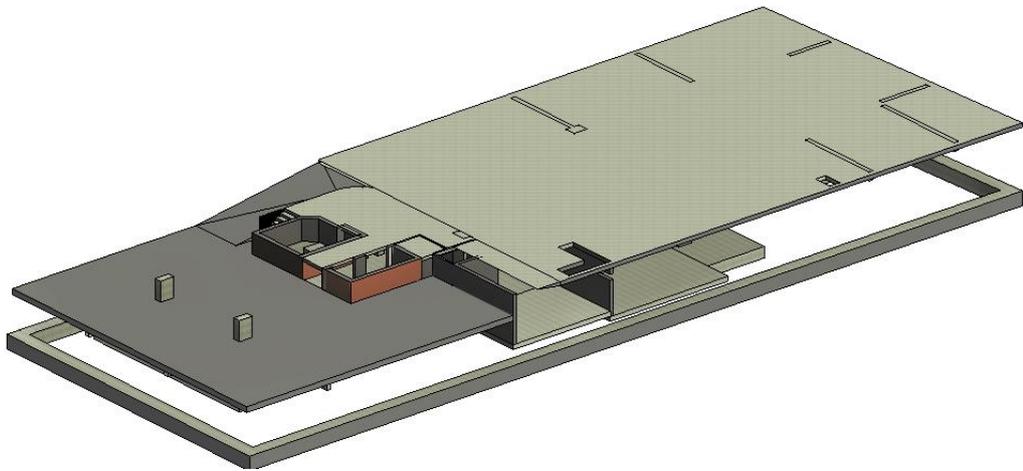
Elaborado por: las autoras



Elaborado por: las autoras



Elaborado por: las autoras



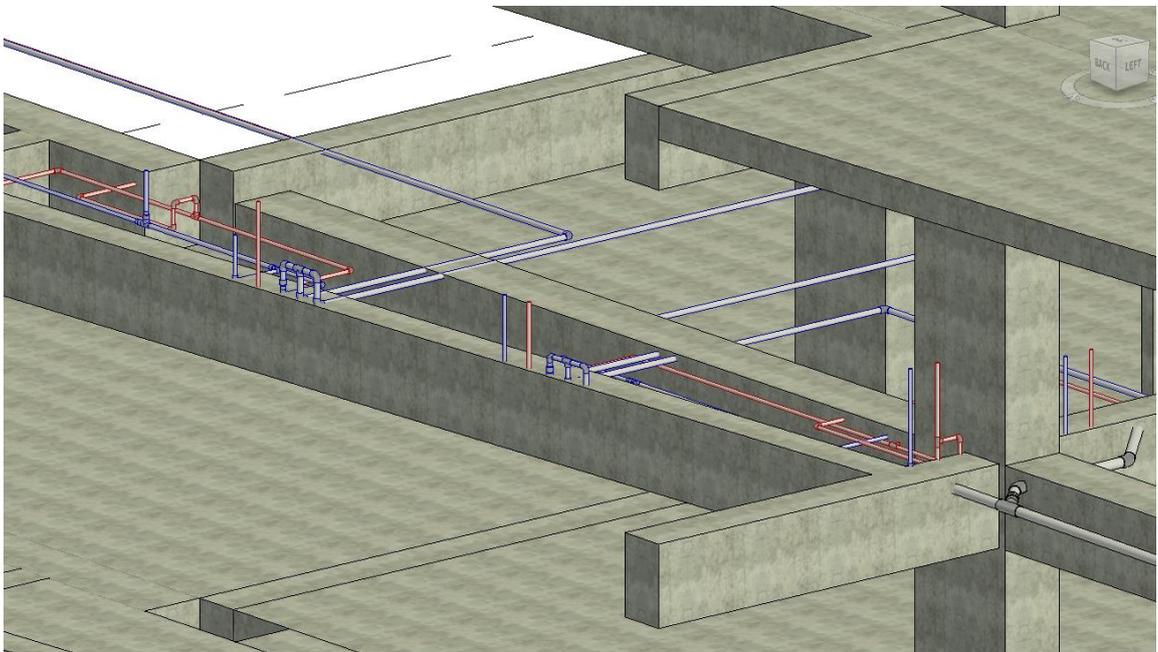
Elaborado por: las autoras



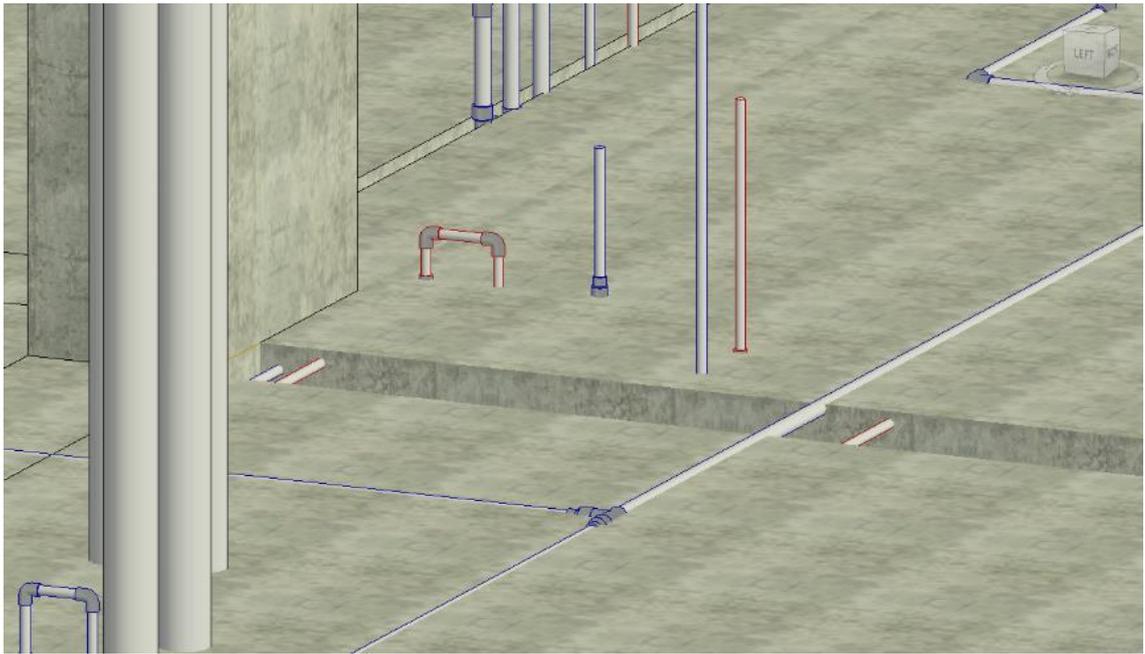
Elaborado por: las autoras



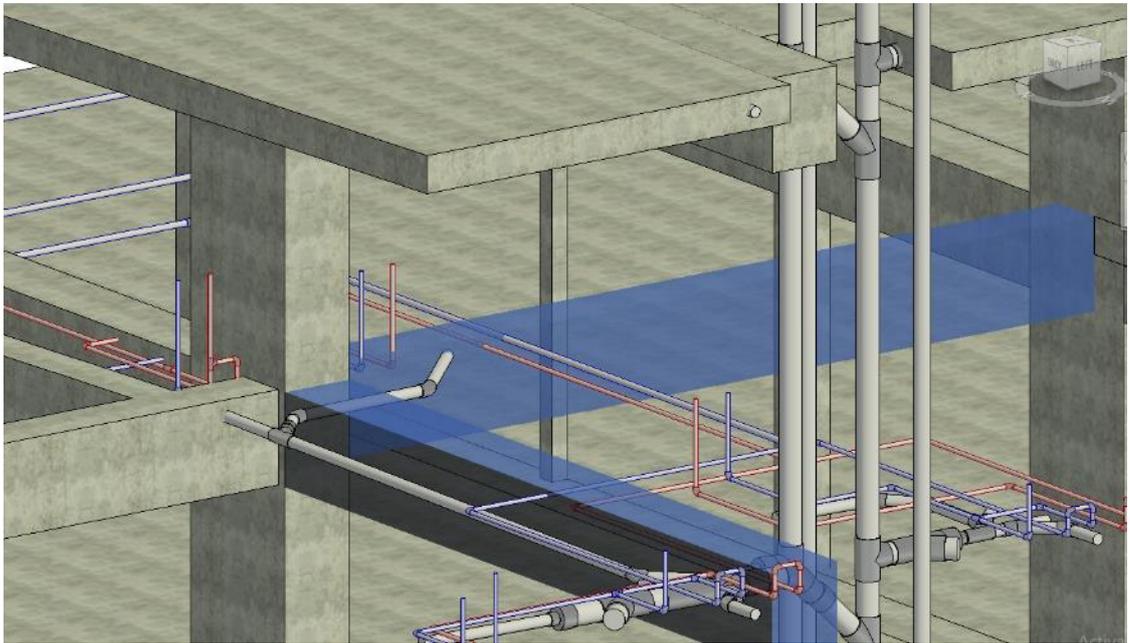
Elaborado por: las autoras



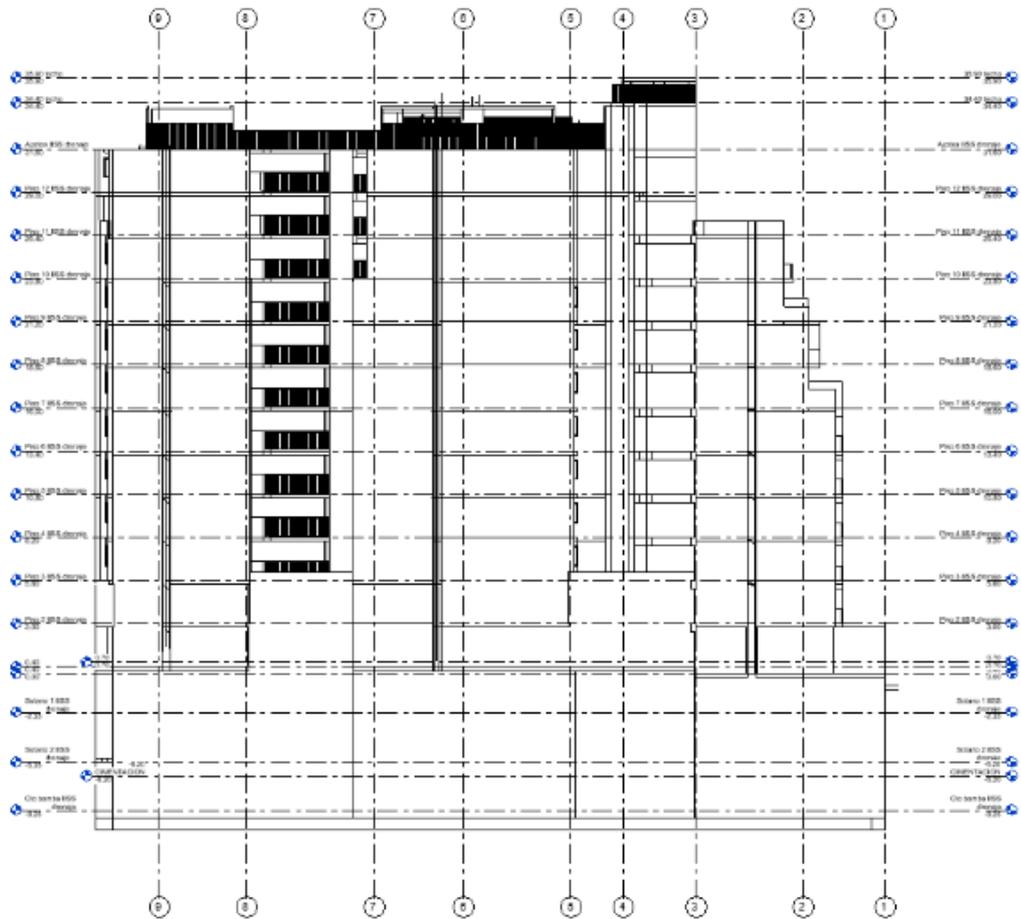
Elaborado por: las autoras



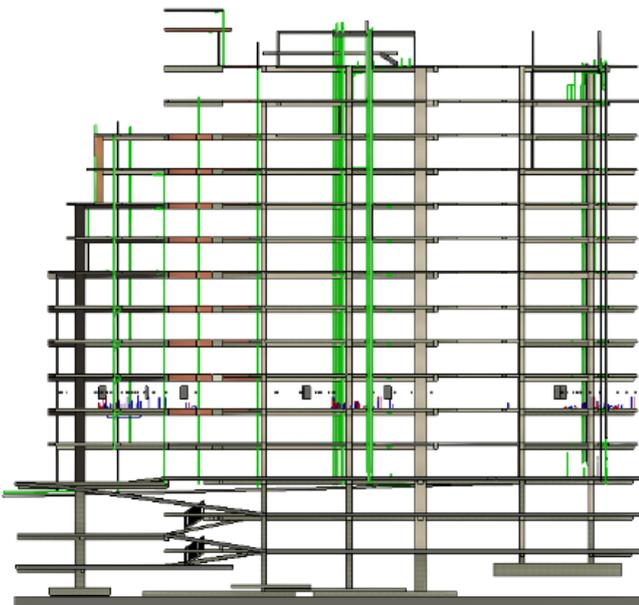
Elaborado por: las autoras



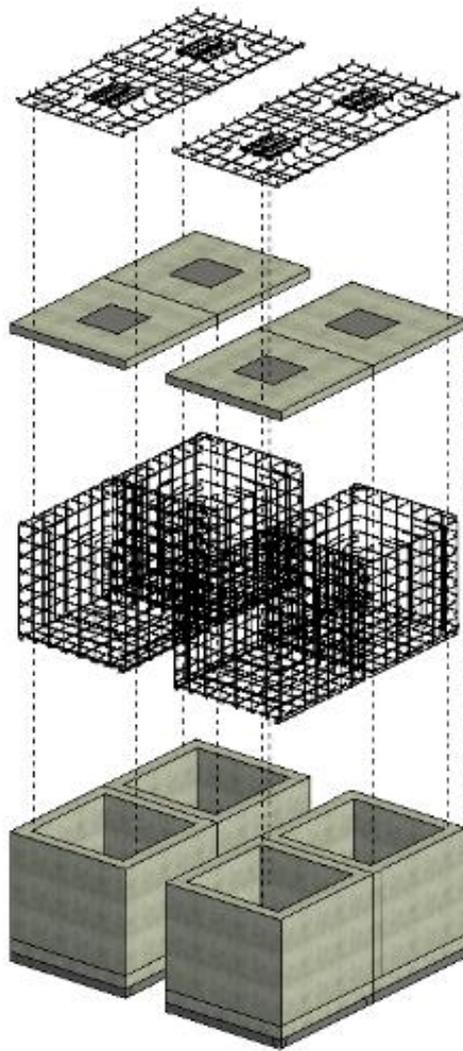
Elaborado por: las autoras



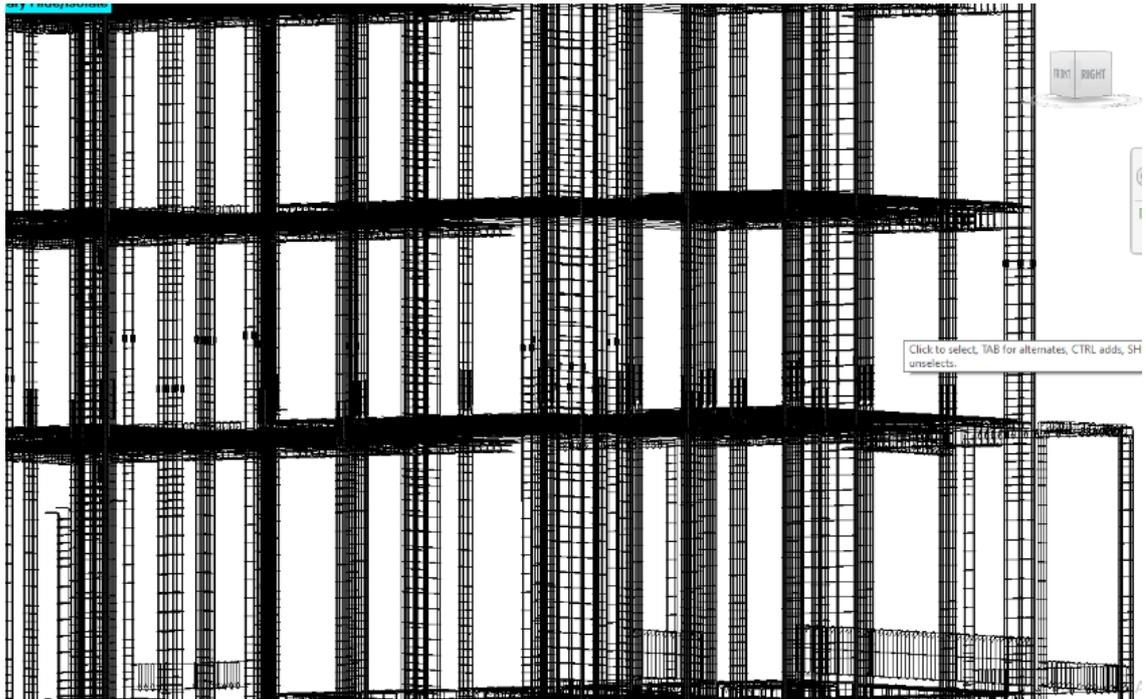
Elaborado por: las autoras



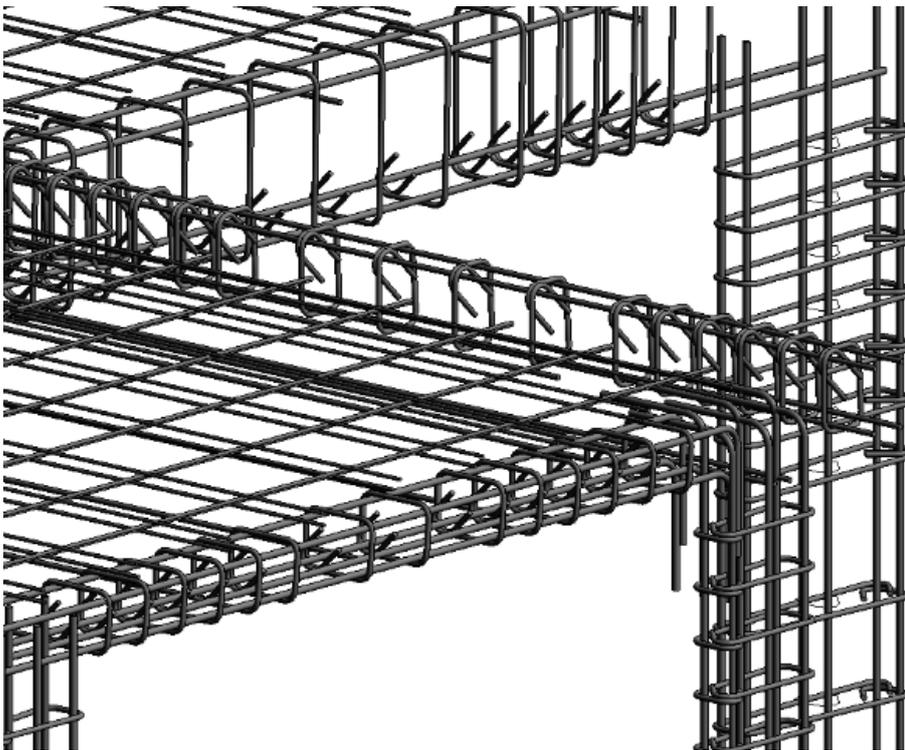
Elaborado por: las autoras



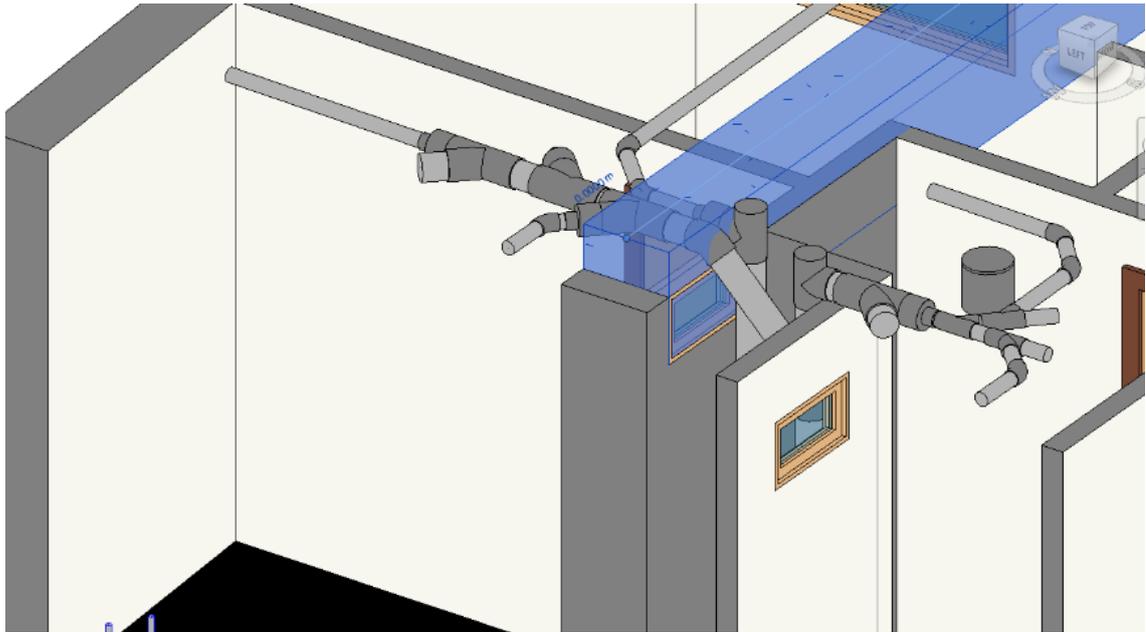
Elaborado por: las autoras



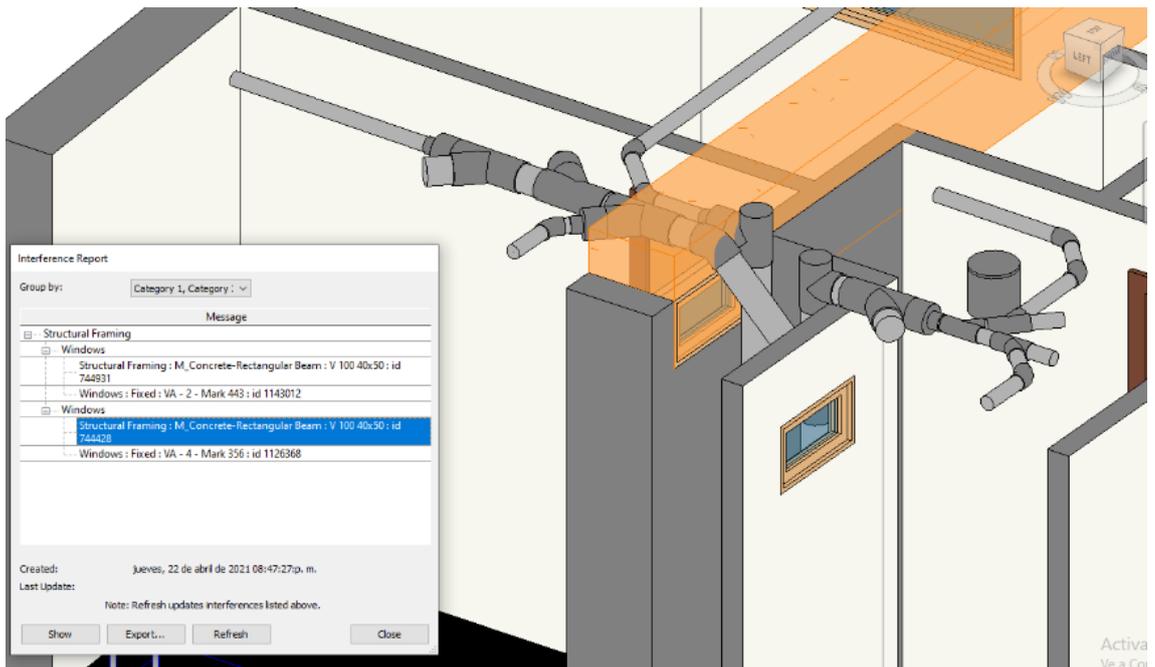
Elaborado por: las autoras



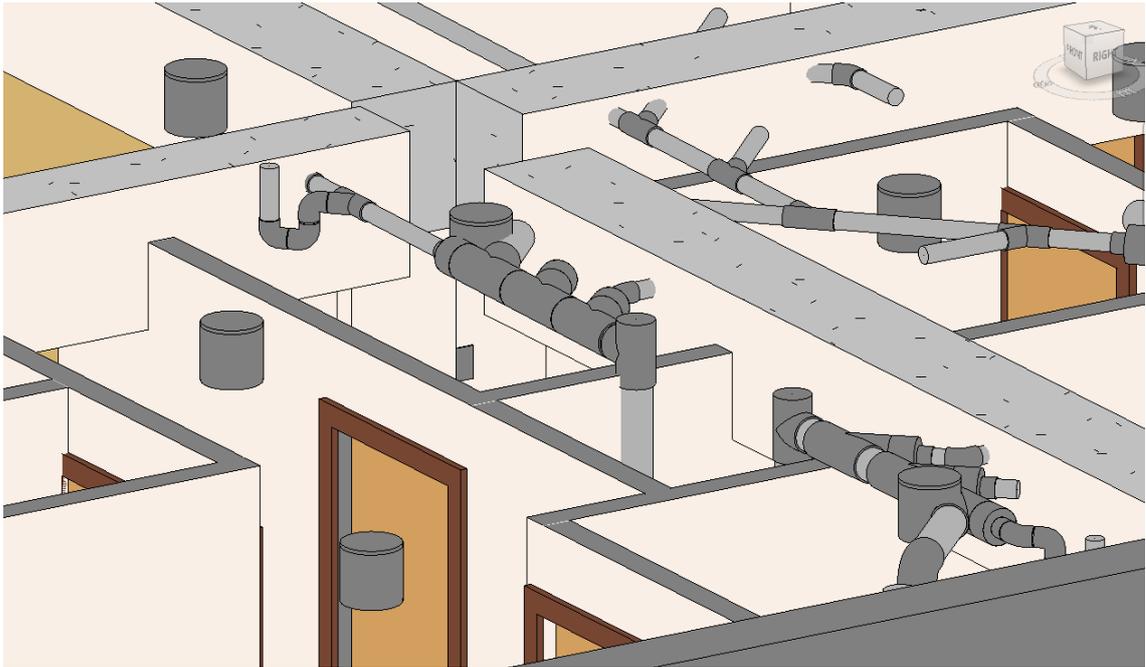
Elaborado por: las autoras



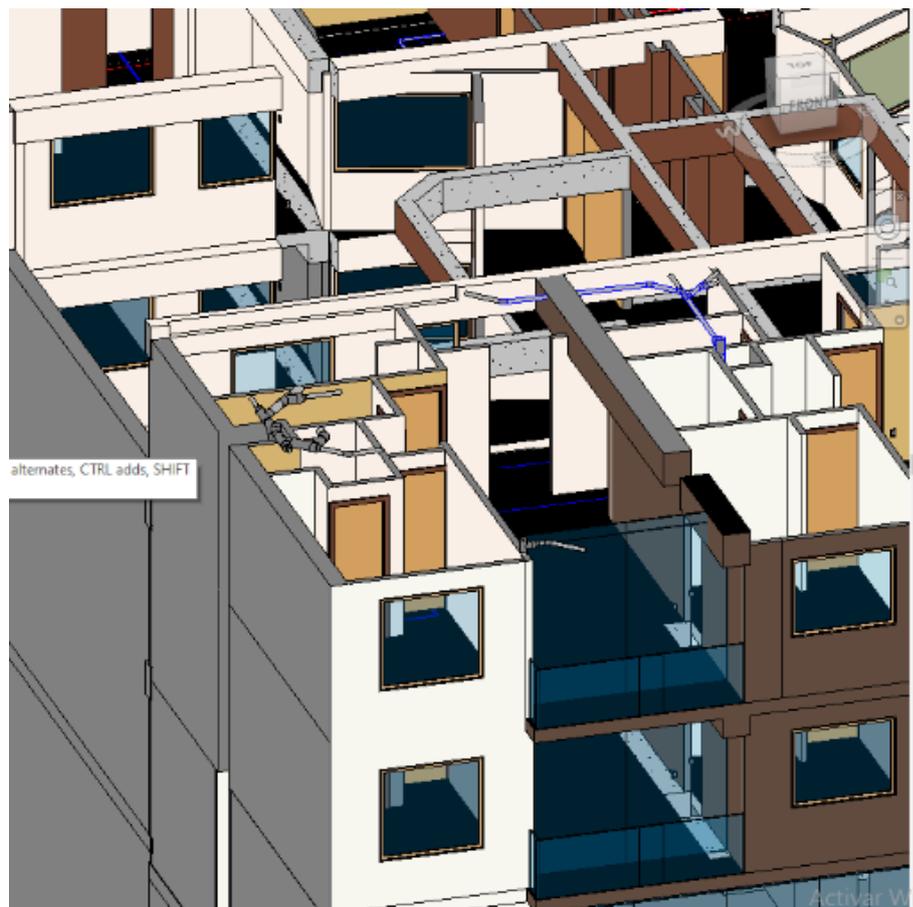
Elaborado por: las autoras



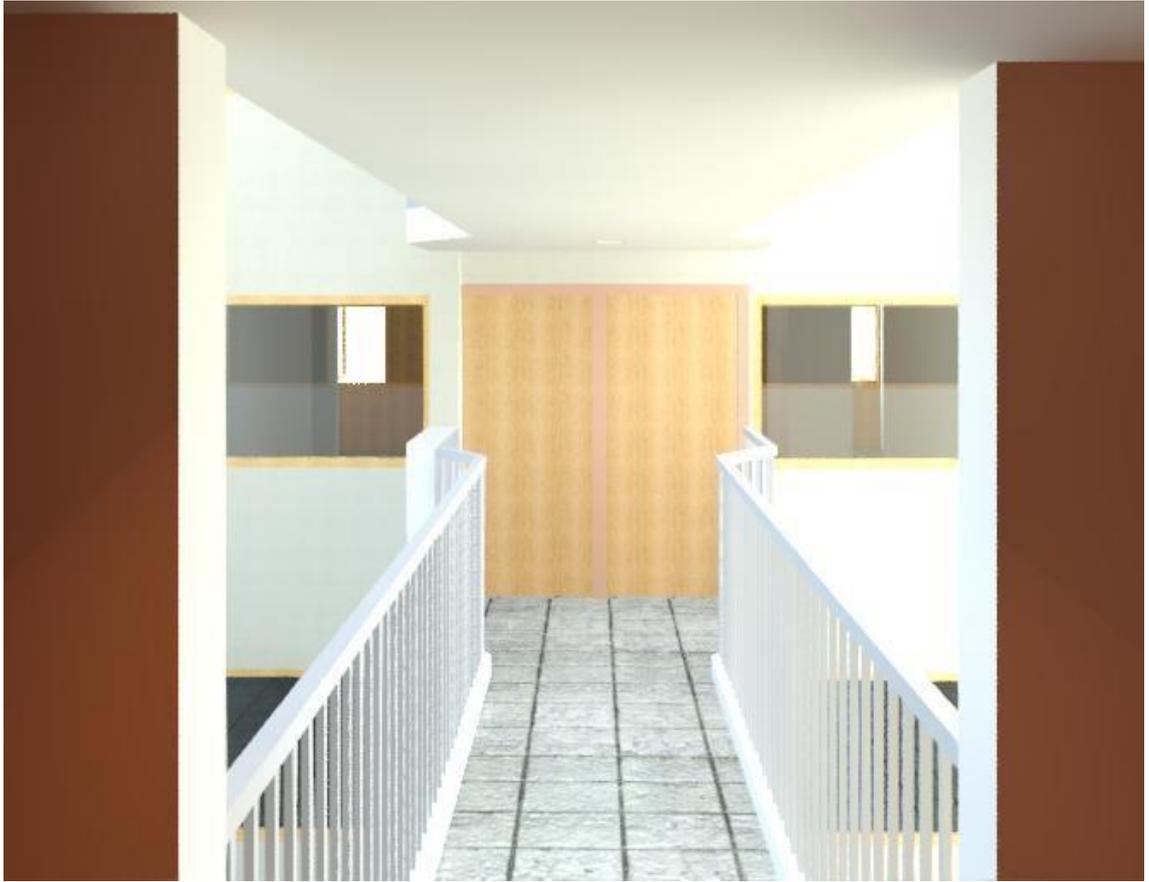
Elaborado por: las autoras



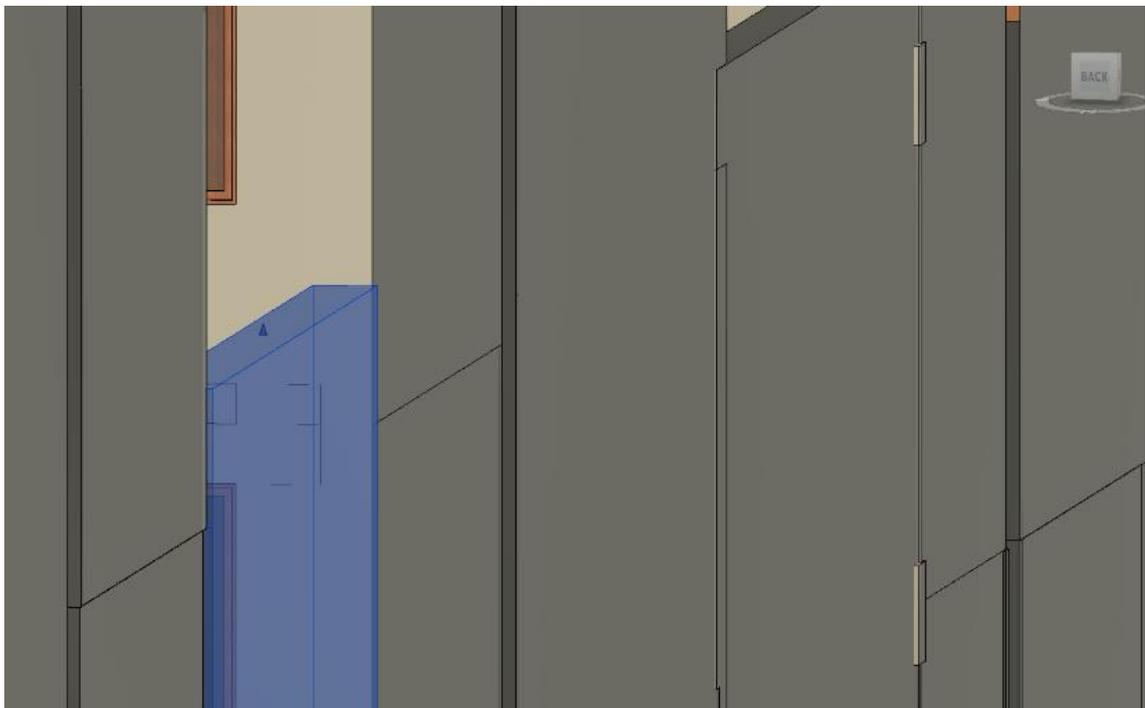
Elaborado por: las autoras



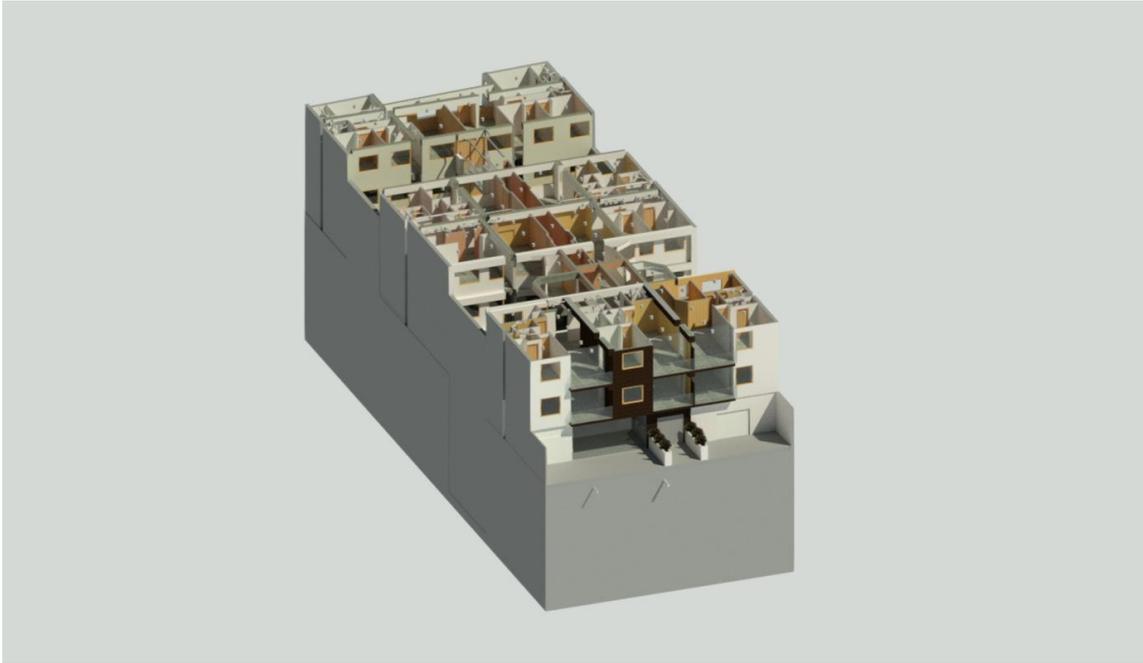
Elaborado por: las autoras



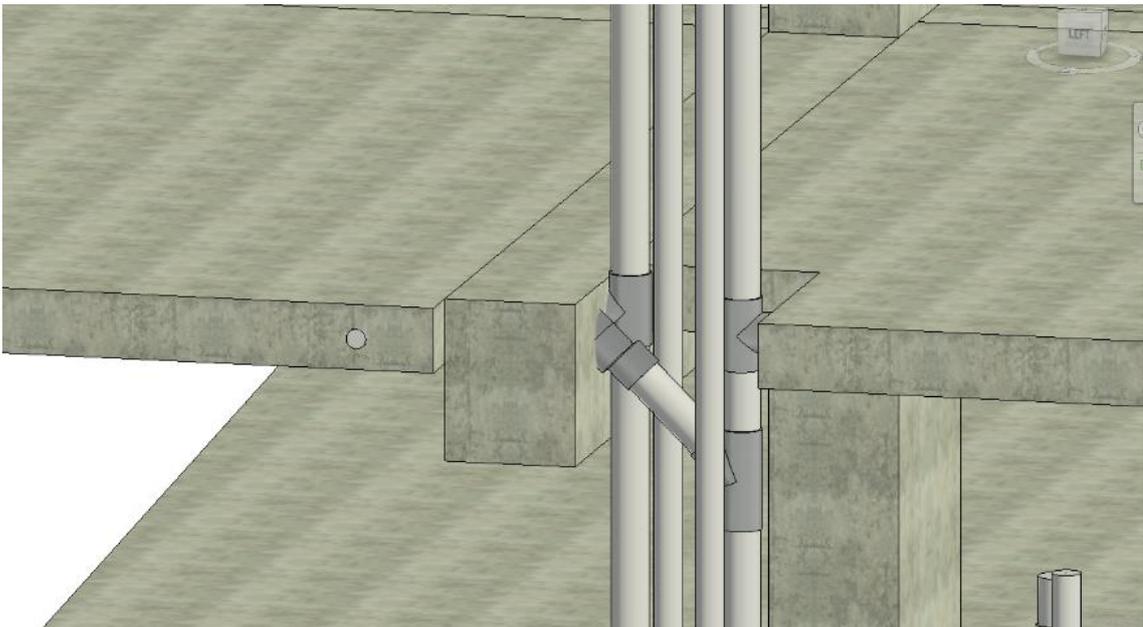
Elaborado por: las autoras



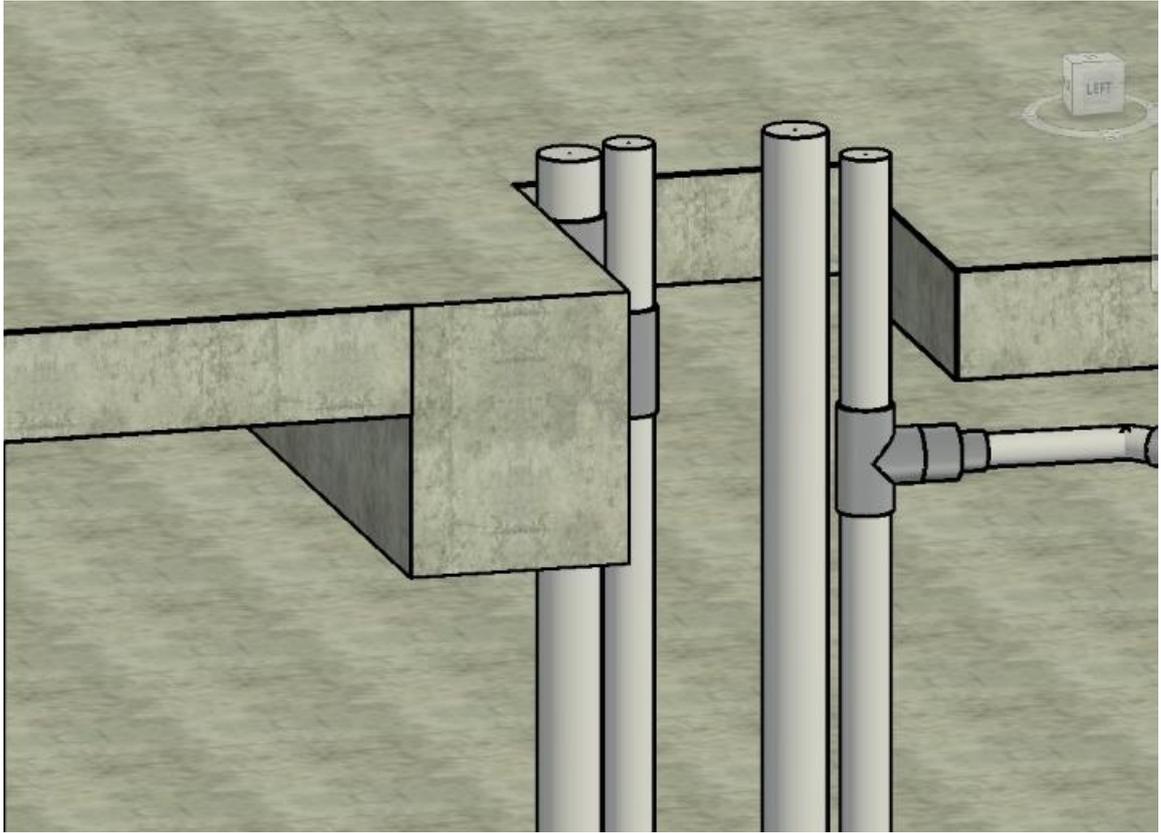
Elaborado por: las autoras



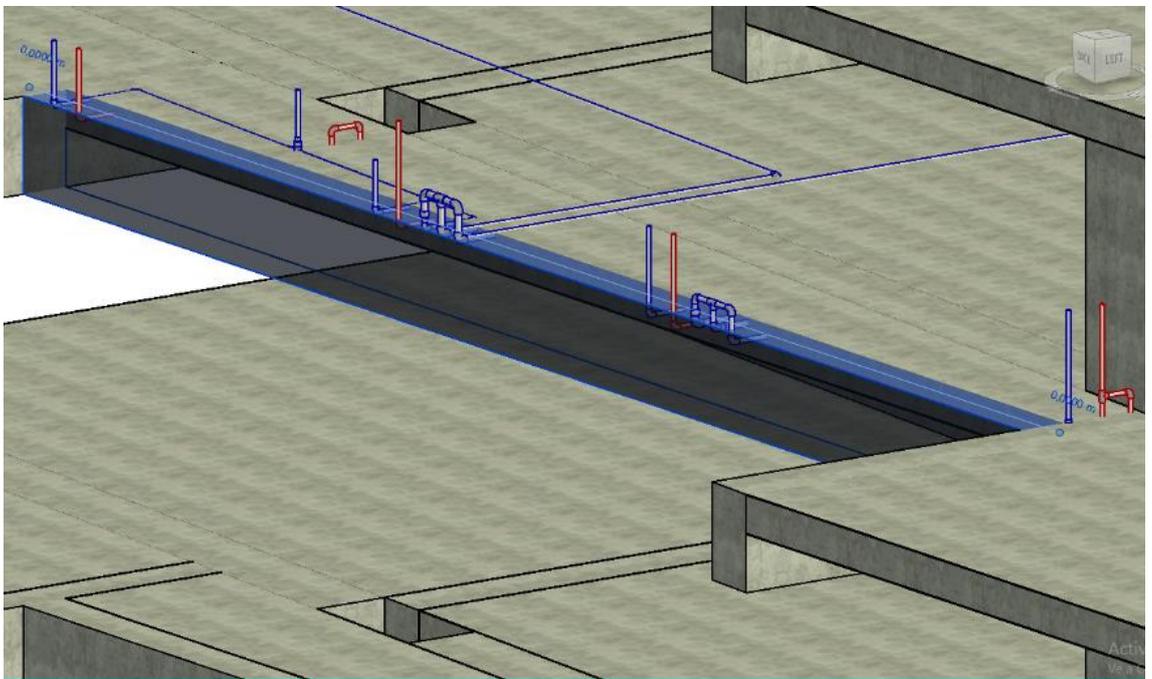
Elaborado por: las autoras



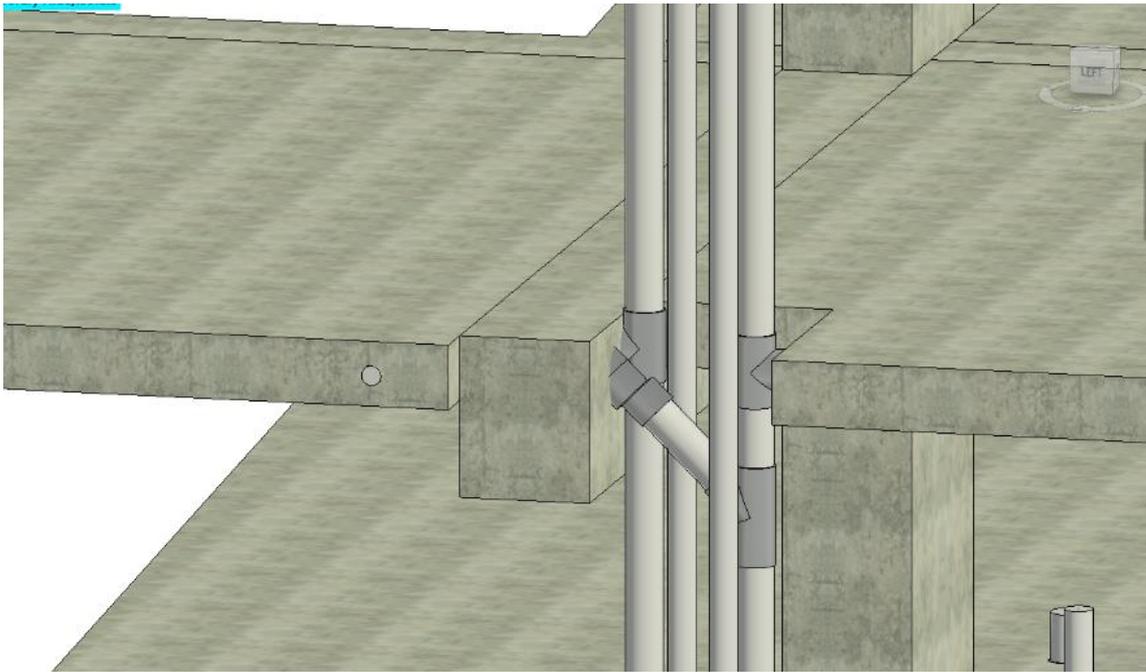
Elaborado por: las autoras



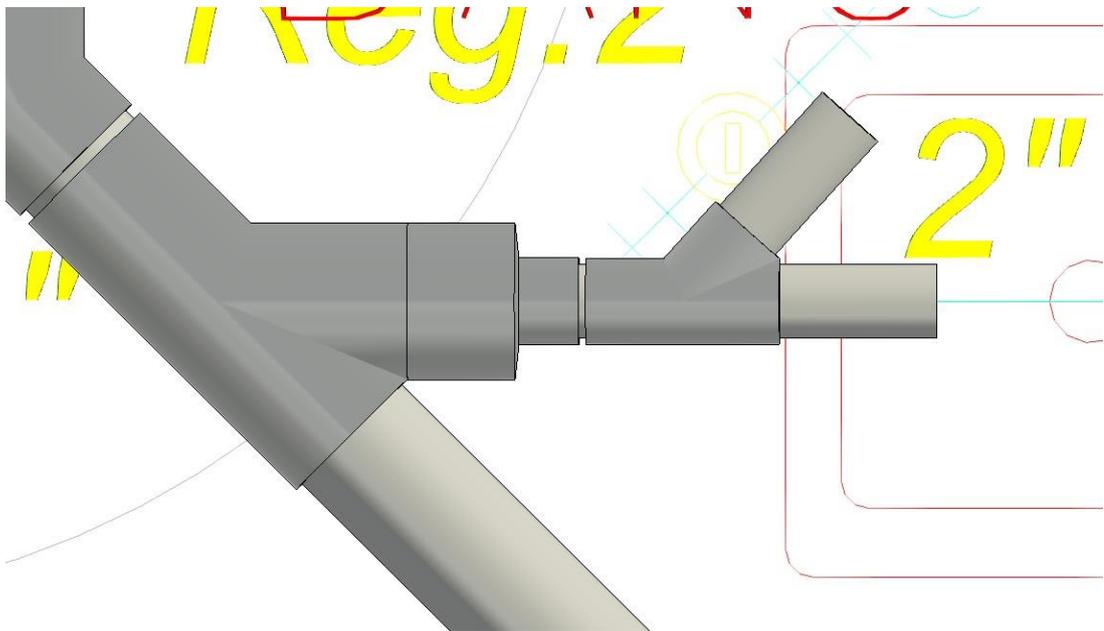
Elaborado por: las autoras



Elaborado por: las autoras



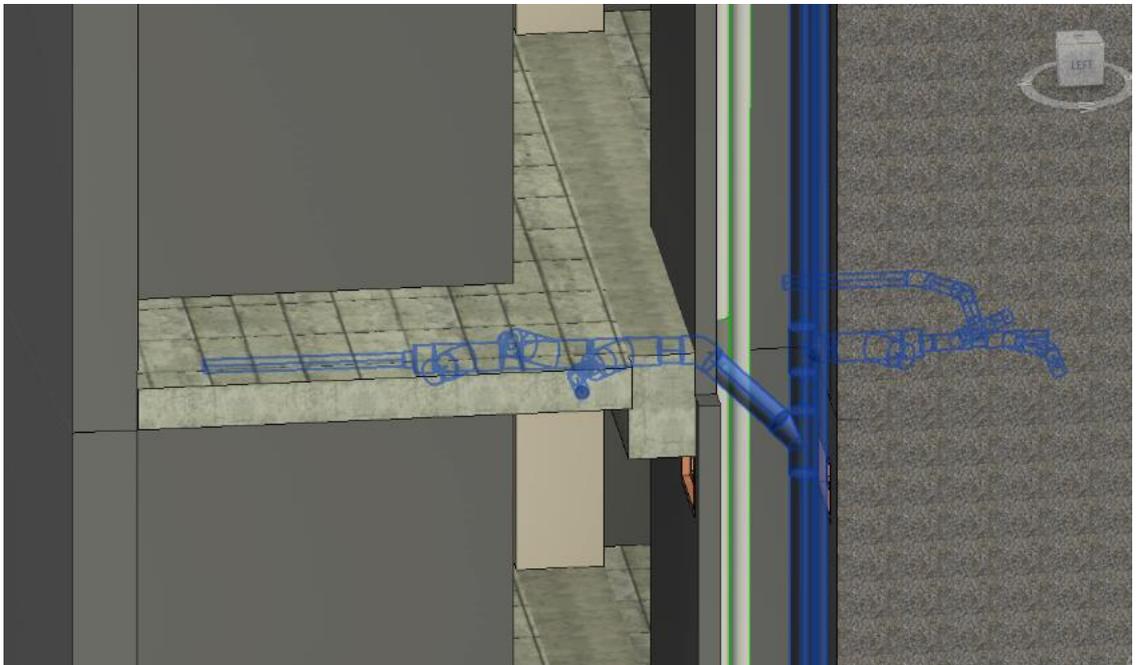
Elaborado por: las autoras



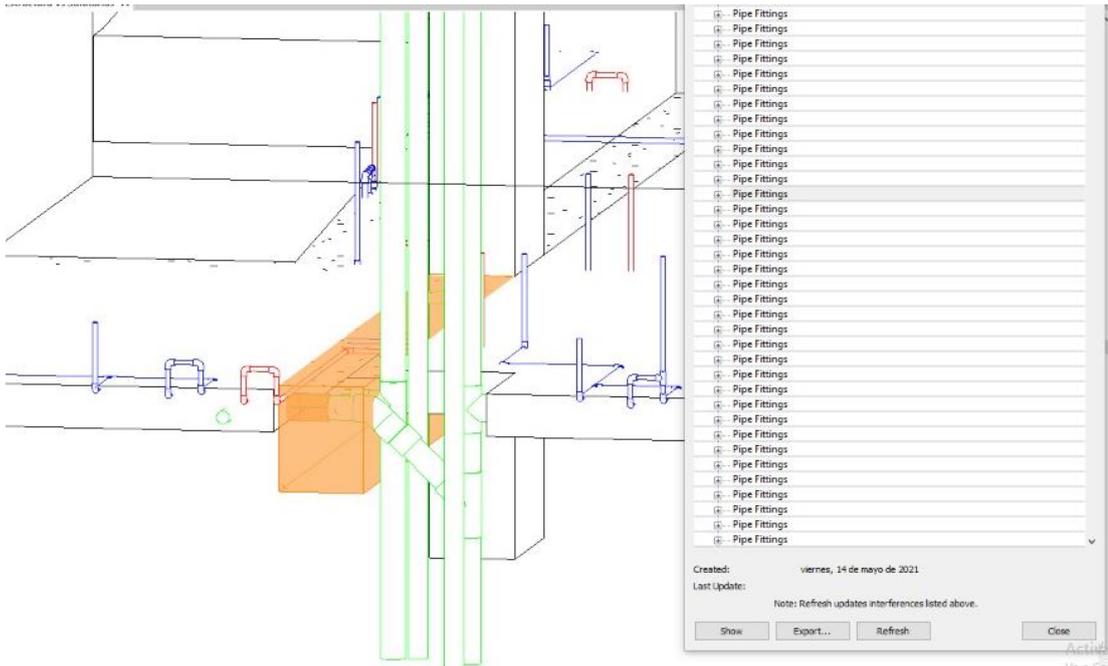
Elaborado por: las autoras



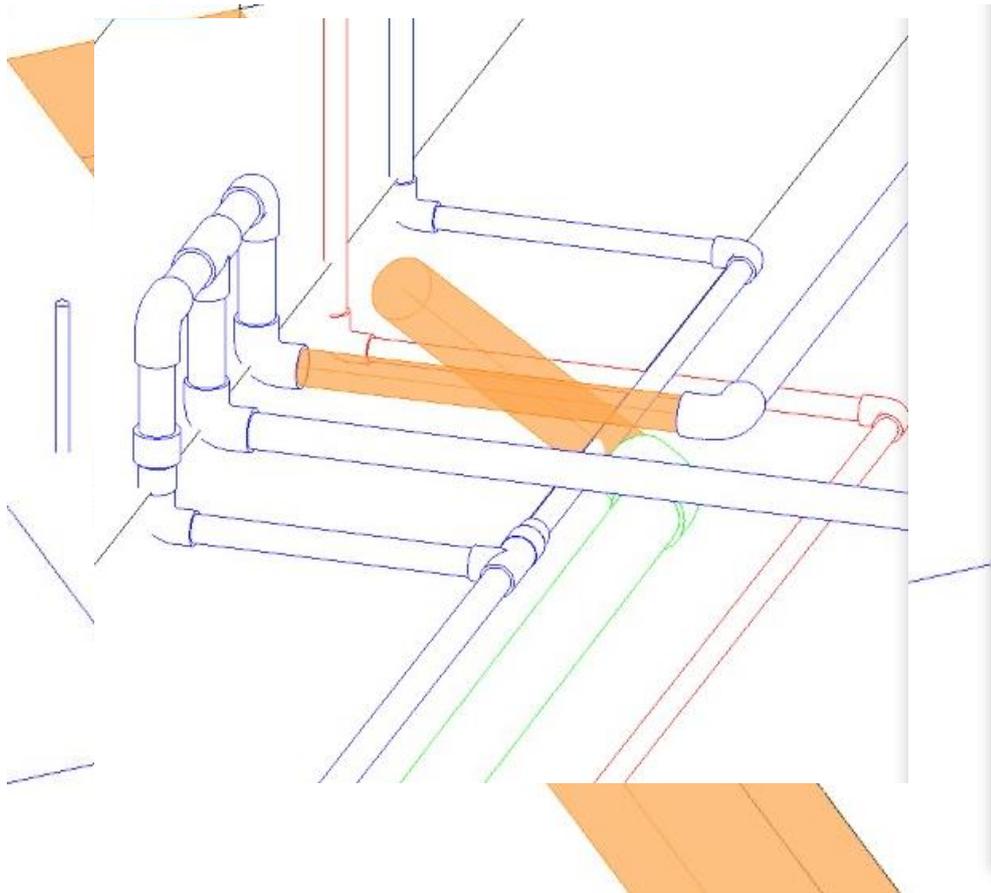
Elaborado por: las autoras



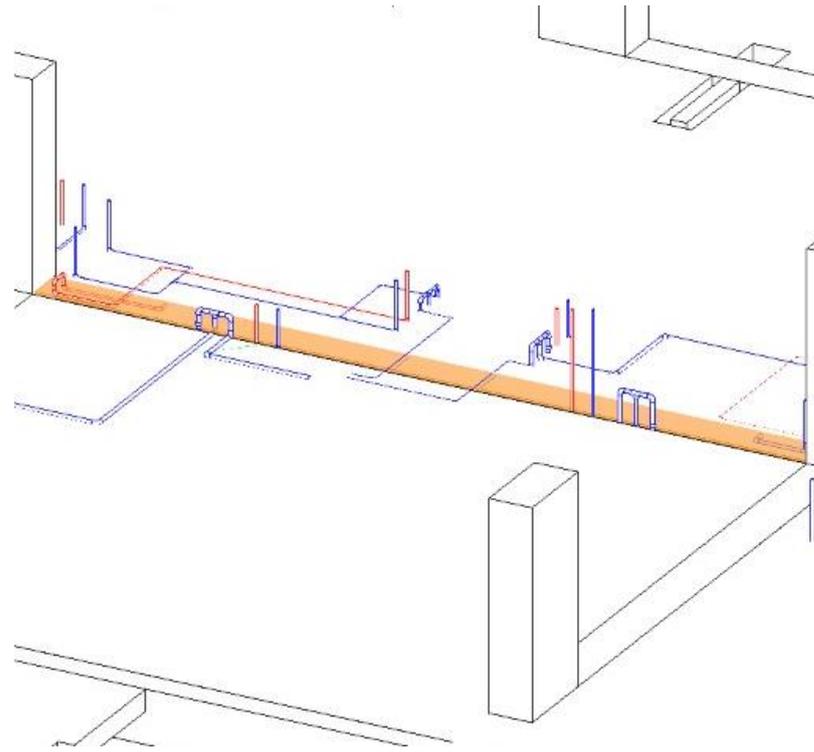
Elaborado por: las autoras



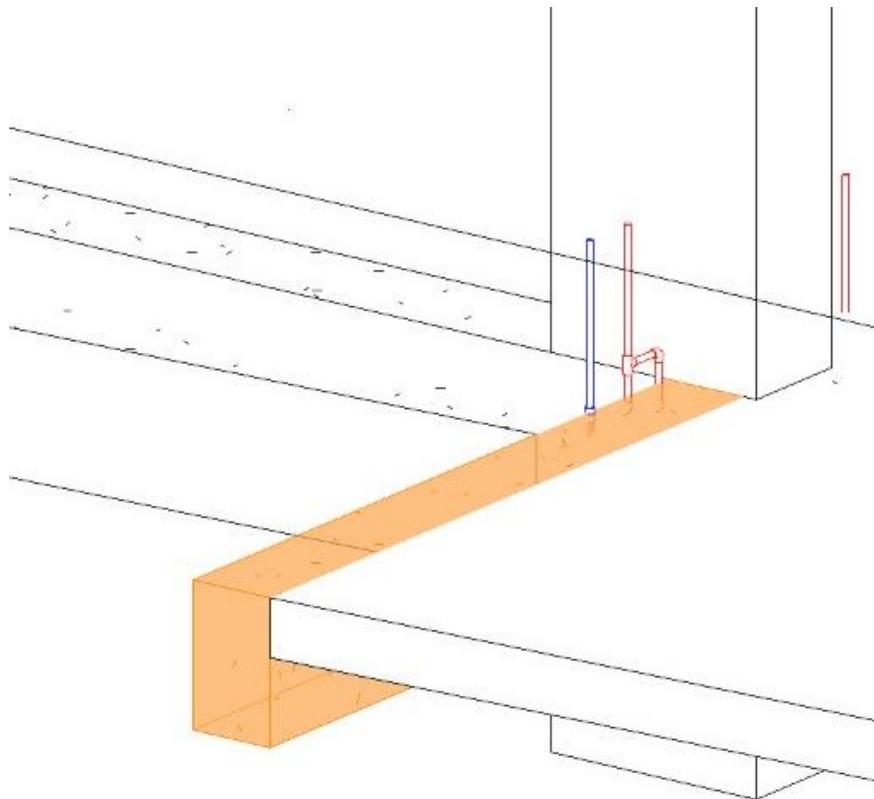
Elaborado por: las autoras



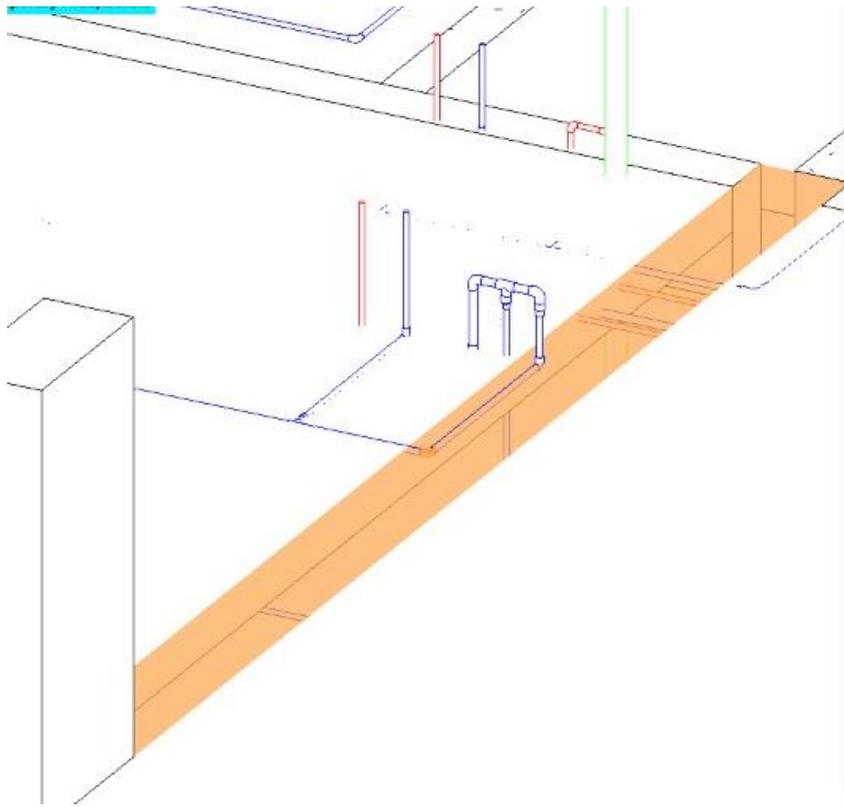
Elaborado por: las autoras



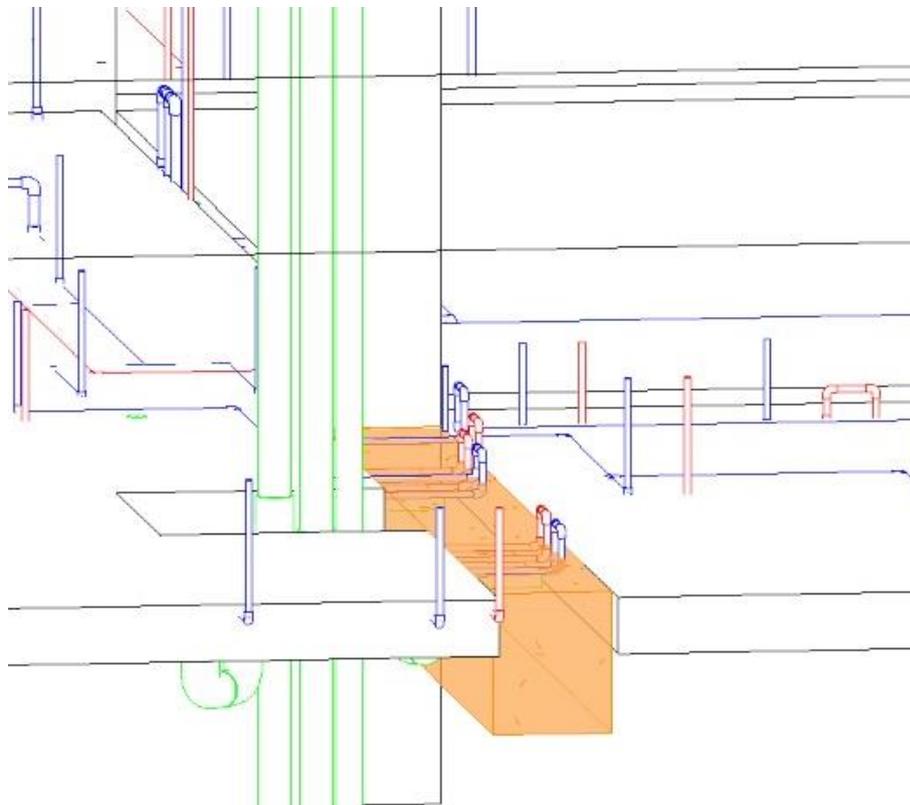
Elaborado por: las autoras



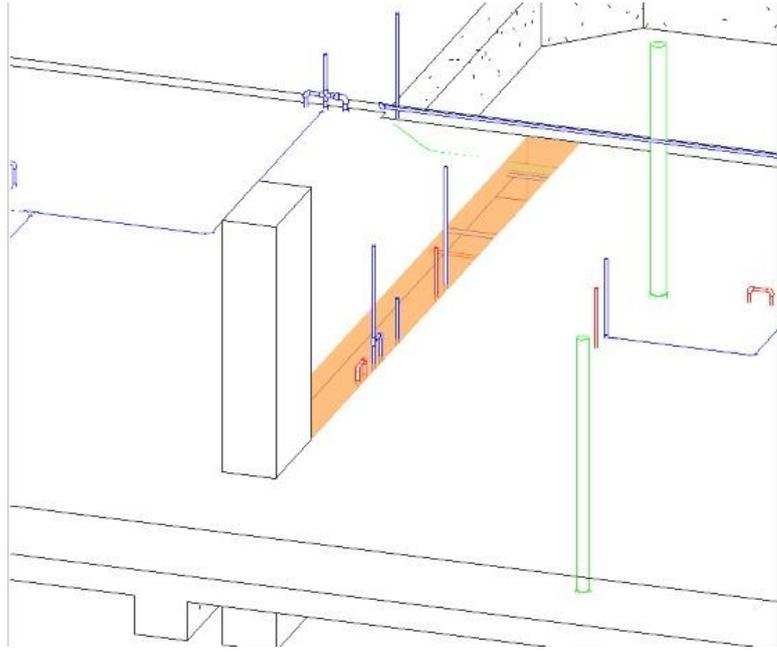
Elaborado por: las autoras



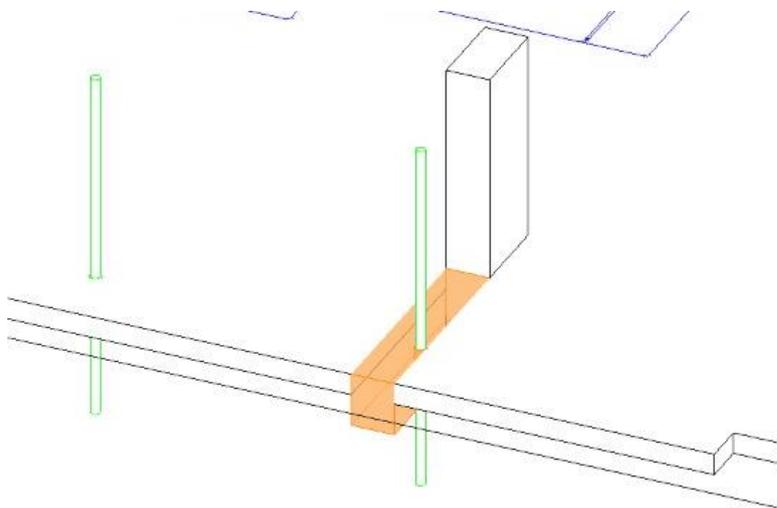
Elaborado por: las autoras



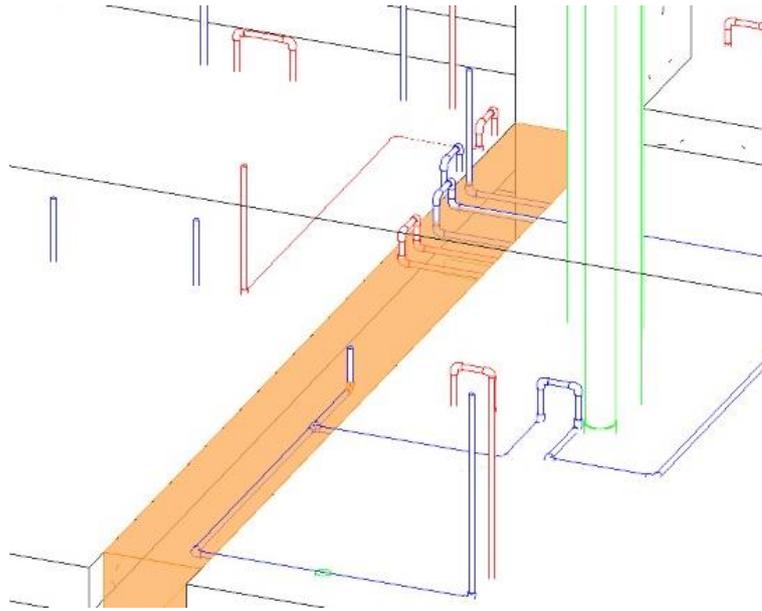
Elaborado por: las autoras



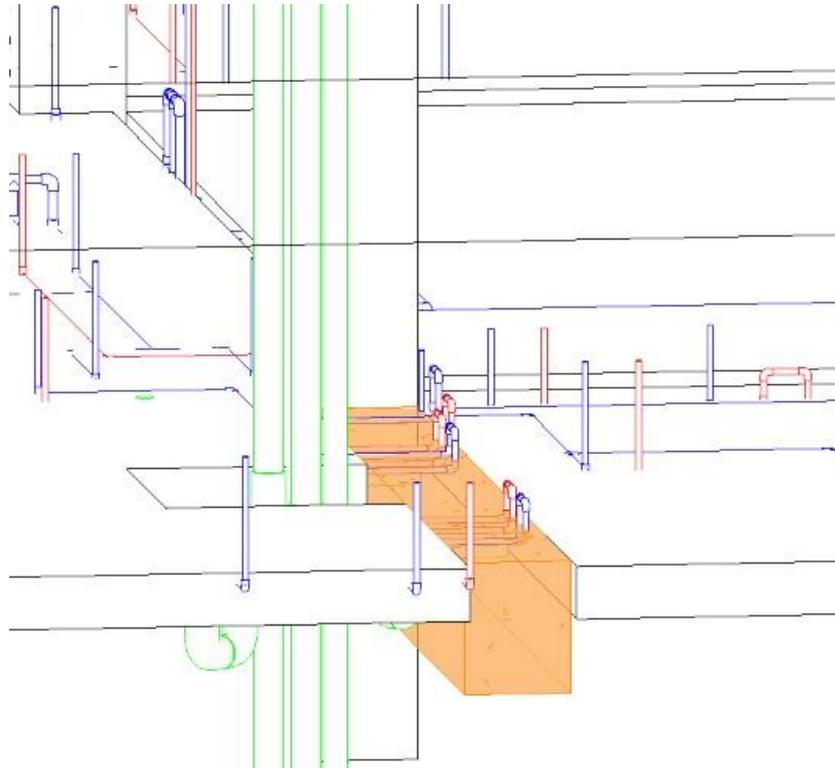
Elaborado por: las autoras



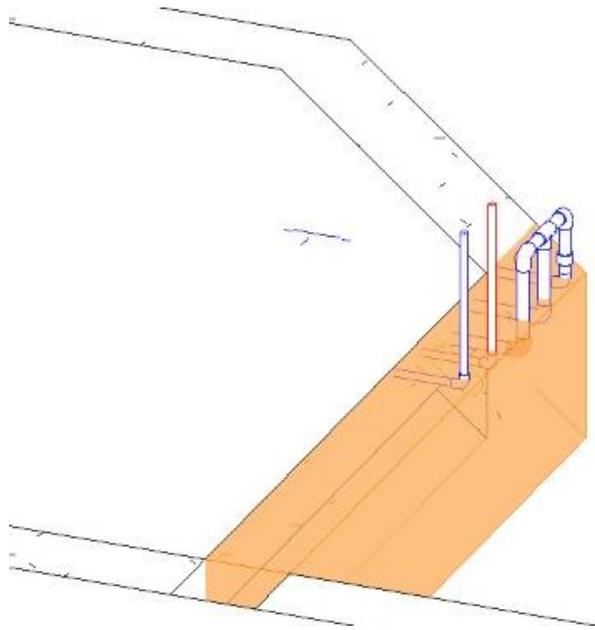
Elaborado por: las autoras



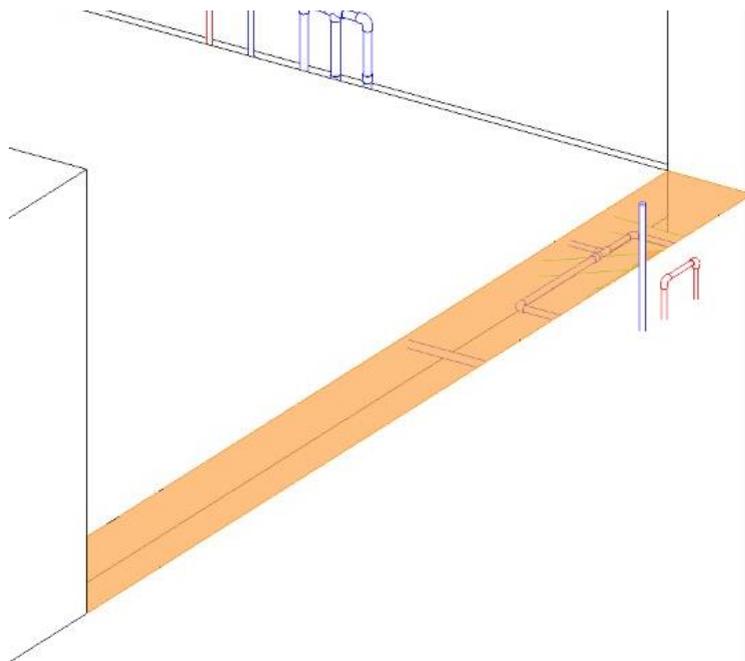
Elaborado por: las autoras



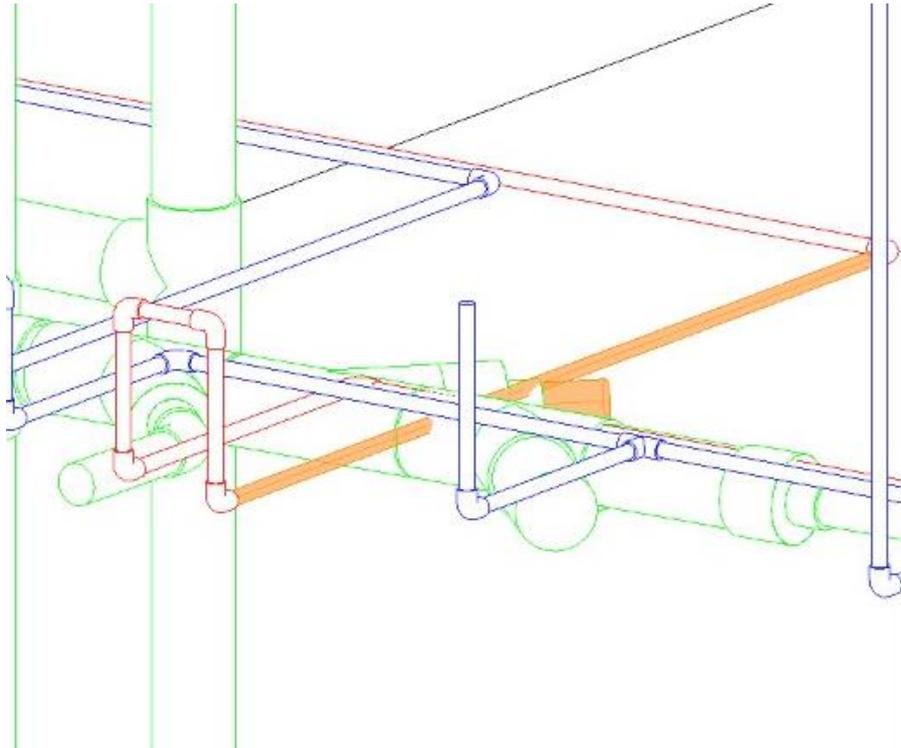
Elaborado por: las autoras



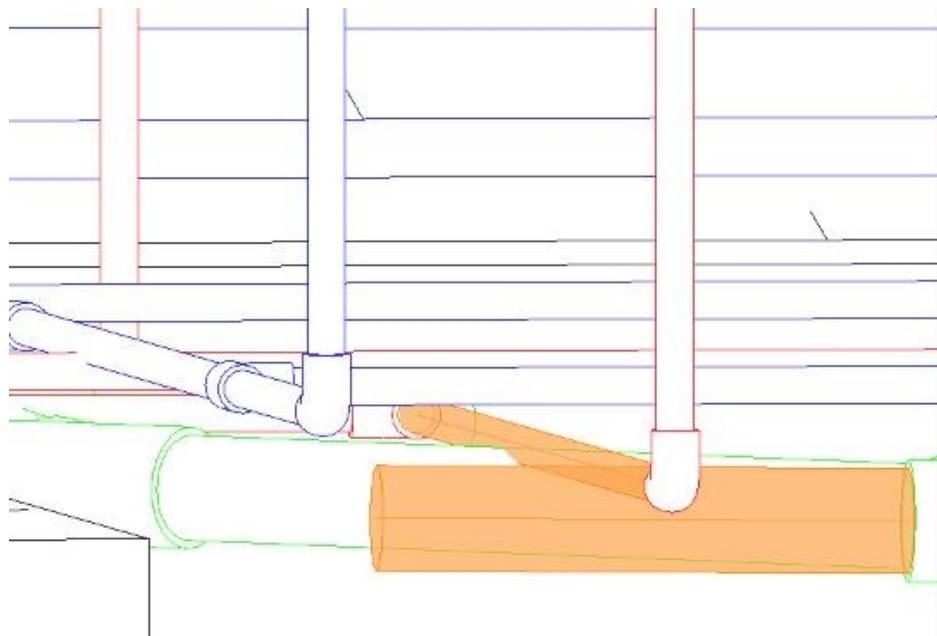
Elaborado por: las autoras



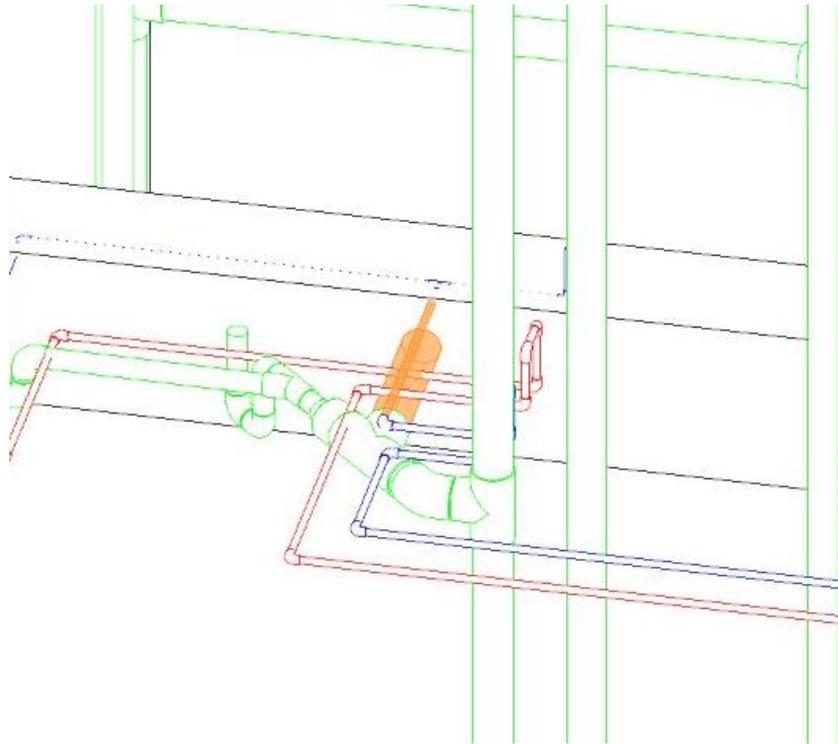
Elaborado por: las autoras



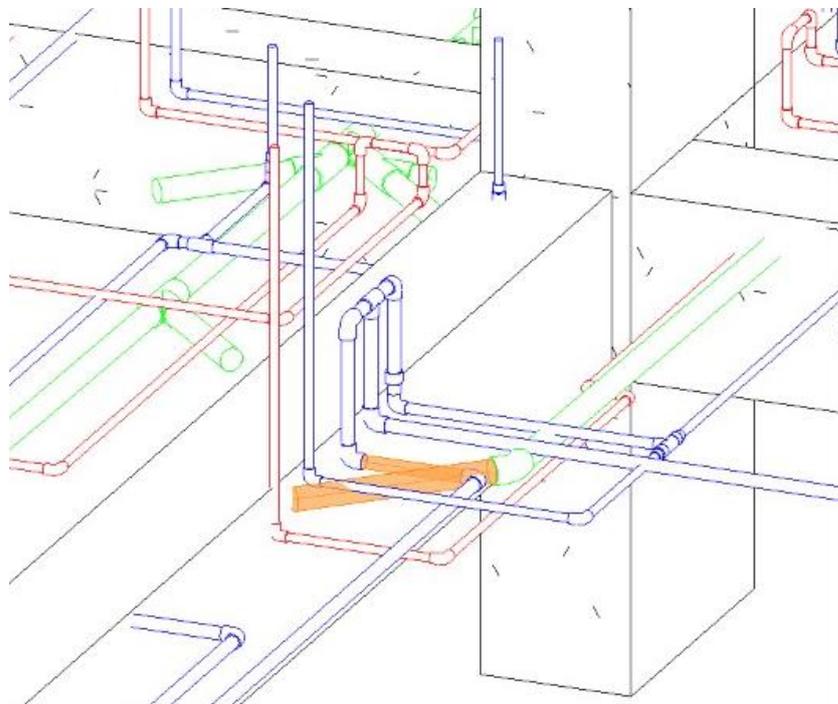
Elaborado por: las autoras



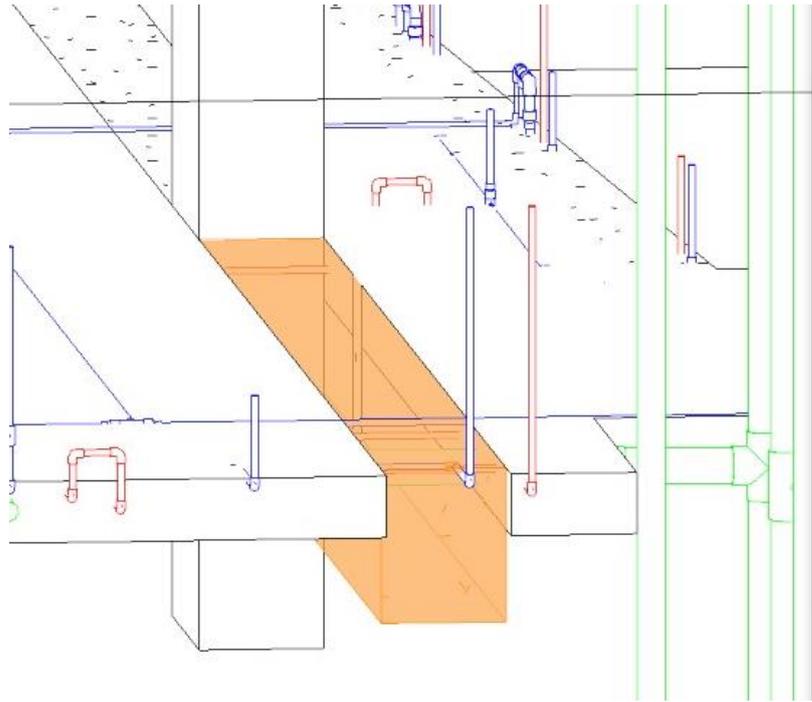
Elaborado por: las autoras



Elaborado por: las autoras



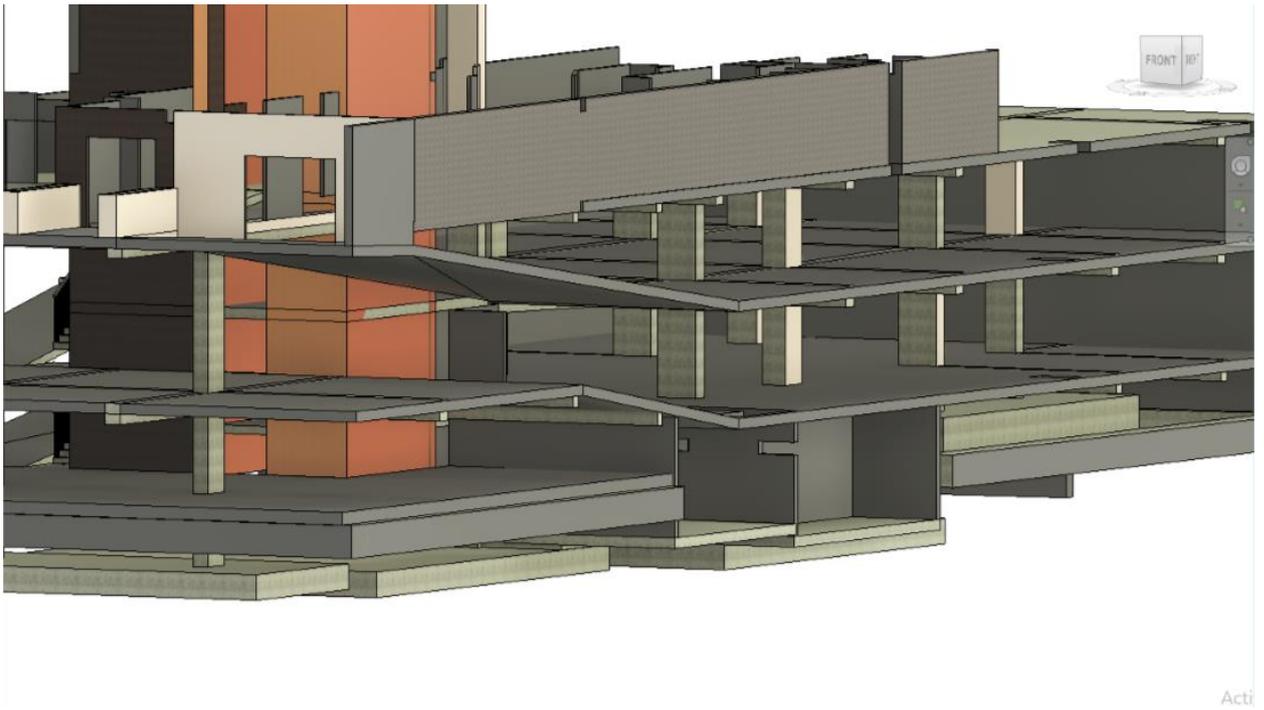
Elaborado por: las autoras



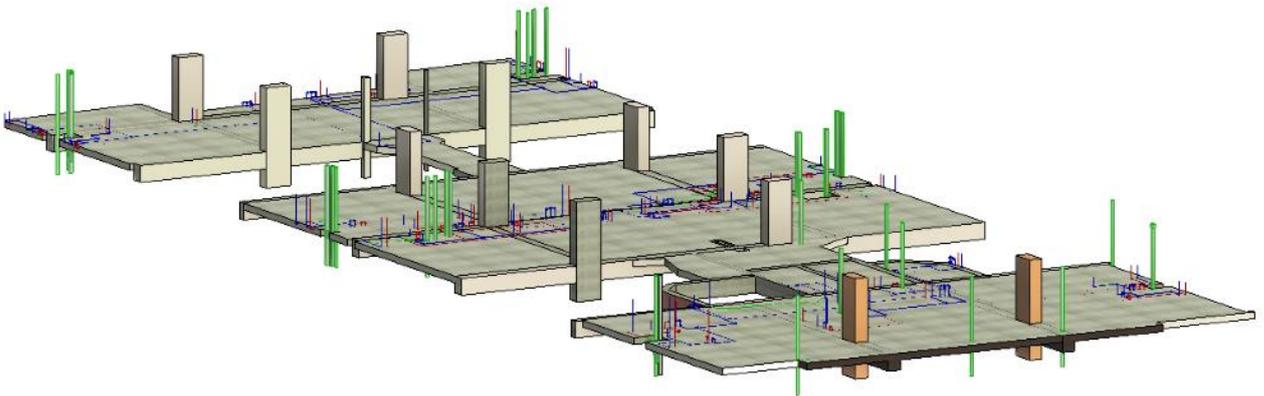
Elaborado por: las autoras



Elaborado por: las autoras



Elaborado por: las autoras



Elaborado por: las autoras

Estructuras

Metrado de vigas X

<Metrado de vigas>

A	B
Tipo	Volume
V 20x50	0.23 m³
V 20x50	0.33 m³
V 20x50	0.38 m³
V 20x50	0.39 m³
V 20x50	0.70 m³
V 25x50	0.07 m³
V 25x50	0.09 m³
V 25x50	0.14 m³
V 25x50	0.15 m³
V 25x50	0.19 m³
V 25x50	0.21 m³
V 25x50	0.22 m³
V 25x50	0.23 m³
V 25x50	0.27 m³
V 25x50	0.28 m³
V 25x50	0.31 m³
V 25x50	0.35 m³
V 25x50	0.36 m³
V 25x50	0.38 m³
V 25x50	0.41 m³
V 25x50	0.42 m³
V 25x50	0.43 m³
V 25x50	0.44 m³
V 25x50	0.47 m³
V 25x50	0.51 m³
V 25x50	0.54 m³
V 25x50	0.55 m³
V 25x50	0.59 m³
V 25x50	0.62 m³
V 25x50	0.67 m³
V 25x50	0.74 m³
V 25x50	0.77 m³
V 25x50	0.83 m³
V 25x50	1.01 m³
V 25x50	1.02 m³
V 25x50	1.33 m³
V 25x50	1.41 m³
V 25x50	2.12 m³
V 25x50	2.17 m³
V 30x50	0.06 m³
V 30x50	0.10 m³

Elaborado por: las autoras

Estructuras X

Metrado de columnas

<Metrado de columnas>

A	B
Type	Volume
C1	1.80 m³
C1	1.86 m³
C1	2.37 m³
C1	2.64 m³
C1	2.66 m³
C1	6.78 m³
C1	9.09 m³
C1	9.15 m³
C1	9.92 m³
C2	9.92 m³
C2	9.98 m³
C2 Sotano 1 y 2	1.00 m³
C2 Sotano 1 y 2	1.08 m³
C2 Sotano 1 y 2	1.18 m³
C2 Sotano 1 y 2	2.00 m³
C2 Sotano 1 y 2	2.41 m³
C2 Sotano 1 y 2	2.42 m³
C3	9.92 m³
C3 Sotano 1 y 2	1.42 m³
C3 Sotano 1 y 2	2.33 m³
C3 Sotano 1 y 2	2.52 m³
C4	1.25 m³
Columna 10x10	0.02 m³
Columna 10x10	0.03 m³
Columna 10x10	0.07 m³
Columna 10x10	0.23 m³
Columna 20x20	0.29 m³
Columna 20x20	0.90 m³

Elaborado por: las autoras

Anexo 05. Entrevistas

ENTREVISTA

La presente entrevista forma parte del trabajo de investigación **“Aplicación de la metodología BIM en la detección de interferencias interdisciplinarias para evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto”** para optar el título profesional de Ingeniero Civil, presentada por Francesca Espinel y Marla Miranda de la Universidad San Martín de Porres. Esta entrevista tiene como fin conocer la opinión del profesional sobre la problemática de las interferencias en obra y la implementación de BIM.

Nombres y Apellidos: JOSEPH HENSY SIERRA YAYA

Cargo que desempeña: INGENIERO CIVIL

1. ¿Considera que la identificación de interferencias interdisciplinarias en el proceso de ejecución de una obra, es un problema que aún persiste en los proyectos? ¿Porqué?

Sí. Porque actualmente la complejidad de los proyectos requeridos es cada vez de mayor envergadura con gran variedad de instalaciones, que ya en ejecución suelen iniciarse con diseños no optimizados.

2. ¿Cuáles considera que son los mayores impactos que generan estas interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto?

- Generar retrasos no aparentes en el cronograma
- Ampliación de plazo
- Adicionales en el presupuesto

3. En su experiencia, ¿Cuál es el procedimiento a seguir ante la identificación de una interferencia en el proceso de ejecución de obra?

En cuanto a la modelación, para continuar con el correcto proceso constructivo, se debe verificar que este compatibilizado de manera tridimensional o 2d todas las especialidades, es decir superponer cada plano logrando uniformizar todas las especialidades.

4. En una edificación de 12 pisos como del presente estudio ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de las tuberías de PVC en las vigas de techo? ¿Perjudican el elemento estructural?

Se tiene que evitar la interferencia de las tuberías de PVC en las vigas de techo, ya que los debilitan estructuralmente. Por lo que se debe rectificar la instalación de las tuberías.

5. En su experiencia, al presentarse una gran congestión de tuberías en vigas de techo y losa aligerada, en la ejecución de obra (previo al vaciado de techo), ¿qué recomienda hacer ante esa situación?

Se debe replantear el pase de tuberías, cambiar sus posiciones, adosada al techo o colocarlo dentro del ladrillo de techo de manera horizontal.

6. ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de montantes de desagüe con vigas estructurales? ¿Qué alternativa podría brindarnos respecto a ello?

Esto se podría dar, ya que los planos se han diseñado correctamente. Replantear la montante, y llevarla a una falsa columna. O de manera similar, se podría implementar ductos, para el paso de las montantes.

7. ¿Qué recomendaciones puede brindarnos respecto a la interferencia de instalaciones con elementos estructurales?

- Verificar todas las especialidades.
- Compatibilizar los planos del proyecto
- Evitar el paso de tuberías por las vigas, ya que se perjudica estructuralmente la estructura.

8. En la actualidad, existen proyectos que aún no implementan la metodología BIM. ¿Por qué considera que esto pasa?

Esto podría darse, ya que la implementación de tecnología, o ideas nuevas para la construcción en nuestro país, se encuentra muy limitado. Otro punto, es que para su implementación se debe invertir en capacitaciones para generar la información virtual

ENTREVISTA

Nombres y Apellidos: Roque Alberto Sánchez Cristóbal.

Cargo que desempeña: Ing. Civil-Vicedecano CIP-CDL

1. ¿Considera que la identificación de interferencias interdisciplinarias en el proceso de ejecución de una obra es un problema que aún persiste en los proyectos? ¿Porqué?

Si porque los especialistas no coordinan y no se aplica las consideraciones del BIM

2. ¿Cuáles considera que son los mayores impactos que generan estas interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto?

Los impactos son la demora en los plazos porque hay que solucionar las interferencias incurriéndose en mayores costos y gastos.

3. En su experiencia, ¿Cuál es el procedimiento a seguir ante la identificación de una interferencia en el proceso de ejecución de obra?

Compatibilizar las especialidades involucradas, coordinar con la Supervisión y dar solución adecuada cumpliendo las normas de ingeniería.

4. En una edificación de 12 pisos como del presente estudio ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de las tuberías de PVC en las vigas de techo? ¿Perjudican el elemento estructural?

No debe haber interferencias, en el caso de una edificación a base de pórticos y placas, los elementos estructurales se diseñan sin perforaciones, de pasar tuberías por zapatas, columnas, vigas y placas, y éstas no cumplirán con la resistencia de diseño porque no consideran la sección necesaria. Estas interferencias debilitan los elementos estructurales.

5. En su experiencia, al presentarse una gran congestión de tuberías en vigas de techo y losa aligerada, en la ejecución de obra (previo al vaciado de techo), ¿qué recomienda hacer ante esa situación?

Se pueden colgar las tuberías por debajo de las vigas y formar ductos verticales para pasar las tuberías. Dicha congestión no debe "interferir" a los elementos estructurales.

6. ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de montantes de desagüe con vigas estructurales? ¿Qué alternativa podría brindarnos respecto a ello?

No deben interferir las vigas con las montantes, la solución es formar ductos verticales fuera de las vigas.

7. ¿Qué recomendaciones puede brindarnos respecto a la interferencia de instalaciones con elementos estructurales?

El proyecto debe ser compatibilizado con todas las especialidades y se debe aplicar el BIM, capacitándose adecuadamente al personal en su uso.

8. En la actualidad, existen proyectos que aún no implementan la metodología BIM. ¿Por qué considera que esto pasa?

Por desconocimiento o porque no se valora y menos se exige la aplicación del BIM

ENTREVISTA

Nombres y Apellidos: José Salinas Saavedra

Cargo que desempeña: Coordinador General Ingeniería Civil – U. de Lima

1. ¿Considera que la identificación de interferencias interdisciplinarias en el proceso de ejecución de una obra es un problema que aún persiste en los proyectos? ¿Porqué?

Si porque se siguen desarrollando los proyectos de manera aislada (en silos) donde los proyectistas trabajan el proyecto desde su interés y no del proyecto.

2. ¿Cuáles considera que son los mayores impactos que generan estas interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto?

Generan paralizaciones por RDI (requerimientos de información) que toman un tiempo prudente para ser resueltos porque el proyectista no se involucra y nadie le exige celeridad ya que en muchas ocasiones ya cobraron por el servicio de diseño.

3. En su experiencia, ¿Cuál es el procedimiento a seguir ante la identificación de una interferencia en el proceso de ejecución de obra?

Existen 2 procedimientos una de mayor celeridad cuando es obra privada y la más compleja es la del proyecto público ya que la latencia de permite al constructor ganar ampliaciones de plazo con reconocimiento de gastos generales. En ambos casos se procede generando un RDI que es enviado al proyectista vía correo u otro medio y en caso del sector público a través de supervisor o inspector de obra

4. En su opinión, ¿Por qué la metodología BIM aún no se implementa en todos los proyectos?

Por desconocimiento de los proyectistas.

5. ¿Implementar la metodología BIM es costoso? ¿Qué se requiere para implementar un equipo BIM en una obra?

Es más costoso los sobre costos, pero como el cliente desconoce de estos beneficios se crea una falsa percepción. Para implementarlo en obra lo deseable es que se cuente con el modelo del proyecto.

6. ¿Considera que se deben seguir realizando investigaciones respecto a la implementación de la metodología BIM como la presente?

Lo más importante es la difusión de los beneficios obtenidos en proyectos implementados

7. Al aplicar la metodología BIM, ¿Cómo es que este influye en la ingeniería de valor de un Proyecto?

En mi opinión mientras en las universidades no vean en BIM la oportunidad de hacer mejor la gestión de ingeniería, no se va poder evidenciar el potencial del beneficio en la ingeniería de valor que se logra justamente BIM

ENTREVISTA

Nombres y Apellidos: Luis Alexander García Cavero

Cargo que desempeña: Coordinador de Ingeniería, Alumni del Máster Internacional BIM en Ingeniería Civil, Zigurat Global Institute of Technology

1. ¿Considera que la identificación de interferencias interdisciplinarias en el proceso de ejecución de una obra es un problema que aún persiste en los proyectos? ¿Porqué?

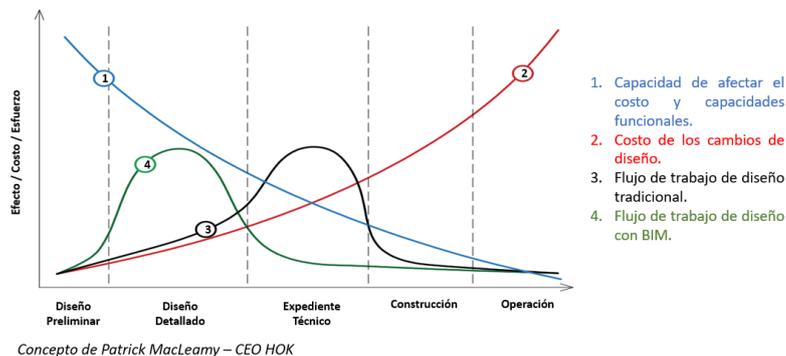
En general, la implementación del BIM en el país se realiza de manera progresiva, siendo utilizada principalmente en grandes empresas del sector privado y en proyectos de gran envergadura. Asimismo, hay empresas del sector inmobiliario que vienen aplicando esta metodología.

Sin embargo, aplicar la metodología todavía no es de uso común; lo que trae consigo el hecho de que no se identifiquen y evalúen correctamente las interferencias.

2. ¿Cuáles considera que son los mayores impactos que generan estas interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto?

El hecho que se identifiquen interferencias durante la construcción de la obra podría generar impactos significativos al proyecto en términos de costo y plazo.

Como se puede apreciar en la imagen siguiente, conforme se vaya avanzando en el ciclo de vida del activo, los cambios en los diseños pueden generar mayores costos. Por tanto, lo importante es incorporar mayores esfuerzos en etapas previas.



3. En su experiencia, ¿Cuál es el procedimiento a seguir ante la identificación de una interferencia en el proceso de ejecución de obra?

Cuando se identifican interferencias en obra, se debe reunir al personal técnico relacionado con la interferencia a fin de que se proceda a evaluar y brindar una solución.

Este tipo de problemática y la solución es más práctica si es posible debatirlo con un modelo virtual y en una sala BIM.

4. En su opinión, ¿Por qué la metodología BIM aún no se implementa en todos los proyectos?

Es un tema de decisión. Muchas empresas conocen sobre BIM e incluso saben sobre los beneficios que traen consigo su implementación; sin embargo, no llegan a tomar la decisión de efectuar la implementación debido al temor de salir de la zona de confort y efectuar algo nuevo.

Asimismo, muchas veces piensan que implementar BIM es costoso, sin tener en cuenta la pérdida que conlleva el no implementarlo.

5. ¿Implementar la metodología BIM es costoso? ¿Qué se requiere para implementar un equipo BIM en una obra?

Debemos cambiar el enfoque de cómo venimos evaluando el implementar BIM en una empresa; más bien debemos enfocarnos en temas de rentabilidad y sostenibilidad que se generarán con la implementación. En conclusión, debemos ver la implementación del BIM como una inversión.

Ahora bien, lo primero que debemos realizar es un análisis del estado situacional de la empresa con relación a la implementación del BIM; para esto, es importante contar con el soporte de especialistas que evalúen los procesos actuales a fin de que establezca y ejecute un plan de fortalecimiento de las capacidades BIM.

Asimismo, es importante hacer un cambio de paradigma, que permita dedicar tiempo y recursos en las etapas iniciales del proyecto (ingeniería); así como considerar los requerimientos de los interesados (stakeholders) y del personal que efectuará la operación y mantenimiento del activo a fin de tomar decisiones basados en todo ciclo de vida del proyecto (ISO 55000 de Gestión de Activos, e ISO 41000 de Facility Management). Además, el modelo BIM debe considerar los datos y la documentación solicitada por el cliente.

6. ¿Considera que se deben seguir realizando investigaciones respecto a la implementación de la metodología BIM como la presente?

Así es. Este tipo de investigación permite a los profesionales del sector AECO contar con experiencia documentada sobre los beneficios que se obtienen al aplicar la metodología BIM; así como los riesgos que asumimos al no implementarla.

7. Al aplicar la metodología BIM, ¿Cómo es que este influye en la ingeniería de valor de un Proyecto?

El BIM es una nueva forma de trabajo, el cual se desarrolla en un entorno colaborativo y de digitalización. Contempla la realización de un prototipo (modelo virtual) analizable de lo que se va a construir teniendo como una visión de todo el ciclo de vida del activo.

Para realizar el modelo virtual se hace uso de un ecosistema de software que sirven, además, como una base de datos ordenada, contando así con información de calidad para la toma de decisiones.

Con la finalidad de contar con un valor añadido, es necesario planificar y desarrollar el proyecto tomando en cuenta su ciclo de vida completo: i) requerimiento; ii) ingeniería; iii) construcción y; iv) operación y mantenimiento.

Por tanto, es importante que los proyectos con BIM se desarrollen dentro de un entorno colaborativo y con una adecuada comunicación, que permita al cliente manifestar con claridad sus necesidades y requerimientos, y que le permita tomar decisiones desde la parte inicial del proyecto.

Asimismo, conforme se avance en el proyecto, se irán agregando datos y optimizando las definiciones en el modelo virtual, de acuerdo con las necesidades del cliente y contratistas.

ENTREVISTA

Nombres y Apellidos: Victor Jesús Calderon Silva

Cargo que desempeña: Ingeniero de infraestructura y Mantenimiento – MINSA/INCN

1. ¿Considera que la identificación de interferencias interdisciplinarias en el proceso de ejecución de una obra es un problema que aún persiste en los proyectos? ¿Porqué?

Es un problema que siempre ha existido y que siempre se ha solucionado en campo o por intermedio de procesos de arbitrajes etc. Esta problemática persistirá siempre y cuando mantengamos metodologías de trabajo tradicionales. Finalmente, y un punto a detallar esta disminución de estas interferencias interdisciplinarias en proyectos de distinta magnitud podrá ir disminuyendo paulatinamente gracias a la utilización de metodologías, herramientas digitales y muy importante el capital humano que se comprometa con este proceso.

2. ¿Cuáles considera que son los mayores impactos que generan estas interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto?

Estos conflictos interdisciplinarios de especialidades generan muchos problemas desde lo económico, tiempos, procesos constructivos. Pero pienso que genera un término nuevo que no se habla mucho en construcción que es la “confianza” al proyecto que se está realizando. Y por ello reafirmo que esa confianza que se tiene que tener a un proyecto se da desde la etapa de diseño, planificación de detalles, compatibilización, ejecución, seguimiento y control. Se daría gracias a la metodología BIM.

3. En su experiencia, ¿Cuál es el procedimiento a seguir ante la identificación de una interferencia en el proceso de ejecución de obra?

En una primera instancia es analizar si dicha interferencia no te afecta al tren de trabajo de las actividades colindante. Como un segundo punto que analizo es lo económico y demás aspectos relacionados a dichas partidas.

4. En su opinión, ¿Por qué la metodología BIM aún no se implementa en todos los proyectos?

Pienso que pasa fundamentalmente al desconocimiento y al temor de dejar de trabajar en metodología tradicional. Al pensar que es caro y difícil una implementación BIM. Pero también a la falta de convicción unificada del equipo a dar ese paso a esta nueva forma de trabajar.

5. ¿Implementar la metodología BIM es costoso? ¿Qué se requiere para implementar un equipo BIM en una obra?

Es caro si desde un inicio te proyectas hacer cosas que no están dentro de tu alcance. Por su puesto que si estás trabajando en el estado tienes que tener software legales y demás alcances en hardware, pero en el sector privado se puede manejar. Para mí más que una súper computadora o las últimas versiones de los softwares, es que el personal que desarrolle modelado, tenga que tener claro los procesos constructivos y una visión global de la obra.

6. ¿Considera que se deben seguir realizando investigaciones respecto a la implementación de la metodología BIM como la presente?

Por supuesto, ya que a más investigaciones como la de ustedes podamos difundir más sobre esta metodología de trabajo.

7. Al aplicar la metodología BIM, ¿Cómo es que este influye en la ingeniería de valor de un Proyecto?

Se aclara más el panorama del alcance y como te indicaba líneas arriba la "Confianza" se replica en todos los procesos de la obra.

ENTREVISTA

Nombres y Apellidos: Alfredo Canales

Cargo que desempeña: Ingeniero Civil – jefe de producción en Obra

1. ¿Considera que la identificación de interferencias interdisciplinarias en el proceso de ejecución de una obra es un problema que aún persiste en los proyectos? ¿Porqué?

Si, las interferencias nacen al no haber una compatibilización entre las distintas interdisciplinarias del proyecto, lo común es que el Arquitecto, quien es el primer diseñador, pase su diseño al de estructuras, sanitarias, eléctricas y demás, para que sobre su diseño implementen sus esbozos; sin embargo, al finalizar todos sus procesos, nadie se percata de las posibles incompatibilidades, sino hasta que se ejecuta.

Otro punto importante es que mantenemos el uso de planos en 2d que solo nos permite ver en planimetría el proyecto, siendo los cortes y elevaciones lo único que tenemos para poder darnos idea de cómo se ve el proyecto desde una vista común.

2. ¿Cuáles consideran que son los mayores impactos que generan estas interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto?

Son dos impactos importantes, tiempo y costó, que es lo que todo proyecto debe manejar al milímetro para evitar atrasos y sobrecostos.

El tiempo, porque una incompatibilidad genera rediseños, reprocesos, paralización de partidas sucesivas y si son partidas críticas más aún, amarra a todo el proyecto.

En costó, porque generará costos no considerados para el replanteo, cambio de diseño, compra de más material, costo de HH muerto, costo de GG al recurrir a veces a adicionales y ampliaciones de plazos.

Estos procesos en obras privadas son un poco manejables, ya que las decisiones son tomadas por los dueños del proyecto y pueden decidirse rápido.

En cambio, en obras públicas, la OSCE, contempla tiempos establecidos y fijos para hacer las consultas y obtener respuestas las cuales a veces no son las que se espera y generan más retrasos.

3. En su experiencia, ¿Cuál es el procedimiento a seguir ante la identificación de una interferencia en el proceso de ejecución de obra?

Mi experiencia ha Sido en obras públicas, en las cuales. Al encontrar interferencias se debe comunicar al supervisor de obras y este tiene un plazo de 5 días para elevarlo a la entidad encargada, y está a su vez tiene 15 días para dar respuesta a la misma, la cual a veces no es la que se espera, con una solución óptima, sino con una solución ambigua que solo genera más dudas que soluciones, esos 20 días, atrasan el proyecto, no permiten la

continuidad de la cueva de aprendizaje que ya se viene teniendo, implica a veces intervenir en otras áreas del proyecto para no tener gente parada, ya que de igual forma se les paga hagan o no algo en el día.

4. En una edificación de 12 pisos como del presente estudio ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de las tuberías de PVC en las vigas de techo? ¿Perjudican el elemento estructural?

He tenido techos dónde las principales tuberías que afectan son las de desagüe de 4", de los inodoros, esos 10cm de diámetro es una superficie considerable para quitarle a una viga; sin embargo, hemos aplicado refuerzos alrededor de la abertura con acero para generarle una resistencia a la flexión en esa zona.

Por otro lado, no es recomendable que una tubería de gran diámetro atraviese elementos estructurales ya que les quita superficie necesaria para que el elemento trabaje correctamente.

5. ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de montantes de desagüe con vigas estructurales? ¿Qué alternativa podría brindarnos respecto a ello?

Las montantes de desagüe, son el principal problema que se tiene, ya que son tubería de 4 a 6", los cuales son diámetros que si afectarían a una viga si es que se permite dejarla pasar por la misma; una viga en promedio es de 50x30 o 50x40cm estándar, estas tuberías son de 10 a 15cm de diámetro, con lo que llegan a ocupar el 50% de la superficie de la viga, siendo esta superficie propensa a esfuerzo de flexión y compresión, no es posible su paso por las mismas, por lo que lo óptimo es que en el diseño de edificaciones de altura, se prevean ductos por dónde deben colocarse estas montantes, o en todo caso por la parte exterior del edificio

6. ¿Qué recomendaciones puede brindarnos respecto a la interferencia de instalaciones con elementos estructurales?

Los elementos estructurales son los pilares de todo el proyecto, los que dan la resistencia a las distintas cargas que este tendrá, las instalaciones es lo que permite que dicho proyecto funcione de acuerdo a lo que se espera brindar al usuario final. Para mí y creo q para todos en general, la arquitectura y estructura deben ser el bastión del proyecto y las instalaciones adecuarse a ellas, no atravesar ningún elemento estructural si con ello afectará el buen funcionamiento del elemento.

7. En su experiencia, ¿La presencia de interferencias interdisciplinarias ha significado la paralización de trabajos?

Definitivamente, ha paralizado todo el proyecto, y hablo de interferencias no solo a que una tubería choca con una viga o está en el mismo lugar que una columna, sino también desde el diseño, cuando esté no se realiza correctamente genera paralizaciones sin haber empezado a construir.

En Catacaos – Piura, un mal estudio de suelos, género una paralización de 3 meses de obra, ya que no habían calculado bien el nivel de la napa freática, indicando que estaba a 1.50m del NPT por lo que las excavaciones mandaban a 80cm del NPT, pero al iniciar las excavaciones, la Napa Freática estaba a

50cm del NPT por lo que la obra se inundó y género paralización total, replanteo del diseño, nuevos planos de cimentación, adicionales y ampliaciones de plazo.

8. ¿En el metrado de redes sanitarias (agua y desagüe) de una edificación multifamiliar, considera un desperdicio?

Si, porque si bien es cierto una tubería de presión o roscada puede cortarse y reusarse la parte cortada, no siempre el pedazo de sobra calza para usarse en otro lado, además que los metrados de tubería se hace por ML y comercialmente las tuberías de agua se venden en 5m y desagüe en 3m, por lo que en metrado y compra no coinciden.

9. En la actualidad, existen proyectos que aún no implementan la metodología BIM. ¿Por qué considera que esto pasa?

La implementación BIM en un proyecto implica principalmente costo, porque debes capacitar a un staff con la metodología y las nuevas herramientas.

En el estado las mismas normas que rigen las contrataciones de obras públicas, no contemplan el uso de esta metodología, lo que genera que debas contratar personal clave solo con años de experiencia ejecutando obras, pero no gestionándolas.

Muchas empresas son eficaces más no eficientes con márgenes de ganancia mínimos, y ya están acostumbrados a ello, por lo que no se arriesgan a mejorar y elevar ese margen de ganancias, por lo que no ven necesario invertir en innovaciones como es el BIM.

Luego de los resultados que trajeron los contratos gobierno a gobierno nec3 en los panamericanos, el estado empezó a implementar este tipo de contratos en las obras de reconstrucción con cambios, que permite dejar de lado las normas de la OSCE e implementar una gestión de proyectos BIM, ágil y reduciendo problemáticas (interferencias, tiempos de espera, adicionales, etc.) al máximo.

10. ¿Considera que se deben seguir realizando investigaciones respecto a la implementación de la metodología BIM como la presente?

No solo se deben, sino que es necesario para todo ING civil, adecuarse a las nuevas metodologías que ya existen en el mundo, y no centrarse solo en lo que la universidad te enseña, que es lo básico para que uno salte a las canchas de la construcción.

La capacitación y actualización en nuevas herramientas para la gestión de proyectos de construcción es lo que todo ING debe querer para su desarrollo profesional.

ENTREVISTA

Nombres y Apellidos: Fiorella Pamela Wong Tapia

Cargo que desempeña: Asistente de Supervisión – Construcción de la Nueva Base Aeronaval del Callao

1. ¿Considera que la identificación de interferencias interdisciplinarias en el proceso de ejecución de una obra es un problema que aún persiste en los proyectos? ¿Porqué?

Definitivamente sí, a la fecha son pocos los proyectos que utilizan la metodología BIM, sobre todo en las obras públicas. Obviamente no existen proyectos perfectos; sin embargo, sobre todo en el estado, se tienen proyectos totalmente deficientes, los cuales se elaboraron hasta 5 años antes de que se ejecuten, encontrándose todo tipo de errores, deficiencias y donde jamás se realizó una compatibilización entre las especialidades. Una de las causas, sería el costo que significaría la implementación de la metodología BIM en las obras; sin embargo, en la actualidad, las empresas realizan un análisis de costo – beneficio y a largo plazo el BIM resulta ser mucho más beneficioso para el proyecto, por lo que, hasta el mismo estado, desde el año pasado busca implementar el uso progresivo de la metodología BIM en las inversiones públicas.

2. ¿Cuáles consideran que son los mayores impactos que generan estas interferencias al ser identificadas en el proceso de ejecución de un proyecto?

El atraso en el cronograma de avance de obra, dado que el ejecutor deberá tomarse el tiempo necesario para plantear una solución y realizarla, tiempo que va depender de la magnitud de la interferencia, lo cual definitivamente va frenar una o más actividades, afectando los tiempos de ejecución, por ende, se incrementan los costos.

3. En su experiencia, ¿Cuál es el procedimiento a seguir ante la identificación de una interferencia en el proceso de ejecución de obra?

En mi caso, he venido trabajando en obras públicas, las cuales se rigen bajo la Ley de contrataciones del Estado y su Reglamento, en donde, todos los procedimientos se encuentran definidos, por lo que cuando se identifica una interferencia durante la ejecución de obra se procede mediante una consulta de obra, la cual debe tener la opinión del supervisor y del proyectista, de ser el caso.

4. En una edificación de 12 pisos como del presente estudio ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de las tuberías de PVC en las vigas de techo? ¿Perjudican el elemento estructural?

Afectan la viga, siempre que no se ubique el pase en el lugar correcto ni cuente con el refuerzo correspondiente.

5. ¿Cuál es su opinión respecto a la interferencia de montantes de desagüe con vigas estructurales? ¿Qué alternativa podría brindarnos respecto a ello?

Se deberían reubicar, debido al diámetro que generalmente tiene las montantes de desagüe afectarían considerablemente al elemento estructural.

6. ¿Qué recomendaciones puede brindarnos respecto a la interferencia de instalaciones con elementos estructurales?

De no poder reubicar dichas instalaciones, se deben plantear soluciones que no afecten al elemento estructural, ubicando el pase en el lugar correcto y colocando los refuerzos correspondientes.

7. En su experiencia, ¿La presencia de interferencias interdisciplinarias ha significado la paralización de trabajos?

Sí, porque existen procedimientos definidos para la absolución de consultas que cuentan con plazos estipulados, ya que depende de la opinión del supervisor y el proyectista. La demora muchas veces genera paralización de trabajos y atrasos en otras partidas.

8. ¿En el metrado de redes sanitarias (agua y desagüe) de una edificación multifamiliar, considera un desperdicio?

No se debería considerar desperdicio, ya que las redes sanitarias se pueden cuantificar.

9. En la actualidad, existen proyectos que aún no implementan la metodología BIM. ¿Por qué considera que esto pasa?

Por el costo que significaría la implementación del BIM en los proyectos tanto privados como públicos.

10. ¿Considera que se deben seguir realizando investigaciones respecto a la implementación de la metodología BIM como la presente?

Definitivamente, es esencial que investigaciones como esta sigan realizándose, así como capacitaciones a los profesionales respecto a la implementación del BIM en los proyectos, así también, la obligación de esta en inversiones públicas